UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS.

COLEGIO DE GEOGRAFÍA.

"ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO EN LOS VOLCANES CHICHÓN Y TACANÁ, CHIAPAS"

T E S I S

P A R A O B T E N E R E L T I T U L O D E :

L I C E N C I A D A E N G E O G R A F Í A

P R E S E N T A :

C E C I L I A G U A D A L U P E L I M Ó N H E R N Á N D E Z

ASESOR: DR. JOSÉ LUIS MACÍAS VÁZQUEZ

MÉXICO, D.F., SEPTIEMBRE 2005

I N D I C E **P á g i n a**

Lista de figuras……iv
Lista de tablas……vi
Lista de gráficas……vi
Resumen……1
Introducción……2
Objetivo General……5
Objetivos Particulares……5

I. MARCO FÍSICO Y TEÓRICO……6

1.1 Marco físico-geográfico del municipio de Chapultenango……6
1.2 Marco físico-geográfico del municipio de Unión Juárez……10
1.3 Marco teórico-conceptual……12
1.3.1 ¿Qué es un fenómeno natural?……13
1.3.2 ¿Cuándo un fenómeno natural se convierte en peligro?……14
1.3.3 ¿Qué es un peligro natural?……14
1.3.4 ¿Qué es riesgo?……14
1.3.5 Metodología para la evaluación del riesgo y peligro……17
1.3.6 ¿Qué es vulnerabilidad?……17
1.3.7 ¿Qué es un desastre natural?……19
1.3.8 ¿Cómo prevenir los desastres?……21

II. LOS PELIGROS VOLCÁNICOS……22

2.1 Derrame de lava y domos……25
2.2 Materiales de caída aérea……26
2.3 Lahares……29
2.4 Deslizamientos o derrumbes volcánicos……30
2.5 Flujos piroclásticos……32
2.6 Gases volcánicos……33
2.7 Sismos volcánicos……35
2.8 Tsunamis……35

III. LOS VOLCANES CHICHÓN Y TACANÁ, CHIAPAS……37
3.1 Volcán Chichón……37
3.1.1. Marco geológico y estructural……37
3.1.2 Historia eruptiva del volcán Chichón……38
3.1.3 La erupción de 1982……40
3.1.3.1. Daños humanos y materiales……44
3.1.3.2. Impacto al medio ambiente……47
3.2 Volcán Tacaná……49
3.2.1 Marco geológico y estructural……49
3.2.2 Historia eruptiva del volcán Tacaná……51
3.2.3 La erupción de 1986……51

IV. METODOLOGÍA……53
4.1 Recopilación bibliográfica y elaboración previa de los cuestionarios……53
4.2 Trabajo de campo (aplicación de entrevistas y encuestas)……58
4.3 Manejo de la información……59

V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS……66
5.1 Análisis de las encuestas realizadas en la localidad de Chapultenango, Chiapas……68
5.1.1 Educación básica, media y media superior……68
5.1.2. Educación superior……76
5.2. Análisis de las entrevistas realizadas en la localidad de Chapultenango, Chiapas……80
5.3. Análisis de las encuestas realizadas en la localidad de Guadalupe Victoria, Chiapas……93
5.3.1 Educación media……93
5.4. Análisis de las entrevistas realizadas en la localidad de Guadalupe Victoria, Chiapas……98
5.5. Análisis de las encuestas realizadas en la localidad de Unión Juárez, Chiapas……109

5.3.1 Educación media y media superior……..109

VI. ESTUDIOS SOBRE PERCEPCIÓN DE RIESGOS VOLCÁNICOS....……..115

6.1 Volcanes Mauna Loa y Hualalai, Hawai, Estados Unidos de América……116

6.2 Caldera de Santorini, Grecia……..…….….118

6.3 Volcán Ruapehu, Nueva Zelanda……..……...120

6.4 Volcán Arenal, Costa Rica…….…….....121

6.5 Volcán de Fuego o Colima, Colima, México…...……..……..122

6.6 Volcán Popocatépetl, México..…….……..……..……124

VII. DISCUSIÓN……126

7.1 Estudiantes contra adultos……..…….127

7.2 Chichón contra Tacaná…….……128

7.3 Educación del riesgo……..130

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……...……..……134

REFERENCIAS……136

Lista de figuras **Página**

Figura 1.1 Mapa de localización del municipio de Chapultenango al norte del estado y Unión Juárez al sur de Chiapas……..……..……6

Figura 1.2 Mapa de los principales ríos y poblados del municipio de Chapultenango, Chiapas, donde se observa en la parte SE el cráter somma y un cráter interior formado en 1982……..…..…….…....7

Figura 1.3 Mapa de los principales ríos y poblaciones del municipio de Unión Juárez, Chiapas, donde se observan las principales carreteras y brechas de la zona y el Complejo Volcánico Tacaná (CTV)…….……11

Figura 2.1 Esquema simplificado que muestra la estructura general de un aparato volcánico así como los principales peligros volcánicos….....25

Figura 2.2 Derrame de lava del volcán de Fuego, Colima, México. Se observar un derrame de lava de composición andesítica el cual recorrió menos de 4 km desde su origen……..……..……..26

Figura 2.3 Columna eruptiva del Popocatépetl ocurrida el 9 de noviembre del 2000 desplazada al NE por los vientos predominantes……...…27

Figura 2.4 Distribución de caída de ceniza de la erupción de 1982 del volcán Chichón, Chiapas…….……27

Figura 2.5 Imagen que muestra la ceniza que cayó a 20 km del cráter en la ciudad de Pichucalco, Chiapas, durante la erupción de 1982 del volcán Chichón. Se aprecian los daños causados a las calles e infraestructura……28

Figura 2.6 Depósito de lahar producido durante la erupción de 1982 del volcán Chichón. Este flujo inundó parcialmente al poblado de Ostuacán, Chiapas…….....30

Figura 2.7 Colapso de un flanco del volcán Santa Elena, EUA, el cual produjo una avalancha de escombros el 18 de Mayo de 1985…….……...…..31

Figura 2.8 Flujo piroclástico del Volcán de Colima de 1998 en donde resalta la parte superior menos densa que la inferior…….……33

Figura 2.9 Gases volcánicos en el interior del volcán Chichón, Chiapas……...34

Figura 2.10 Tsunami en el Océano Indico provocado por la erupción del volcán Krakatoa, Indonesia en mayo 1883, con olas de 35 m de altura…….36

Figura 3.1 Localización del volcán Chichón y Tacaná con respecto a los rasgos más importantes de la región: el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) hacia el NO, el Cinturón Volcánico Chiapaneco (CVCH) al sur y el Arco Volcánico Centroamericano (AVC)…….37

Figura 3.2 Fotografía de 1981 del volcán antes de la erupción. Se observa el cráter somma de 2 km de diámetro y en su centro el domo volcánico denominado Chichón que antes de la erupción tenía una elevación de 1,230 ms.n.m……..…….39

Figura 3.3 Fotografía tomada en 1987, donde se observa el cráter somma (2 km de diámetro) y el cráter formado por la erupción de 1982 (1 km de diámetro)…….40

Figura 3.4 Fotografía de caída de ceniza del volcán Chichón en el municipio de Pichucalco, Chiapas. Se observar la disminución de visibilidad por la ceniza volcánica en suspendida en la atmósfera ……..42

Figura 3.5 Fotografía donde se observar lago-cráter que existe actualmente, así como el cráter que se origino con la erupción de 1982 con una altura aproximada de 100 m……...44

Figura 3.6 Fotografía de zonas devastadas por la caída de ceniza. En primer plano árboles quemados y ganado muerto en segundo plano……..……..…..45

Figura 3.7 Fotografía donde se observan los gruesos muros de la iglesia de Francisco León que quedaron sepultados por el lahar originado en 1982 por la erupción del volcán Chichón……...…….46

Figura 3.8 Fotografía donde se observan grandes extensiones de tierras cercanas al volcán Chichón que se vieron seriamente afectadas por la caída de ceniza, donde desapareció la vegetación endémica…….……..……48

Figura 3.9 Mapa topográfico de los principales pueblos destruidos por la erupción de 1982……..…49

Figura 3.10 Sección esquematizada de las estructuras que conforman el Complejo Volcánico Tacaná……..……51

Figura 3.11 Vista aérea de la fumarola del volcán Tacaná en junio de 1986, mirando hacia el sureste en dirección de la cumbre…….…...……52

Figura 7.1 Estación de monitoreo del volcán Chichón, Chiapas……..……129

Lista de tablas

Tabla 1 Actividad volcánica en México durante el siglo XX……..……4

Tabla 1.1 Movilidad de la población de 1980 al 2000 en el municipio de Chapultenango……..……9

Tabla 2.1 Víctimas causadas por erupciones volcánicas ocurridas desde el año 1,000 d.C. hasta nuestros días……..……23

Tabla 4.1 Matriz de datos de la encuesta, donde se muestra el formato de cada pregunta……60

Tabla 4.2 Matriz de datos de la entrevista, donde se muestra el formato y clasificación de cada una de las respuestas……61

Tabla 5.1 Porcentajes obtenidos mediante la aplicación de encuestas realizadas a los alumnos de educación primaria, secundaria y bachillerato en la localidad de Chapultenango, Chiapas……..71

Tabla 7.1 Resumen de los principales peligros volcánicos que identifican diferentes poblaciones asentadas alrededor de volcanes activos en el mundo……..……130

Lista de gráficas

Gráfica 5.1 Gráfica que muestra el tipo de religión que practican en la localidad de Chapultenango, Chiapas……67

Gráfica 5.2 Distribución de la educación por niveles de escolaridad y por sexo en Chapultenango……..……67

Gráfica 5.3 Representación de la educación total que tiene la población de Chapultenango……68

Gráfica 5.4 Distribución de los resultados obtenidos con los estudiantes de educación básica, media y media superior de Chapultenango que ha visitado el cráter del volcán Chichón……..……69

Gráfica 5.5 Información con la que cuentan los estudiantes de Chapultenango sobre el volcán Chichón……70

Gráfica 5.6 Causas que provocan el temor de los estudiantes de Chapultenango por vivir cerca del volcán Chichón……70

Gráfica 5.7 Diferentes razones por las cuales los estudiantes de Chapultenango piensan que el volcán volverá hacer erupción……..72

Gráfica 5.8 Lugares a dónde acudirían los estudiantes de Chapultenango en caso de una erupción……73

Gráfica 5.9 Tipo de información que se les a los estudiantes de Chapultenango……74

Gráfica 5.10 Objetos que llevarían los estudiantes de Chapultenango en caso de ser evacuados……75

Gráfica 5.11 Personas a las que pedirían ayuda los estudiantes de Chapultenango en caso de una emergencia volcánica……..76

Gráfica 5.12 Distribución del conocimiento del volcán; sólo el 74% de la población encuestada de Chapultenango conoce datos sobre la erupción de 1982 o sobre la actividad volcánica……77

Gráfica 5.13 Diferentes razones por las cuales los estudiantes de educación superior de Chapultenango piensan que el volcán volverá a hacer erupción……78

Gráfica 5.14 Lugar al que irían los habitantes de Chapultenango en caso de una erupción. Sólo 74% de los estudiantes de Chapultenango se irían a un seguro en caso de erupción……78

Gráfica 5.15 Resultados de los niveles de educación de los habitantes de Chapultenango, Chiapas……80

Gráfica 5.16 Principales ocupaciones de los habitantes de Chapultenango,

Chiapas….....81

Gráfica 5.17 Diversos motivos por los que los habitantes de Chapultenango creen que explotó el volcán Chichón……83

Gráfica 5.18 Mmovilidad de la población de Chapultenango durante la erupción de 1982, así como las reacciones que tuvieron durante el evento, lugar de desplazamiento y tiempo de retorno a su casa……84

Gráfica 5.19 Principales peligros volcánicos que observo la población de Chapultenango durante la erupción del volcán Chichón……85

Gráfica 5.20 Peligros volcánicos a los que la población de Chapultenango tuvo mayor temor……..……..85

Gráfica 5.21 Síntesis de los daños principales que causó la erupción de 1982 del volcán Chichón a la población de Chapultenango…….....86

Gráfica 5.22 Resultados de la intervención de las autoridades en Chapultenango durante la emergencia volcánica de 1982, así como, el tipo de ayuda, de quién y de dónde provenía……...87

Gráfica 5.23 Principales motivos por los cuales la población de Chapultenango reside en la localidad……88

Gráfica 5.24 Responsables de informar a la población de Chapultenango sobre la actividad del volcán Chichón……90

Gráfica 5.25 Se apreciar que en su mayoría la población de Chapultenango no sabe que acciones tomar en caso de una erupción……..…….91

Gráfica 5.26 Resultados de la población de Chapultenango sobre el conocimiento de refugios y rutas de evacuación en caso de una erupción……..92

Gráfica 5.27 Resultados de los beneficios que fueron obtenidos por la población de Chapultenango después de la erupción de 1982……..…….93

Gráfica 5.28 Información con la que cuentan los estudiantes de Guadalupe Victoria sobre el volcán Chichón…..……94

Gráfica 5.29 Causas que provocan el temor de los estudiantes de Guadalupe Victoria por vivir cerca del volcán Chichón……95

Gráfica 5.30 Diferentes razones por las cuales los estudiantes de Guadalupe Victoria piensan que el volcán volverá a hacer erupción……95

Gráfica 5.31 Lugares a dónde acudirían los estudiantes de Guadalupe Victoria en caso de una erupción……96

Gráfica 5.32 Tipo de información que se les proporciona a los estudiantes de Guadalupe Victoria……97

Gráfica 5.33 Objetos que llevarían los estudiantes de Guadalupe Victoria en caso de ser evacuados……97

Gráfica 5.34 Personas a las que pedirían ayuda los estudiantes de Guadalupe Victoria en caso de una emergencia volcánica……..98

Gráfica 5.35 Religiones que se practican en la localidad de Guadalupe Victoria, Chiapas……99

Gráfica 5.36 Distribución de los niveles de educación de los habitantes de Guadalupe Victoria, Chiapas……99

Gráfica 5.37 Motivos por los que los habitantes de Guadalupe Victoria creen que explotó el volcán Chichón……100

Gráfica 5.38 Movilidad de la población de Guadalupe Victoria durante la erupción de 1982, así como las reacciones que tuvieron durante el evento, lugar de desplazamiento y tiempo de retorno a su casa……101

Gráfica 5.39 Principales peligros volcánicos que observo la población de Guadalupe Victoria durante la erupción del volcán Chichón.....103

Gráfica 5.40 Peligros volcánicos a los que la población de Guadalupe Victoria tuvo mayor temor……103

Gráfica 5.41 Síntesis de los daños principales que causó la erupción de 1982 del volcán Chichón a la población de Guadalupe Victoria……..……104

Gráfica 5.42 Resultados de la intervención de las autoridades en Guadalupe Victoria durante la emergencia volcánica de 1982, así como, el tipo de ayuda, de quién y de dónde provenía……..105

Gráfica 5.43 Principales motivos por los cuales la población de Guadalupe Victoria reside en la localidad……..……105

Gráfica 5.44 Responsables de informar a la población de Guadalupe Victoria sobre la actividad del volcán Chichón.....107

Gráfica 5.45 Resultados de la población de Guadalupe Victoria sobre el conocimiento de refugios y rutas de evacuación en caso de una erupción……108

Gráfica 5.46 Resultados de los beneficios que fueron obtenidos por la población de Guadalupe Victoria después de la erupción de 1982……..108

Gráfica 5.47 Información con la que cuentan los estudiantes de Unión Juárez sobre el volcán Tacaná……110

Gráfica 5.48 Causas que provocan el temor de los estudiantes de Unión Juárez al vivir cerca del volcán Tacaná……110

Gráfica 5.49 Diferentes razones por las cuales los estudiantes de Unión Juárez piensan que el volcán hará erupción……111

Gráfica 5.50 Lugares a dónde acudirían los estudiantes de Unión Juárez en caso de una erupción……112

Gráfica 5.51 Tipo de información que se les proporciona a los estudiantes de

Unión Juárez.....113

Gráfica 5.52 Pertenencias que llevarían los estudiantes de Unión Juárez en caso de ser evacuados.....113

Gráfica 5.53 Personas a las que pedirían ayuda los estudiantes de Unión Juárez en caso de una emergencia volcánica.....114

RESUMEN

En este trabajo se estudió la percepción de los peligros y el riesgo volcánico de dos comunidades cercanas a dos volcanes activos del estado de Chiapas, al sureste de México. Se tomaron como áreas de estudio las localidades de Chapultenango, en el volcán Chichón o Chichonal y Unión Juárez, en las proximidades del volcán Tacaná; debido a que el primero tuvo una erupción catastrófica en 1982 y el segundo una pequeña erupción freática en 1986. De este modo, ambas localidades resultaron idóneas para conocer el grado de información de la población sobre los peligros volcánicos, planes de emergencia y en todo caso, el riesgo al que están sujetas al vivir en un volcán activo.

Para la elaboración de esta investigación, se realizó trabajo de campo que consistió en la formulación y aplicación de encuestas y entrevistas a un 10% de la población total de cada entidad, así como su análisis respectivo. Los resultados se presentan de forma gráfica lo que facilita su representación; además, se hace una pequeña comparación con estudios similares en otros volcanes de México (Popocatépetl y Colima) y del mundo.

Este estudio indicó que aproximadamente el 50% de los encuestados en ambas comunidades de Chiapas (Chichón y Tacaná) no están suficientemente informados sobre los peligros volcánicos, ni preparados para enfrentar una erupción. Esta cifra es muy similar a la obtenida en estudios realizados en el volcán Popocatépetl (42%). La principal fuente de información que tienen estas poblaciones son los medios de comunicación: en el caso del volcán Chichón esta cifra es del 28% mientras que en el volcán Popocatépetl asciende hasta el 64%.

Una de las conclusiones más sobresaliente de este trabajo fue la falta de programas de educación e información a la población sobre los peligros y riesgos que implica vivir en terrenos volcánicos. Los programas de información a las poblaciones cercanas a volcanes activos en nuestro país son pocos y en algunos casos no existen; la población se encuentra poco informada sobre los peligros que pueden desencadenarse durante una erupción y los riesgos que corren al asentarse en zonas cercanas a un volcán activo.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la Tierra han existido fenómenos naturales tales como las temperaturas extremas, las inundaciones, los movimientos gravitacionales del terreno, los ciclones, los sismos y la actividad volcánica, entre otros que al interactuar con los asentamientos humanos se conocen como peligros naturales. Cuando estos peligros provocan daños a la población se convierten en desastres naturales (Tilling, 1993). Algunos ejemplos importantes son las constantes inundaciones en Bangladesh por la ocurrencia de Monzones (Blaikie *et al.,* 1994), el terremoto de 1923 en Japón que ocasionó un incendio que destruyó Tokio y causó la pérdida de 130,000 vidas (Lomnitz, 1999). Otro ejemplo fue la erupción del 13 de noviembre de 1985, del volcán Nevado del Ruiz, Colombia, que generó un flujo piroclástico, el cual ocasionó que parte superficial del glaciar que cubría el cráter se derritiera formando un lahar caliente que viajó por más de 50 km a lo largo del río Guali sepultando al poblado de Armero. Este desastre ocasionó la pérdida de 22,000 vidas (Naciones Unidas, 1985; Siegel y Witham, 1991 todos en Blaikie *et al.,* 1994).

También las erupciones volcánicas son importantes peligros naturales que pueden llegar a desencadenar desastres, ya que son fenómenos favorecidos por la gravedad y por las irregularidades del terreno en torno al volcán. Los eventos volcánicos afectan, directa e indirectamente, la vida y salud de las personas, sus actividades y sus pertenencias. Los principales peligros volcánicos son: derrames de lava y formación de domos, materiales de caída aérea, lahares, deslizamientos o derrumbes volcánicos, flujos piroclásticos, gases, sismos volcánicos y tsunamis. Algunos de los peligros volcánicos pueden ocurrir inclusive sin que el volcán esté en actividad, como es el caso de las avalanchas de escombros y los lahares.

Los procesos que intervienen en una erupción volcánica son muy variados en cuanto al tipo de material arrojado, volumen y tipo eruptivo, por lo que cada erupción representa una amenaza de distinto tipo e intensidad. De esta forma, se deben realizar estudios y trabajos de prevención e información a la población, para alertarla del riesgo que implica vivir cerca de un volcán y saber qué hacer antes, durante y después de una erupción.

Se estima que el 10% de la población del planeta vive sobre o cerca de un volcán potencialmente activo y México no es la excepción, ya que al menos el 50% de su población vive a lo largo de la provincia volcánica conocida como Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM), habitando en las cercanías de un volcán (Macías y Capra, 2003). En el país existen

varios volcanes activos considerados de alta peligrosidad: Tres Vírgenes en Baja California Sur, Bárcena y Everman en las Islas Revillagigedo, Ceboruco y Sanganguey en Nayarit, Volcán de Colima o de Fuego localizado en los límites de los estados de Colima y Jalisco, el Popocatépetl o entre los límites del Estado de México y Puebla, el Pico de Orizaba o Citlaltépetl entre los estados de Puebla y Veracruz, el San Martín en Veracruz y los volcanes Tacaná y Chichón o Chichonal[*] en el estado de Chiapas. Durante el siglo XX varios de estos volcanes entraron en actividad (Tabla 1).

Como se puede observar en la Tabla 1, la población mexicana ha observado durante el siglo XX el nacimiento de dos volcanes: el Parícutin en 1943, en el estado de Michoacán, y en 1952 el volcán Bárcena en las Islas Revillagigedo. Así también, ha presenciado las crisis de los volcanes Popocatépetl (1994-presente) y Colima (1998-2005), lo cual ha permitido su sensibilización a esta clase de fenómenos volcánicos (Macías y Capra, 2003). De las erupciones ocurridas durante el siglo XX, destaca en 1982 la del volcán Chichón, la cual causó un impacto severo en la población. El Chichón se reactivó de manera violenta produciendo la peor catástrofe de índole volcánica en México en tiempos históricos, después de haber estado inactivo por un período de 550 años (Espíndola *et al.,* 2000; Macías *et al.,* 2003). De igual forma tuvieron lugar dos erupciones freáticas de pequeña magnitud en el volcán Tacaná en el mismo estado de Chiapas, que aunque no causaron daños directos a los poblados circundantes, incrementaron notablemente la sensibilidad de la población hacia esta clase de fenómenos. A pesar de contar con estos antecedentes, no se había llevado a cabo un estudio sistemático dedicado a conocer el grado de información con que cuenta la población sobre los fenómenos volcánicos, ni cuál es su percepción del riesgo.

Es en esta forma que las erupciones de los volcanes Chichón y Tacaná en el estado de Chiapas, su actividad sísmica e hidrotermal actual, así como la numerosa población que habita en las partes bajas de estos volcanes -donde existen suelos muy fértiles- representan sitios excelentes para llevar a cabo estudios sobre la percepción de los peligros y el riesgo volcánico. Antes de este trabajo se desconocía cuál era el grado de vulnerabilidad que tiene la población localizada en estas zonas y la percepción que tiene sobre el riesgo volcánico al que se encuentra expuesta.

[*] por cuestiones de homogenización a partir de aquí sólo se mencionara como volcán Chichón

Tabla 1. Actividad volcánica en México durante el siglo XX.

Volcán	Localización	Año	Actividad
Colima	Colima, Jalisco	1913	Destrucción del domo central
		1961-62	Emisión de coladas de lava
		1975-76	"
		1981-82	Destrucción parcial del domo y en ocasiones
		1991	emisión de coladas de lava
		1994	""
		1998-2000	""
		2001-2002	
Parícutin	Michoacán	1943-52	Formación de un volcán o cono de escoria
Bárcena	Isla San Benedicto, I. Revillagigedo, Colima	1952	Formación de un volcán o anillo piroclástico
Chichón	Chiapas	1982	Destrucción total del domo central
Tacaná	Chiapas, México-Guatemala	1950 y 1986	Explosión freática
Everman	Isla Socorro, I. Revillagigedo, Colima	1993	Emisión submarina de escorias
Popocatépetl	México, Morelos, Puebla	1994-presente	Caída de cenizas, flujos piroclásticos, lahares

Los estudios más recientes realizados sobre riesgos naturales son los de García (1993), Salinas (1994), Salas (1995), Flores (2002), Borja (2003), Torres (2003), Cruz (2003), aun cuando ninguno de ellos ha estado encaminado a determinar la percepción de los peligros y riesgos volcánicos del Chichón y Tacaná. A pesar de las malas experiencias vividas durante la erupción del Chichón de 1982, así como las erupciones freáticas que tuvo el Tacaná en 1986 y su palpable actividad hidrotermal, no existen estudios orientados a conocer el grado de percepción que tiene la población sobre los peligros volcánicos, lo cual resulta indispensable para determinar la información que se les proporciona y la susceptibilidad de los habitantes ante la presencia de un volcán activo. Por estos motivos, es indispensable iniciar una serie de estudios dirigidos en esta dirección. En este trabajo se lleva a cabo un estudio sobre percepción del peligro y riesgo volcánico en algunas localidades cercanas a los volcanes Chichón (municipios de Chapultenango) y Tacaná (municipio de Unión Juárez) en el estado de Chiapas.

OBJETIVO GENERAL.

El propósito principal de este trabajo es conocer y analizar el grado de percepción del riesgo y susceptibilidad por actividad volcánica en algunas localidades de los municipios de Chapultenango y Unión Juárez por los volcanes Chichón y Tacaná, Chiapas

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Conocer la historia eruptiva de los volcanes Chichón y Tacaná
- Reconocer cuáles son los peligros volcánicos del volcán Chichón
- Reconocer los daños causados por la erupción de 1982 del volcán Chichón
- Reconocer las áreas afectadas por erupciones pasadas
- Determinar la percepción del riesgo que tiene la población sobre los peligros volcánicos en Chapultenango y Unión Juárez, Chiapas

CAPITULO I. MARCO FÍSICO Y TEÓRICO

1.1 Marco físico-geográfico del municipio de Chapultenango

El municipio de Chapultenango se encuentra al noroeste del estado de Chiapas, a los 17° 20’ 10” N y 93° 07’ 45” W, con una altitud de 640 metros sobre el nivel del mar (ms.n.m.) Limita con los municipios de Pichucalco e Ixtacomitán al norte; Solusuchiapa e Ixhuatán al este; Tapilula, Pantepec, Tapalpa y Ocotepec al sur y con Francisco León al oeste (el cual fue destruido totalmente por la erupción del volcán Chichón en 1982) (Fig. 1.1). Su extensión territorial es de 191.5 km^2, que representa el 0.21% del estado (SEGOB, 1989).

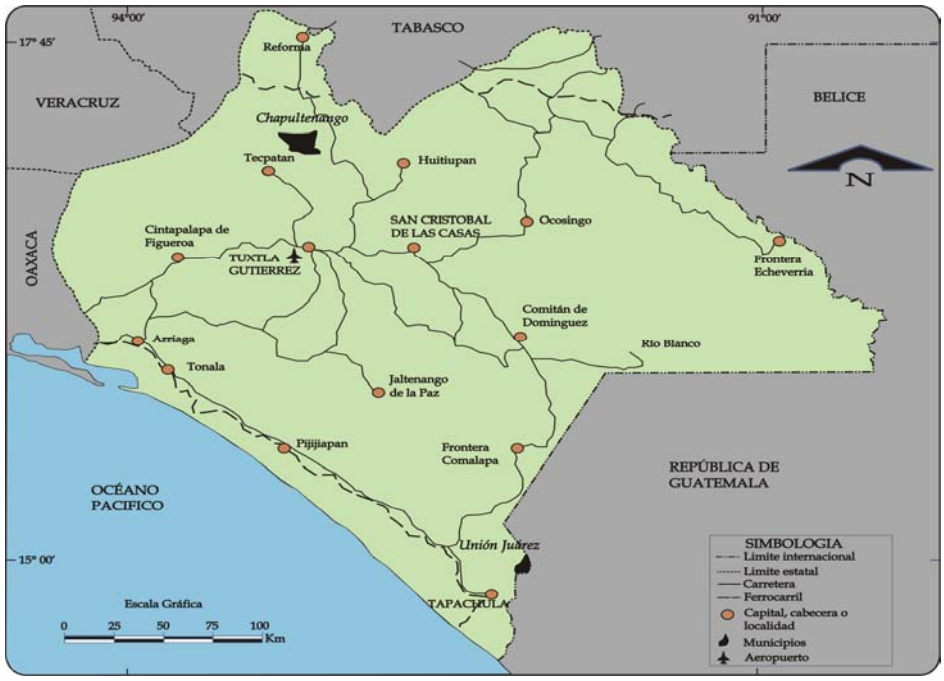


Figura 1.1. Mapa de localización del municipio de Chapultenango al norte del estado y de Unión Juárez al sur de Chiapas, donde se observan las principales vías de comunicación del estado Fuente: INEGI, 1994.

El municipio está geológicamente, asentado, sobre un terreno mesozoico, que incluye como basamento rocas ígneas intrusivas de composición ácida, rocas cálcareas del Cretácico Inferior, lutitas y areniscas del Terciario inferior y roca ígnea extrusiva intermedia del Terciario superior (SEGOB, 1989). El tipo de suelo predominante es luvisol (acumulación de arcilla en el subsuelo, de zonas templadas o tropicales lluviosas, de color rojo a claro y

moderadamente ácido con susceptibilidad moderada a alta a la erosión). Su principal vocación es agrícola y pecuario, con la mayor superficie de selva, correspondiendo la totalidad de la superficie municipal a terrenos ejidales (SEGOB, 1989).

En Chapultenango prevalece un clima de tipo cálido-húmedo con lluvias todo el año con temperatura media anual de 22.5°C. La dirección de los vientos predominantes es de norte a sur y tiene una precipitación pluvial de 4,286 milímetros al año. Las principales corrientes son los ríos Grijalva, El Platanar, Magdalena, Agua Tibia, Tuspac, Susnubac, Agua Caliente, entre otros (Fig. 1.2).

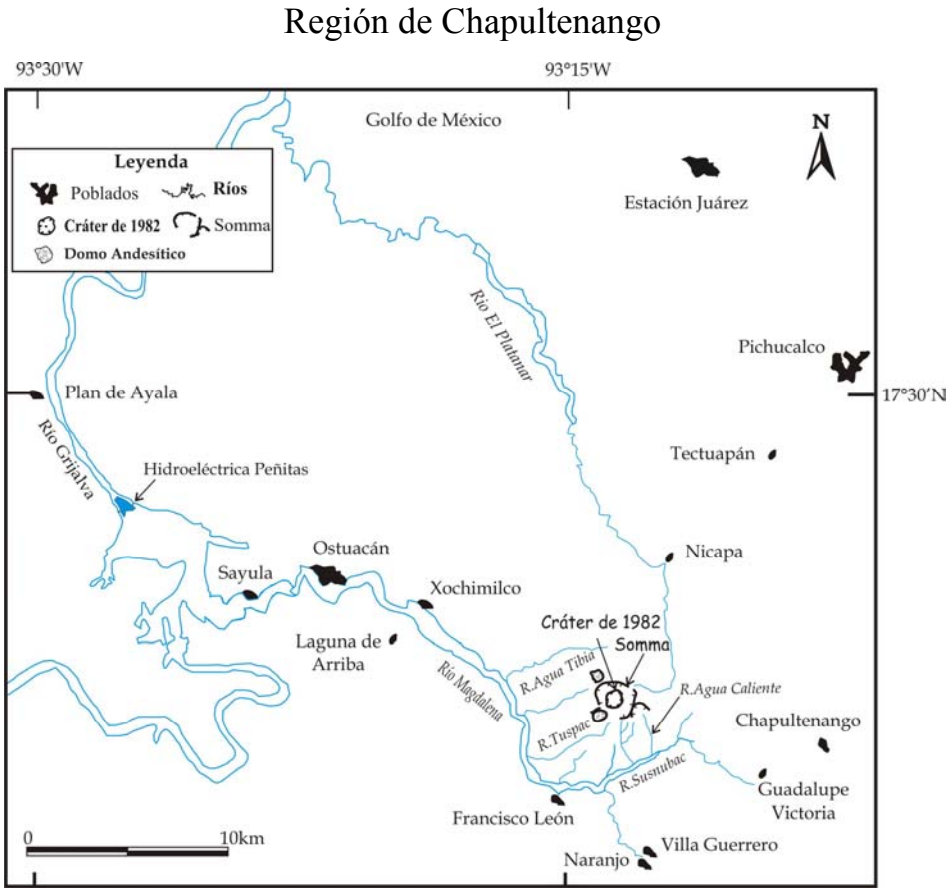


Figura 1.2. Principales ríos y poblados del municipio de Chapultenango, Chiapas, donde se observa en la parte SE el cráter somma y un cráter interior formado en 1982 (Macías *et al.*, 2004).

En Chapultenango prevalece flora de especies de matapalo, chihte, mirasol, jopi, palo de danta, hule, aguapo, caoba, cedro, ceiba, chicozapote, guarumbo y jimba. Dentro de su fauna se encuentran variadas especies como: boa, mazacuata, nauyaca, coralillo, iguana de

ribera, tortuga plana, tortuga cocodrilo, zopilote rey, armadillo, jabalí, mapache, murciélago, puerco espín, senso o tamborcillo, tejón tlacuache y venado cabrito, entre otras, siendo estás las más representativas.

El nombre de Chapultenango significa en náhuatl "lugar fortificado de los chapulines". Antes de la conquista española, un grupo de zoques se estableció en el territorio del actual municipio. Posteriormente, fueron sometidos por los aztecas y poco después por los españoles. El pueblo colonial de Chapultenango se fundó a finales del siglo XVI como producto de la política de reducción seguida por la Corona Española; originalmente estaba formado por los barrios de Chapultenango y San Jacinto. En 1590 se fundó un convento y en 1678 aparece como tributario de la "Real hazienda y caxa de la ciudad de Santhiago de Goathemala". En 1778, según el censo de ese año, Chapultenango contaba con 279 habitantes. Chiapas fue erguido como Estado el 4 de octubre en 1824, sin la región del Soconusco, región que se incorporó en 1842 a México. El 7 de julio de 1873 el territorio del estado se dividió en cinco partidos, siendo la villa de Chapultenango cabecera del partido del noroeste. En 1910 fue creado el distrito de Pichucalco, al cual pasó a pertenecer y el 23 de febrero de 1944 fue elevado a la categoría de municipio de segunda. En 1982, el municipio fue gravemente afectado por la erupción del volcán Chichón; la tercera parte de su territorio quedó gravemente afectada, teniendo que migrar en su mayoría la población (SEGOB, 1993).

El municipio de Chapultenango cuenta con un total de 6,965 habitantes, 49.59% hombres y 50.41% mujeres (INEGI 2000). Toda la población del municipio es rural. Las localidades de El Volcán Chichonal, Yaspac y Guayabal eran poblaciones con gran número de habitantes antes de la erupción de 1982, y desaparecieron con la misma. Otras localidades también se vieron afectadas, por la disminución considerable de su población y se convirtieron en las principales localidades por el mayor número de habitantes, como: Chapultenango, Río Negro, Guadalupe Victoria, San Antonio Acambac, Valtierra, Nanchital y Movac (INEGI 2000). En la Tabla 1.1 se presenta la movilidad de la población del municipio de Chapultenango antes y después de la erupción del volcán Chichón en 1982 y como se encontraba al 2000.

Tabla 1.1. Movilidad de la población de 1980 al 2000 en el municipio de Chapultenango

CHAPULTENANGO				
Localidad	**Nombre actual de la localidad**	**Numero de habitantes**		
		Censos		
		1980	**1990**	**2000**
Chapultenango	Chapultenango	1005	1908	2794
Lusnuva	Carmen Tonapac	773	229	292
Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria	1285	489	597
Guayabal	Guayabal (Esquipula)	654	*	*
Movac	Movac Primera sección	177	268	203
Nanchital	Nanchital	187	203	150
Río Negro	Río Negro	817	1030	633
Cerro El Gavilán	San Andrés	40	*	*
San Antonio Acambac	San Antonio Acambac	310	357	419
San Miguel	Buena Vista	116	28	*
Trinidad	La Trinidad	12	*	*
Valtierra	Valtierra Centro	794	319	208
El Volcán	El Volcán Chichonal	794	*	*
Yaspac	San Pedro Yaspac	680	*	*
San Miguel	San Miguel	36	20	24
La Asunción	Nuevo Chapultenango (La Asunción)	16	*	*
Sonora	Sonora	6	*	*
San Juan	San Juan	5	*	*
Loma de Caballo	Loma de Caballo	64	*	*
Cumbres de Valtierra	Cumbres de Valtierra	*	117	115
Santa Cecilia	Santa Cecilia	*	*	*
San José del Carmen Valtierra	San José Valtierra	*	173	118
Caracol	Caracol (Valtierra)	*	178	98
San Miguel Buenavista	San Miguel Buenavista	*	183	258
Buenavista	Buenavista Caracol	*	29	87
Mina Valtierra	Mina Valtierra	*	*	35
San Sebastián	San Sebastián	*	*	*
La Trinidad	La Trinidad	*	*	*
La Alianza	La Alianza	*	*	*
Buenos Aires	Buenos Aires	*	*	426
Casa Blanca	Casa Blanca	*	*	*
Los Sánchez	Los Sánchez	*	*	85
Chipilcoite	Chipilcoite	*	*	*
San José Paraíso	San José Paraíso	*	*	79
Movac segunda sección	Movac segunda sección	*	*	55
Nanchital San Antonio tercera sección	Nanchital San Antonio tercera sección	*	*	33

Nanchital San Francisco segunda sección	Nanchital San Francisco segunda sección	*	*	78
San Pascual Bailón	San Pascual Bailón	*	*	63
Total		**7771**	**5531**	**6850**

*Años del censo sin datos Fuente: INEGI, 2000

1.2 Marco físico- geográfico del municipio de Unión Juárez

El municipio de Unión Juárez está ubicado en el extremo meridional del estado, a los 15° 03' 50'' N y 92° 04' 44'' W y a una altitud de 1, 200 ms.n.m. Su extensión territorial es de 72 km^2, que representa el 0.09% del estado.

Unión Juárez limita al norte, al sur y al este con la República de Guatemala y al oeste con el municipio de Cacaohatán. La totalidad de la población es rural y se distribuye en las 20 localidades que conforman el municipio, siendo la mayor de ellas Santo Domingo, seguida por la cabecera municipal, ejidos Once de Abril, Eureka, Trinidad, San Rafael y Córdova Matasanos (Fig. 1.1).

Geológicamente el municipio de Unión Juárez se encuentra sobre rocas ígneas intrusivas ácidas del Mesozoico y rocas intrusivas y extrusivas intermedias del Terciario. El tipo de suelo predominante es andosol (formado a partir de cenizas volcánicas, con una capa superficial de color negro; es suelto y muy susceptible a la erosión). Su vocación principal es bosque y selva, correspondiendo el 58.10% a terrenos ejidales, el 16.80% a propiedad privada, el 21.84% a terrenos de propiedad federal y el 3.24% a propiedad comunal (SEGOB, 1989).

El clima que prevalece en está zona esta relacionado con la altura y cambia de cálido-húmedo a templado-húmedo y frío en la cumbre del Tacaná (4060 ms.n.m.). Generalmente la dirección de los vientos es de suroeste a noreste. En la cabecera municipal, el clima es semicálido-húmedo con lluvias periódicas en los meses de mayo a octubre, teniendo abril como el mes más caluroso. La temperatura media anual es de 20.7°C y la precipitación pluvial anual de 3,830 mm. Los recursos hidrológicos que conforman los ríos son Suchiate, Coatán, Cahuacán, entre otros; los arroyos del caudal permanente son Los Chacoyos, La Perla, Eureka, El Chorro, El Zarco y El Carmen (Fig 1.3).

Región del Volcán Tacaná

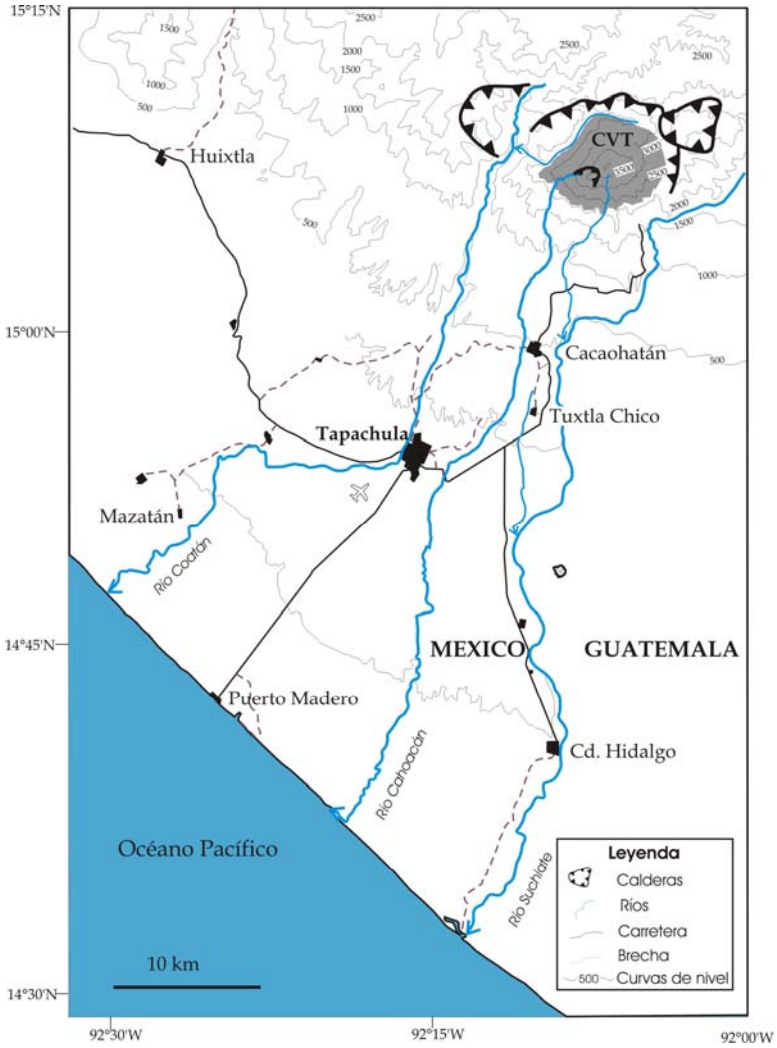


Figura 1.3. Mapa de los principales ríos y poblaciones del municipio de Unión Juárez, Chiapas, donde se observan las principales carreteras y brechas de la zona y el Complejo Volcánico Tacaná (CTV) (Macías *et al.*, 2000).

En este municipio la flora está conformada por las especies de ciprés, jaboncillo, mano de león, mosqueta, pinabeto, anisillo, helecho arbóreo, capa de pobre, cedro, encino, liquidámbar, romerillo, sabino, manzanilla y roble. En fauna existe una extensa gama de especies, entre las cuales se encuentran: culebra ocotera, nauyaca de frío, gavilán golondrino, picamadero ocotero, ardilla voladora, jabalí, puma, murciélago, venado de campo, zorrillo espalda blanca, culebra verdosa, lagarto escamoso verde, cotorrilla, chupaflor montañero, jilguero, pajuil, pavón, cacomixtle, jaguar, tapir y venado cabrito.

Unión Juárez fue erigido en pueblo y cabecera municipal con el nombre de La Unión de Juárez, en memoria del Benemérito de las Américas, por decreto del 18 de octubre de 1870. La fundación del pueblo y municipio de La Unión de Juárez se realizó con los habitantes de la congregación de familias residentes en los terrenos de El Zapote, del departamento del Soconusco. Fue Rosalío Córdova, jefe político del Soconusco, quien hizo el trazo de las calles, parque y ubicación del edificio de las autoridades locales. El 1° de diciembre de 1882 Miguel Utrilla, gobernador del Estado, promulga el decreto que divide Chiapas en 12 departamentos, apareciendo el pueblo de La Unión de Juárez en el departamento del Soconusco como Unión Juárez (SEGOB, 1989).

La localidad de Unión Juárez cuenta con una población total de 2,544 habitantes, según el censo del 2000, de los cuales 1,226 son hombres y 1,318 mujeres (INEGI 2000)

1.3 Marco teórico-conceptual

Para la sociedad un desastre es aquel causado por fuerzas naturales poderosas o sobrenaturales que actúan en su contra, dado que es producido por fuerzas extrañas e incontrolables que la impactan. Esta visión fatalista inhibe la acción y conduce a la resignación y al conformismo de lo que le depara el destino. Otro tipo de concepción, también errónea, es atribuir los desastres al comportamiento y la actuación maléfica de la naturaleza, con lo cual se ha reemplazado a los poderes sobrenaturales o dioses. El fatalismo o pesimismo surge de la impotencia que siente el hombre respecto a la naturaleza a la cual ve como su progenitora, como la fuente de sustento y, por lo tanto, como la dueña de su vida y sus pertenencias (Perry y Montiel, 1996).

La superficie de la Tierra es un sistema dinámico complejo, que en ocasiones se ve afectado por los procesos internos y externos que en ella ocurren, los que aunados al crecimiento explosivo de la población, la perturbación directamente. Durante el siglo XX ocurrieron diversos fenómenos naturales como inundaciones (fenómeno del niño), sismos, procesos de ladera, actividad volcánica, entre otros, que pusieron en peligro la integridad de asentamientos humanos localizados en regiones de riesgo. Esto ha resultado de la interacción entre el medio físico y el social, a lo que se le conoce como riesgos naturales (Macías, 1999). Los riesgos pueden ser catastróficos de manera inmediata, los desastres naturales se reflejan en

la (Maskrey, 1993). Después de una crisis, también pueden desencadenarse desastres en forma indirecta.

El esfuerzo por entender las respuestas de los individuos, organizaciones y sociedades ante los desastres, ha girado tradicionalmente en torno a los conceptos de fenómeno, peligro, riesgo y desastre. Los términos son utilizados tanto por investigadores interesados en comprender las variadas reacciones de las personas ante los desastres, como por las autoridades encargadas de diseñar sistemas de respuesta y recuperación después de una catástrofe.

Para poder entender los desastres naturales y prevenirlos, es necesario entender los significados de cada una de las palabras que se utilizan para definirlos, como fenómeno, peligro, riesgo, vulnerabilidad y desastre.

1.3.1 ¿Qué es un fenómeno natural?

Un fenómeno natural es toda aquella manifestación de la naturaleza. Se refiere a cualquier expresión que ésta adopte como resultado de su funcionamiento interno (Romero y Maskrey, 1993). Los hay con cierta regularidad, como las altas temperaturas en primavera-verano, las lluvias en los meses de verano, las precipitaciones en los meses de invierno, etc., o los de aparición extraordinaria y sorprendente como los sismos, los "tsunamis" o maremotos, las erupciones volcánicas, etc. Algunos fenómenos naturales de extraordinaria ocurrencia pueden ser previsibles o no, dependiendo del grado de conocimiento que los hombres tengan acerca del funcionamiento de la naturaleza.

La ocurrencia de un "fenómeno natural", sea ordinario o incluso extraordinario, no necesariamente provoca un "desastre natural", puesto que hay que entender que la Tierra está en actividad, dado que no ha terminado su proceso de formación y que su funcionamiento da lugar a cambios en su faz. Los fenómenos deben ser considerados siempre como elementos activos de la geomorfología terrestre, puesto que está cambiando el paisaje natural, pero estos resultados no pueden considerarse desastrosos o catastróficos. El hombre debe aceptar que está conviviendo con una naturaleza activa, que posee sus propias leyes de funcionamiento contra las cuales no puede atentar o no siempre puede adaptar a sus necesidades, a riesgo de resultar perjudicado él mismo, quedando expuesto a sus efectos.

Lo anterior indica que los efectos de ciertos fenómenos naturales no son necesariamente desastrosos, sino que sólo son procesos, únicamente lo son cuando los cambios producidos afectan una forma de vida con lo cuál el hombre contaba, o un modo de vida realizado en función de un determinado paisaje.

1.3.2 ¿Cuándo un fenómeno natural se convierte en peligro?

No todo fenómeno es peligroso para el hombre. Por lo general convivimos con ellos y forman parte de nuestro medio ambiente natural. Algunos fenómenos, por su tipo y magnitud así como por lo sorpresivo de su ocurrencia, constituyen un peligro. El peligro que representa un fenómeno natural puede ser permanente o pasajero, de acuerdo con su potencial dañino. Éste es mayor o menor según la probabilidad de ocurrencia y la extensión de su impacto (Romero y Maskrey, 1993).

1.3.3 ¿Qué es un peligro natural?

Peligro o amenaza es la probabilidad de ocurrencia de que un determinado lugar o asentamiento pueda ser afectado por fenómenos naturales dentro de un período de tiempo determinado. En general, es poco y muy costoso lo que el hombre puede hacer para reducir el peligro. En el caso específico **del peligro volcánico,** se refiere a la probabilidad de que un área determinada sea afectada por procesos o productos volcánicos potencialmente destructivos en un intervalo de tiempo dado (Tilling, 1993).

1.3.4 ¿Qué es riesgo?

Los especialistas acostumbran desarrollar un análisis del concepto que podemos calificar de minucioso pero unidimensional: el riesgo suele ser enfocado desde una sola perspectiva. A pesar de ello, en la actualidad son numerosas las investigaciones científicas que sugieren un enfoque plural de la idea de riesgo, pues sus múltiples aspectos afectan a diferentes personas en modos diversos.

La idea de riesgo es central para entender la manera en que los individuos y las sociedades responden ante la posibilidad de un desastre; por lo tanto, la ubicuidad del concepto de riesgo es clave en el estudio de la relación entre los desastres y la sociedad. Por lo general, los científicos utilizan el concepto de riesgo implícita o explícitamente; es decir, “el

riesgo es enfocado como un estado de percepción mental", como una realización cognitiva que se constituye en la causa de la acción de individuos, organizaciones y sociedades (Perry y Montiel, 1996). El riesgo, en sus distintos sentidos, puede ser percibido por los ciudadanos, los investigadores y los funcionarios públicos de distintas formas.

La definición dada por los economistas Dacy y Kunreuther (1969) y Sorkin (1982) a riesgo en casos de desastres consiste en calcularla desde el punto de vista cuantitativo: el riesgo es la propiedad de un evento. Así, se determina de acuerdo con las características de un suceso histórico similar, por ejemplo, una inundación o erupción volcánica sucedida en un lugar y tiempo dados. Suponiendo que dicho evento haya acarreado consecuencias negativas, el riesgo se calcula multiplicando la probabilidad de que este evento ocurra, por las consecuencias de este evento, basadas en eventos pasados. En este contexto, el riesgo se mide de acuerdo con la pérdida de propiedad como resultado de un desastre (Perry y Montiel, 1996).

Otro concepto de riesgo es dado por los sociólogos y psicólogos sociales (Erikson, 1976; Mileti, 1974 en Perry y Montiel, 1996). Este enfoque supone que riesgo es un estado de percepción mental de cada individuo ante el peligro. Esta perspectiva evita enfocar el riesgo exclusivamente en términos de la probabilidad de un evento y de sus consecuencias. Por el contrario, hay que concebir el riesgo en el contexto de sus consecuencias para la vida de los individuos. Wallace (1956), considera que los individuos temen a los desastres de la naturaleza por la capacidad que tienen éstos de interrumpir instantáneamente el curso normal de sus vidas; por ejemplo, las inundaciones o erupciones volcánicas acarrean consecuencias negativas como: muerte, ruptura de las relaciones sociales, destrucción de propiedades y del medio ambiente. Según Flores (2002), el riesgo no es entendido sólo en términos de daño a la propiedad sino también de la interrupción del ritmo de la vida cotidiana, donde no sólo es visto desde la perspectiva del bienestar individual sino también de familiares, amigos y comunidades. Para entender el riesgo es necesario integrar los conceptos de daños a la propiedad y de amenazas a la vida (personas-propiedad), así como la calidad de vida de los individuos y la pérdida de valores.

Respecto a la perspectiva "personas-propiedad", se sabe que el peligro de daño personal no es motivo suficiente para que las personas obedezcan las alertas de peligro, los ciudadanos piensan que el riesgo personal es insignificante y el de propiedad alto, debido a la

falta de programas de educación a la población sobre su seguridad física. Esta perspectiva justifica la idea de que los ciudadanos piensan y actúan diferente, dependiendo de si el riesgo afecta a su persona o a su propiedad. Se podría discutir que el verdadero problema no reside en la respuesta de los ciudadanos sino en la forma en que se ha medido y difundido el riesgo. Los ciudadanos ven el riesgo en términos de daños a la propiedad y a la seguridad personal, pero la tradición económica se enfoca exclusivamente en los daños materiales ignorando completamente el aspecto humano.

En los estudios de riesgo es necesario tomar en cuenta varias características, tales como los peligros naturales, que se presentan sobre un lugar específico, la frecuencia u ocurrencia, la magnitud del impacto y las relaciones con el tiempo; lo anterior es un factor importante a considerar en la prevención de desastres naturales (Calderón 1998).

De acuerdo con Macías (1992), el grado de riesgo al que está expuesto un país o un grupo de población cuando ocurre un fenómeno o evento natural violento depende principalmente de dos factores: del peligro o la amenaza natural y la vulnerabilidad de las construcciones. Los fenómenos naturales han existido siempre, lo que ha cambiado es el impacto que causan. En áreas donde no hay población humana, los fenómenos naturales normalmente no se convierten en desastres. Sin embargo, la misma amenaza, sea erupción volcánica o inundación, puede provocar efectos muy diferentes, dependiendo de la vulnerabilidad de la comunidad.

Según Tilling (1993) riesgo es la posibilidad de pérdida (de vidas humanas, propiedades, capacidad productiva, etc.) dentro de un área determinada sujeta a los peligros.

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Costo} \times \text{Vulnerabilidad}$$

En esta relación, el peligro se refiere a la probabilidad de que un área en particular sea afectada por alguna de las manifestaciones del desastre. El costo incluye el número de vidas humanas amenazadas o cualquier elemento económico y la vulnerabilidad es una medida de la proporción del costo susceptible a ser perdido en un evento peligroso dado.

El riesgo no es sólo una abstracción, ya que muchos países o comunidades han diseñado mapas para ilustrar su grado de riesgo, los cuales no solamente muestran zonas con

la más alta probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de cierta magnitud, sino también toman en cuenta la infraestructura vulnerable de dichas zonas.

1.3.5 Metodología para la evaluación del riesgo y peligro

Para la evaluación del riesgo es necesario desarrollar una metodología que permita integrar los diferentes aspectos a considerar para el análisis. En este caso se toman en cuenta todos los aspectos que se involucran en dicho proceso, tales como el peligro, la vulnerabilidad y los costos. Kates y Kasperson (1983) engloban tres diferentes aspectos para la evaluación de riesgo:

1) Identificación, ubicación del peligro y delimitación del impacto
2) Estimación de los riesgos a presentarse
3) Una evaluación de las consecuencias sociales, derivada del riesgo (pérdidas por la presencia de un evento).

Sin embargo, según Hansen (1984), también es indispensable evaluar los peligros considerando tres aspectos básicos:

1) Método histórico en el cual se hace un registro de información sobre la magnitud, frecuencia y duración de un evento
2) Análisis geomorfológico, mediante la evidencia de campo a partir de la frecuencia y magnitud de los eventos
3) Experimentación y cálculo en el que se provee información cualitativa acerca de los procesos responsables de eventos peligrosos.

Después de la evaluación del peligro y con la recopilación de información de la población sobre sus características sociales y económicas, se realiza el análisis del riesgo, en el que se identifica el grado, la estimación de pérdidas económicas y humanas, así como la evaluación del evento (Bell, 1999). El análisis de riesgo incluye de manera paralela el grado de vulnerabilidad presente en el área y los costos por pérdidas humanas o económicas que puedan ocurrir.

1.3.6 ¿Qué es vulnerabilidad?

Según la definición de Blaikie (1993), se entiende por vulnerabilidad a las características de una persona o grupo en relación con su capacidad de anticipar, enfrentar,

resistir y recuperarse del impacto de un riesgo natural. Envuelve una combinación de factores que determinan el grado en el que la vida de algunos y su sustento son puestos en riesgo por un evento discreto e inidentificable en la naturaleza o en la sociedad; es decir, vulnerabilidad se refiere al grado o predisposición al daño o pérdidas que puedan sufrir las edificaciones que el hombre realiza y depende de las características de su diseño, calidad de los materiales y la técnica de la construcción, así como áreas vulnerables.

Cutter (1996) mantiene la hipótesis de que una población es vulnerable porque carece de conocimientos elementales de los fenómenos naturales intensos que lo amenazan, no los comprende y no sabe qué medidas tomar para proteger su vida, salud y propiedades; por lo tanto, una reducción efectiva de la vulnerabilidad de la población puede lograrse mediante programas de educación e información.

La importancia que tiene la vulnerabilidad dentro del estudio de riesgos abarca las relaciones y diferencias con la pobreza. Se sabe que las consecuencias de un fenómeno natural son fatales y las poblaciones más afectadas lamentable y mayoritariamente son las de escasos recursos, ya que la pobreza favorece situaciones para que se origine un desastre social.

La pobreza y la vulnerabilidad no suscitan problemas idénticos para el desarrollo social: la pobreza dificulta pero no cierra las opciones de acción contra la vulnerabilidad, en cuanto a la reducción de esta última tiene que ver principalmente con las potencialidades de una población para actuar previamente (Maskrey, 1993).

Según la definición de Romero y Maskrey (1993), ser vulnerable a un fenómeno natural es ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad de recuperarse de ello. No toda situación en que se encuentra el ser humano es vulnerable. La vulnerabilidad en los pueblos o comunidades se da por tres causas: 1) cuando la gente ha ido poblando terrenos que no son buenos para vivienda, ya sea por el tipo de suelo o por su ubicación inconveniente respecto a los fenómenos, 2) cuando ha construido casas muy precarias, sin buenas bases o cimientos, de material impropio para la zona, que no tienen la resistencia adecuada, etc. y, por último 3) cuando no existen condiciones económicas que permitan satisfacer las necesidades humanas. Esta falta de condiciones socioeconómicas puede desagregarse en la falta de empleo o subempleo, y como consecuencia de la falta de ingreso o ingreso insuficiente, escasez de bienes, analfabetismo y bajo nivel de educación, formas de producción atrasadas, segregación social, etc. (Romero y Maskrey, 1993), elementos causantes de la vulnerabilidad física que

presentan algunos pueblos. Los hombres no crean un "hábitat" seguro para vivir por dos razones: la necesidad extrema y la ignorancia.

> Maskrey (1993) concluye que "*hay condiciones de vulnerabilidad física detrás de las cuales hay causas socioeconómicas. Hay pueblos que se han construido desde su origen sin ningún o con muy poco criterio de seguridad y puede llamárseles vulnerables por origen, y adicionalmente hay pueblos enteros, casas, canales de riesgo, puentes, etc., que con el tiempo van envejeciendo y debilitándose, debido a los factores señalados, a lo cual denominamos vulnerabilidad progresiva*".

Con esto se pude entender la responsabilidad que tiene el ser humano en favorecer los desastres naturales, sabiendo que los fenómenos naturales son un proceso que no causaría daño alguno si los seres humanos fueran capaces de entender cómo funciona la naturaleza y crear su propio hábitat acorde con este conocimiento.

Por lo tanto, las condiciones de vulnerabilidad que una población presenta no se han dado independientemente del hombre; por el contrario, ha sido el mismo hombre quien las ha favorecido, y al hacerlo se ha puesto de espaldas a la naturaleza, corriendo el riesgo de resultar dañado si ocurre un fenómeno natural determinado.

1.3.7 ¿Qué es un desastre natural?

No todas las manifestaciones violentas de la naturaleza (fenómenos), como sismos, huracanes o actividad volcánica, entre otros, necesariamente se convierten en desastres. De la misma manera, cuando ocurre un desastre, éste no siempre es resultado exclusivo del peligro o amenaza natural por sí sola, sino de lo que favoreció o dejan de hacer los humanos.

Desastre es un evento concentrado en tiempo y espacio, en el cual la población o parte de ella sufre un daño severo e incurre en pérdidas económicas, de manera que la estructura social se desajusta e impide el cumplimiento de las actividades esenciales que afecta el funcionamiento vital de la misma (SEGOB, 1993). Cada desastre produce efectos perdurables y arroja un lamentable balance en cuanto a las pérdidas, principalmente de vidas humanas y económicas. El desastre es un evento destructivo que afecta significativamente a la población, en su vida o en sus fuentes de sustento y funcionamiento, además se considera como evento puntual, es decir, que se desarrolla en tiempos cortos.

Según Lavell (1992), el desastre puede definirse como una ocasión de crisis o estrés social observable en el tiempo y el espacio, en el cual las sociedades o sus componentes básicos (comunidades, regiones, áreas, etc.) sufren daños o pérdidas físicas y alteraciones severas en su funcionamiento rutinario. Tanto las causas como las consecuencias de los desastres se consideran como el producto de procesos sociales que operan en el interior de la sociedad. Esta perspectiva pone énfasis en el cambio social y nos permite ubicar a los desastres dentro de la dinámica de la vida social; considerarlos como una parte integral de lo que normalmente ocurre en la estructura social, además de la importancia de considerar a los desastres como ocasiones de crisis social y no solamente como eventos.

Los desastres asumen proporciones distintas hay los grandes eventos, con períodos de retorno relativamente largos, que pueden suscitar una crisis a través de grandes regiones, llegando a abarcar a un país en su totalidad; hasta las ocurrencias de mediano o pequeño tamaño, temporalmente más frecuentes, pero impacto restringido a un territorio limitado constituido por zonas, ciudades o comunidades; es decir, los grandes sucesos o eventos rara vez ocurren en áreas o zonas que no hayan sido afectadas por repetidos fenómenos similares de menor escala. Los pequeños y medianos eventos constituyen así antesalas de los grandes.

Para definir los conceptos relacionados con el desastre, se puede decir que un evento o fenómeno es cuando el lugar donde se manifieste esté ocupado por una comunidad vulnerable al mismo. El municipio de Chapultenango y otros son vulnerables a los peligros volcánicos y por lo tanto es susceptible a sufrir un desastre de este tipo principalmente. El que se considere o no amenaza, dependerá del grado de probabilidad de su ocurrencia y del nivel de vulnerabilidad que la comunidad tenga por lo que los desastres constituyen fenómenos sociales.

Desastre es la correlación entre fenómenos naturales peligrosos (un sismo, una erupción volcánica, un huracán, etc.) y determinadas condiciones socioeconómicas y físicas vulnerables (situación económica precaria, viviendas mal construidas, tipos de suelos inestables, mala ubicación de la vivienda, etc.), en otras palabras, puede decirse que hay un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales ocurrieran en situaciones vulnerables (Romero y Maskrey, 1993). Por lo tanto, los desastres denominados de este modo por su magnitud, no dejan de ser, en última instancia, una serie ilimitada de pequeños eventos que afectan de forma diferente a comunidades, familias e individuos.

1.3.8 ¿Cómo prevenir los desastres?

La prevención o mitigación del riesgo tiene como finalidad el estar preparados para un desastre; éste, a su vez, debe ser visto como el resultado de un fenómeno socio-natural, entendiendo por desastres a "*...ciertos daños graves en un sistema los cuales le impiden llevar a cabo el propósito para el cual fue diseñado o recobrar el orden regular en el que funciona"* (Blaikie *et al.,* 1996).

La ocurrencia de desastres naturales en países en vías de desarrollo ha aumentado significativamente en los últimos cincuenta años (Macías, 1992), debido a los asentamientos en zonas de alto riesgo causado por la sobrepoblación. El peligro está presente y la explicación se encuentra en que las condiciones de vulnerabilidad de la población y sus asentamientos están empeorando de manera acelerada. Las posibilidades de controlar la naturaleza son remotas, por lo que, la única manera de reducir, no evitar, las posibilidades de ocurrencia de desastres es actuar con la población vulnerable mediante programas de educación e información sobre los peligros a los que están expuestos.

Como primer término, debe entenderse que el proceso de urbanización y construcciones de nuestro país mayoritariamente lo realiza la gente misma al margen de cualquier programa oficial; y que una proporción creciente de las actividades productivas y económicas se realiza en el llamado "sector informal". Por consiguiente, la clave para reducir la vulnerabilidad no radica tanto en las acciones del gobierno, instituciones profesionales o sector formal, sino más bien en la población misma y sus organizaciones. Dado que la vulnerabilidad se produce a este nivel, su mitigación también tiene que realizarse por parte de la gente misma (Romero y Maskrey, 1993).

El estudio de los desastres tiene como finalidad concientizar a la población sobre su situación de vulnerabilidad y otorgarle los conocimientos necesarios para poder alcanzar condiciones de seguridad.

CAPITULO II. LOS PELIGROS VOLCANICOS

El vulcanismo ha jugado un papel importante en la historia geológica de nuestro planeta, ya que gracias a este proceso natural la humanidad se ha beneficiado porque se han creado terrenos fértiles y de gran belleza, los cuales estimulan y proporcionan sustento, permitiendo así el desarrollo de las civilizaciones. Sin embargo, en la escala humana de tiempo, las erupciones volcánicas afectan de manera negativa a la sociedad si se encuentra cerca del volcán.

Se sabe que a nivel mundial más de 1,300 volcanes han entrado en erupción durante los últimos 1,000 años, y que aproximadamente la mitad de éstos han registrado erupciones en tiempos recientes. Dos tercios de los volcanes activos se ubican en o cerca de los límites de las placas tectónicas de la región circumpacífica. En el caso de la tierra firme, se tiene un registro veraz de las erupciones que se producen, donde aproximadamente 50 volcanes entran en actividad anualmente (Tilling, 1993), y la comunidad científica y las autoridades de protección civil encaran un problema crónico y progresivamente más agudo al tener que enfrentar los peligros potenciales de erupciones futuras.

Los volcanes producen una amplia variedad de peligros que pueden ocasionar la pérdida de vidas humanas o destruir propiedades. Las erupciones de tipo explosivo representan un peligro para la población y las propiedades localizadas aún a cientos de kilómetros de distancia del volcán. Estas erupciones son capaces de afectar el clima global, pero en comparación con otros desastres naturales o inducidos por el hombre, estas ocurren con poca frecuencia, afectan a mucho menos personas y causan menos pérdidas de vidas humanas y daños materiales. Desde el año 1,000 dC (Tilling, 1993), más de 300,000 personas han sido afectadas, directa o indirectamente, por la actividad volcánica, (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Víctimas causadas por erupciones volcánicas ocurridas desde el año 1,000 d.C. hasta nuestros días (Modificada de Tilling, 1993).

Volcán	País	Año	# de víctimas	Causa de muerte
Merapi	Indonesia	1006	1,000	Flujo piroclástico
Kelut	Indonesia	1586	10,000	Flujo de escombros
Vesubio	Italia	1631	18,000	Derrame de lava
Raung	Indonesia	1638	1,000	Flujo de escombros
Etna	Italia	1669	10,000	Derrame de lava
Merapi	Indonesia	1672	300	Flujo piroclástico
Awu	Indonesia	1711	3,200	Flujo de escombros
Oshima	Japón	1741	1,480	Tsunami
Cotopaxi	Ecuador	1741	1,000	Flujo de escombros
Makian	Indonesia	1760	2,000	Flujo de escombros
Papadajam	Indonesia	1772	2,960	Flujo piroclástico
Gamalama	Indonesia	1775	1,300	Flujo piroclástico
Lakagígar	Islandia	1783	9,340	Hambruna post-eruptiva
Asama	Japón	1783	1,150	Flujo piroclástico
Unzen	Japón	1792	15,190	Tsunami
Vesubio*	Italia	1794	18	Derrame de lava
Awu*	Indonesia	1812	963	Flujo de escombros
Mayon	Filipinas	1814	1,200	Flujo piroclástico
Tambora	Indonesia	1815	92,000	Flujo piroclástico/hambruna post
Galunggung	Indonesia	1822	4,000	Flujo de escombros
Etna	Italia	1843	59	
Nevado del Ruiz	Colombia	1845	1,000	Flujo de escombros
Awu	Indonesia	1856	3,000	Flujo de escombros
Vesubio*	Italia	1872	12	Flujo piroclástico
Cotopaxi	Ecuador	1877	1,000	Flujo de escombros
Krakatoa	Indonesia	1883	36,420	Tsunami
Tarawera*	Nueva Zelanda	1886	153	Flujos piroclásticos
San Bandai*	Japón	1888	461	Flujo de escombros
Ritter	Papua-Nueva Guinea	1888	30,000	Tsunami
Awu	Indonesia	1892	1,530	Flujo piroclástico
Soufrière	St. Vincent	1902	1,560	Flujo piroclástico
Monte Pelée	Martinica	1902	29,000	Flujo piroclástico
Santa María	Guatemala	1902	6,000	Flujo piroclástico
Vesubio*	Italia	1906	213	Derrame de lava
Taal	Filipinas	1911	1,330	Flujo piroclástico
Kelut	Indonesia	1919	5,110	Flujo de escombros
Santiaguito*	Guatemala	1929	5,000	Flujo piroclástico
Merapi	Indonesia	1930	1,369	Flujo piroclástico
Rabaul Caldera	Papua-Nueva Guinea	1937	500	Flujo piroclástico
Vesubio*	Italia	1944	26	Flujo piroclástico
Merapi	Indonesia	1951	2,940	Flujo piroclástico

Lamington	Papua-Nueva Guinea	1951	2,942	Flujo piroclástico
Hibok-Hibok	Filipinas	1951	500	Flujo piroclástico
Ruapehu*	Nueva Zelanda	1953	151	Flujo de escombros
Agung	Indonesia	1963	1,900	Flujo piroclástico
Kelut*	Indonesia	1966	210	Flujo de escombros
Arenal*	Costa Rica	1968	78	Flujo piroclástico
Nyiragongo*	Zaire	1977	600	Flujo piroclástico
Monte Sta. Elena	E.U.A.	1980	60	Flujo piroclástico
El Chichón	México	1982	2,000	Flujo piroclástico
Nevado de Ruiz	Colombia	1985	22,000	Flujo de escombros
Lago Nyos	Camerun	1986	1,700	Gas
Kelut*	Indonesia	1990	35	Flujo piroclásticos
Unzen*	Japón	1991	43	Flujo piroclásticos
Monte Pinatubo	Filipinas	1991-1996	800	Flujo de escombros
Mayon*	Filipinas	1993	75	Flujo piroclástico
Merapi**	Indonesia	1994	100	Flujo piroclástico
Manam*	Papua-Nueva Guinea	1996	13	Flujo piroclástico
Soufrière*	St. Vincent	1997	19	Flujo piroclástico
TOTAL			**335,974**	

Datos tomados de *Tanguy *et al.,* (1998) y **Voight *et al.,* (2000)

Muchos de los procesos volcánicos son altamente peligrosos, ya que algunos son favorecidos por la gravedad y por las irregularidades del terreno que se encuentran en los alrededores del volcán (Astiz y García, 2000). Los eventos volcánicos afectan, directa e indirectamente, la vida y salud de las personas, tanto sus actividades como sus pertenencias. Algunos de los peligros volcánicos ocurren incluso sin que el volcán esté en erupción, como es el caso de las *avalanchas de escombros y los lahares.* Los principales peligros volcánicos están esquematizados en la Fig. 2.1 que fue tomada del folleto informativo del Observatorio Vulcanológico de Colima, traducido del Servicio Geológico de los Estados Unidos. Estos peligros volcánicos que se describen a continuación son los derrames de lava y domos, los materiales de caída, los lahares, los flujos piroclásticos, los derrumbes gigantes, los gases, los sismos y los tsunamis.

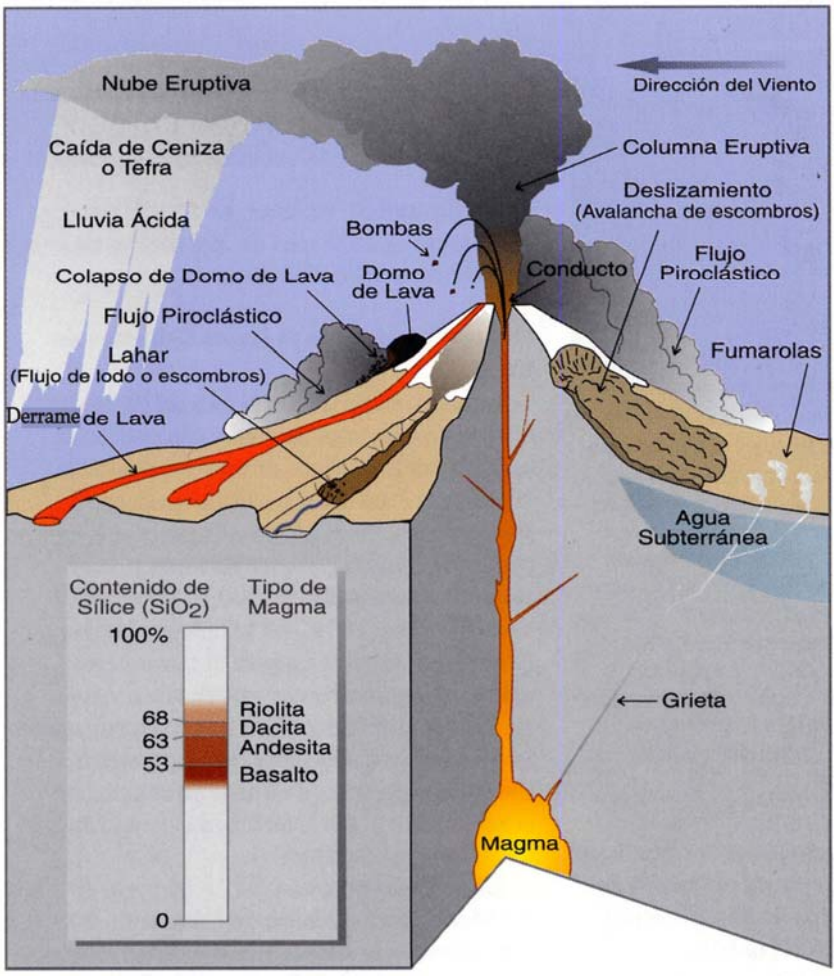


Figura 2.1 Esquema simplificado que muestra la estructura general de un aparato volcánico (interna y externa) así como los principales peligros volcánicos (tomado del folleto del USGS, 2000).

2.1 Derrames de lava y domos

Cuando el magma (roca fundida incandescente) alcanza la superficie de la Tierra se conoce con el nombre de lava, la cual puede formar derrames o ríos de lava. Las dimensiones de los flujos de lava dependen de sus propiedades físico-químicas, como su composición química, viscosidad y temperatura. Según Scott (1993) las lavas ricas en sílice (SiO_2) de composición andesítica, dacítica o riolítica, son muy viscosas por lo que forman derrames de lava cortos y espesos (Fig. 2.2) o domos empinados que se mueven y avanzan pocos metros de la boca eruptiva. Las lavas con un contenido menor en sílice, de composición basáltica, pueden recorrer varios kilómetros por hora (1-10 km), debido a su baja viscosidad. En ambos casos los derrames de lava son favorecidos por la superficie y pendiente del terreno.

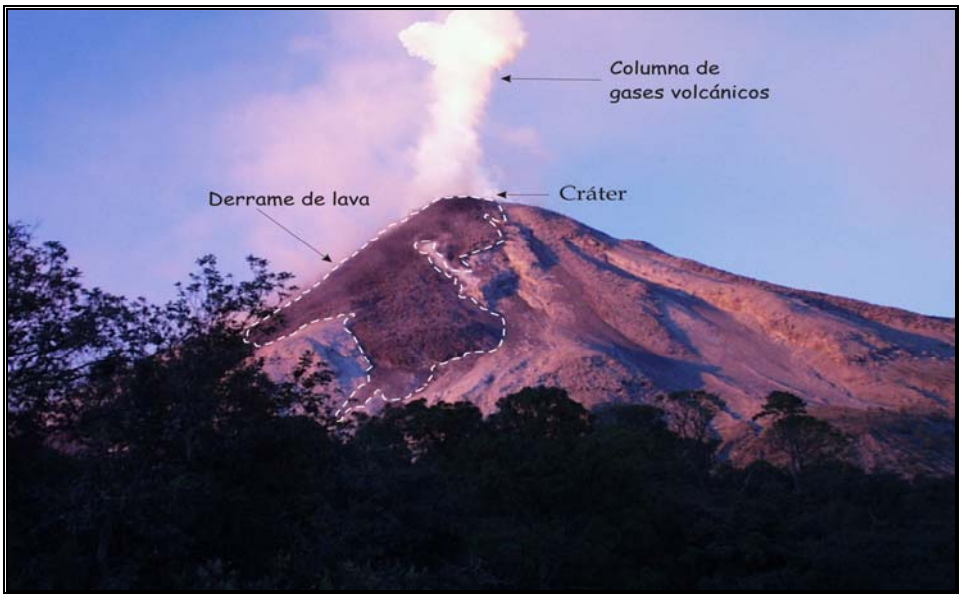


Figura 2.2. Derrame de lava del volcán de Fuego, Colima, México. Se observa un derrame de lava de composición andesítica el cual recorrió menos de 4 km desde su origen. Fotografía: José Luis Macías, 1998.

Los flujos de lava pueden enterrar, triturar o incendiar todo lo que encuentren a su paso. Dado que los flujos de lava siguen las depresiones topográficas pueden ser pronosticados con facilidad, por lo que es posible realizar evacuaciones planeadas y ordenadas.

2.2 Materiales de caída aérea

Las erupciones de tipo explosivo rompen o fragmentan el magma, expulsándolo como fragmentos de pómez, roca sólida, ceniza y gases volcánicos. El material expulsado durante las erupciones de tipo explosivo forma una columna eruptiva vertical que alcanza en pocos minutos varios kilómetros por encima del volcán (Fig. 2.3). Las columnas eruptivas consisten en tres zonas: una zona inferior donde el material asciende por el empuje de los gases, una zona intermedia convectiva, donde el material de la columna asciende por convección hasta que su densidad es igual a la de la atmósfera circundante, y una zona superior donde el material se expande y forma una nube amplia en forma de paraguas (Sparks, 1986). La temperatura del material expulsado y su tasa de emisión determinan la altura de la columna, que junto con la dirección y la fuerza de los vientos dominantes, controlan el transporte del material a grandes distancias donde provocan la caída o lluvia de ceniza, como el ejemplo de la Fig. 2.4.

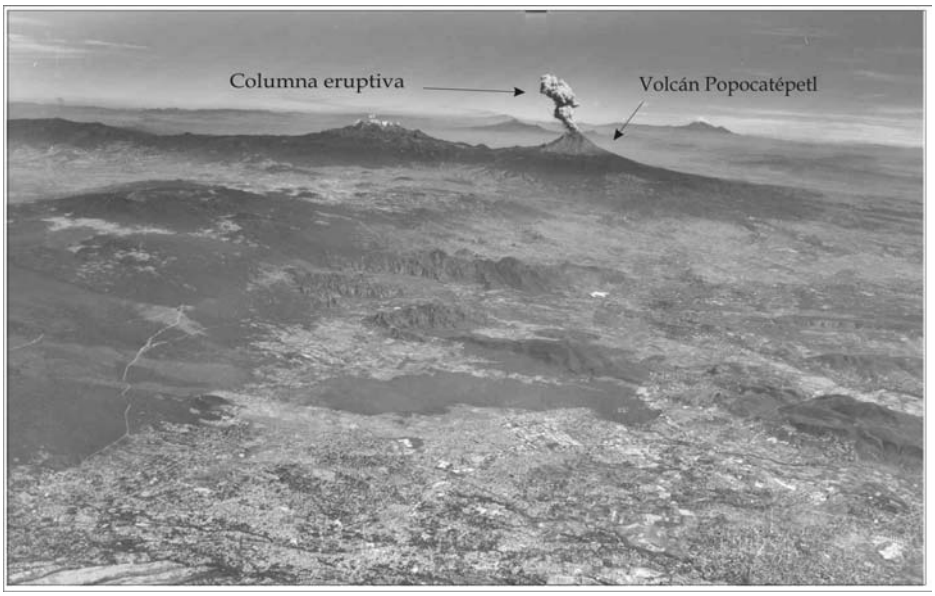


Figura 2.3 Columna eruptiva del Popocatépetl ocurrida el 9 de noviembre del 2000. Fotografía aérea escala 1:37,500 tomada desde la Ciudad de Cuernavaca. Cortesía: Alfredo Victoria Cerón

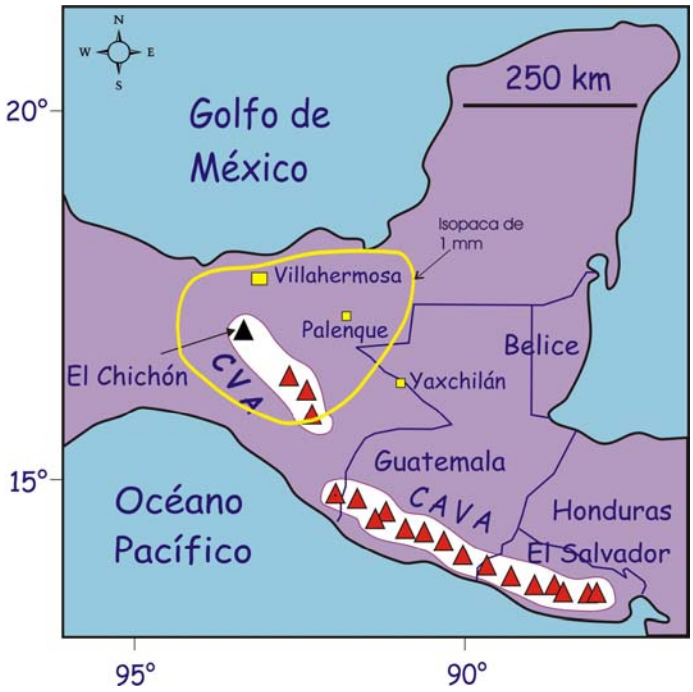


Figura 2.4. Distribución de caída de ceniza de la erupción de 1982 del volcán Chichón, Chiapas. Fuente: Macías *et al.*, (2003).

A los materiales producidos por la actividad volcánica explosiva se le conocen como rocas piroclásticas o tefra (Scott, 1993). En general, los piroclastos se pueden clasificar de

acuerdo con su tamaño en ceniza (<2 mm), lapilli (2-64 mm), bloques y bombas (>64 mm) (Fisher, 1961 citado en Tilling, 1993). Las densidades de la tefra son muy variadas, siendo la pómez y escoria (fragmentos vesiculares) de baja densidad, mientras que los fragmentos líticos son muy densos (Scott, 1993).

Los bloques y bombas abandonan el cráter con trayectorias balísticas a velocidades de decenas a centenas de metros por segundo. Sus trayectorias no son afectadas por la dinámica de la columna o por el viento. Estos proyectiles llegan a tener un alcance de 5-7 km alrededor del cráter, constituyéndose en una amenaza para la vida y las propiedades por el impacto de los fragmentos al caer.

La caída de tefra (lapilli y ceniza) en zonas más alejadas del cráter puede provocar el colapso de los techos de casas y edificios (Fig. 2.5), destruir las líneas de transmisión de energía y comunicaciones, e inclusive dañar cultivos. La ceniza seca y no compactada tiene una densidad entre 0.4-0.7 g/cm^3, mientras que húmeda y compactada alcanza una densidad de 1g/cm^3 (Blong, 1981).

Figura 2.5 Efecto de la ceniza que cayó a 20 km del cráter en la ciudad de Pichucalco, Chiapas, durante la erupción de 1982 del volcán Chichón. Se aprecian los daños causados a las calles e infraestructura. Fotografía: Federico Fregoso, abril 1982.

Durante la caída de tefra una gran cantidad de partículas finas permanece en suspensión, lo que trae consigo diversos efectos negativos como: reducción de la visibilidad al impedir el paso de los rayos solares, daños a la salud al afectar los ojos y las vías respiratorias,

daños en maquinaria y turbinas de aviones comerciales, daños a los sistemas de drenaje y electricidad.

2.3 Lahares

Los lahares son corrientes de lodo que se originan en los flancos de un volcán y que se desplazan a lo largo de las barrancas a velocidades de 10 a 60 km/h (Scott, 1993). Estos flujos están compuestos por agua y escombros (fragmentos de pómez, rocas, y ceniza) y son dirigidos por la gravedad.

Las áreas de inundación y la longitud de los lahares dependen del volumen inicial, la cantidad de sedimento, cantidad de agua y la topografía en torno al volcán. Por ejemplo, los lahares que tienen un gran volumen y un alto contenido de arcilla pueden recorrer grandes distancias mientras que los lahares con una cantidad pequeña de arcilla se atenúan rápidamente (Scott, 1993).

Los lahares se pueden formar a través de varios mecanismos: cuando ocurren tormentas simultáneamente con erupciones explosivas (Moore y Nelson, 1969 citado en Tilling 1993): cuando flujos piroclásticos calientes erosionan parte del glaciar que cubre a los volcanes nevados, cuando el material piroclástico sin consolidar se satura en agua proveniente de manantiales o lluvias inclusive después de varios años de haber ocurrido la erupción y cuando avalanchas saturadas de agua se transforman en lahares (Scott, 1993). Otro mecanismo puede ser la formación de represas por derrames de lava, avalanchas de escombros, flujos piroclásticos o bordes cratéricos, los cuales pueden colapsar por desbordamiento o derrumbe y generar lahares (Houghton *et al.*, 1987).

Los lahares representan un peligro potencial para las comunidades que se localizan en las faldas del volcán, ya que se pueden originar durante la actividad eruptiva o cuando el volcán está tranquilo, (Fig. 2.6). Estos pueden llegar a sepultar y desaparecer comunidades enteras, puesto que se mueven rápidamente y pueden sobrepasar barreras topográficas. También pueden rellenar canales de ríos, disminuyendo de manera considerable su capacidad de drenaje o cambiar el curso del río (Scott, 1993). Su depósito rápido cambia súbitamente la topografía local de los alrededores del volcán.

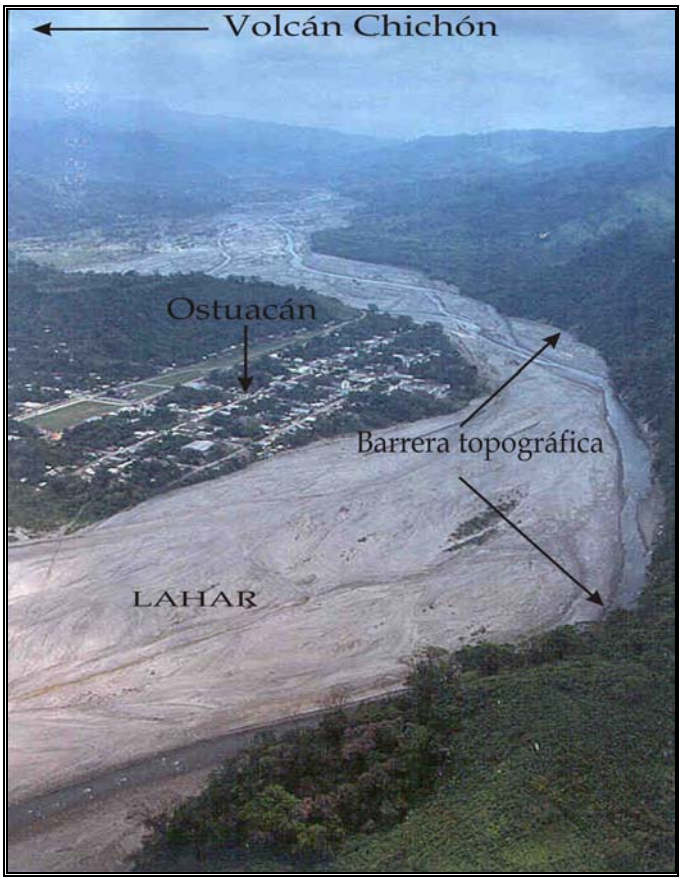


Figura 2.6. Depósito de lahar producido durante la erupción de 1982 del volcán Chichón. Este flujo inundó parcialmente al poblado de Ostuacán, Chiapas. Fotografía: José Luis Macías, 29 de julio de 1996.

2.4 Deslizamientos o derrumbes volcánicos

Los deslizamientos son movimientos de rocas dirigidos por la gravedad que se mueven sobre las pendientes de un volcán y que ocurren a lo largo de una superficie de deslizamiento, o plano de cizalla, que facilita la acción de la gravedad (Alcántara, 2000). Los deslizamientos de tierra afectan a material meteorizado y poco compacto, con debilidades estructurales. Los deslizamientos también pueden afectar a rocas compactas, si en ellas se encuentra una discontinuidad que funcione como superficie de deslizamiento; también se llaman deslizamientos en lámina o en capas. En la roca debe encontrarse una fisura que al alterarse y humedecerse, el plano en el que se encuentra permita el deslizamiento de la parte superior de la roca, a lo largo de la pendiente, por gravedad. Los deslizamientos volcánicos varían en tamaño, desde movimientos pequeños de escombros poco consolidados hasta colapsos

masivos del flanco de un volcán, como el colapso del volcán Santa Elena que se muestra en la Fig. 2.7 (USGS, 2000).

Los volcanes con pendientes pronunciadas son los más propensos a sufrir deslizamientos, ya que están construidos por capas alternadas de lavas y tefra. La constante interacción entre los acuíferos subterráneos calientes y ácidos con las rocas del edificio volcánico, producen minerales arcillosos que favorecen estos deslizamientos. Los deslizamientos pueden ser disparados en las pendientes de los volcanes por erupciones, lluvias intensas, sismos y alteración hidrotermal o erosión. Estos fenómenos provocan superficies de cizalla, a través de las cuales la masa rocosa inicia su movimiento dirigido por gravedad. Las avalanchas o derrumbes llegan a extenderse hasta 85 km desde su fuente de origen y cubren hasta 1,000 km^2. En México existen depósitos producidos por colapsos o derrumbes gigantes, como del Volcán de Colima, el cual produjo un depósito de avalancha de escombros donde actualmente se encuentran asentadas las ciudades de Colima, Comala y Villa de Álvarez (Gavilanes *et al.,* 1997). Un ejemplo de colapso de edificio volcánico reciente y más estudiado es el que se registró al inicio de la erupción de 1980 del Monte Santa Elena, EUA (Fig. 2.6).

Figura 2.7. Colapso de un flanco del volcán Santa Elena, EUA, el cual produjo una avalancha de escombros el 18 de mayo de 1985. Fotografía de Gary Rosenquist.

El impulso adquirido por los deslizamientos permite que asciendan pendientes empinadas y que puedan sobrepasar barreras orográficas de hasta cientos de metros de altura, enterrando y destruyendo todo a su paso y alterando la topografía preexistente. El emplazamiento repentino de este material comúnmente bloquea la red hidrológica del área del

volcán, formando represamientos de agua, los cuales pueden ser drenados catastróficamente, originando lahares o crecientes. Cuando los deslizamientos ocurren en las pendientes submarinas de algunos volcanes, se pueden originar tsunamis.

2.5 Flujos piroclásticos

Los flujos piroclásticos son masas secas y calientes (300 a 800°C) compuestos por ceniza, pómez, fragmentos de roca y gases que descienden por los flancos del volcán a altas velocidades (100 m/s). Estos flujos viajan al ras del suelo dirigidos por la gravedad, por lo que llegan a alcanzar hasta 200 km de distancia del centro de emisión y cubren miles de km^2, sobrepasando barreras topográficas. Estos flujos se originan durante erupciones explosivas o por el colapso de un domo de lava. Los flujos piroclásticos se diferencian de las oleadas piroclásticas por contener una mayor proporción de sólidos (piroclastos) respecto al gas y tener una densidad mayor, mientras que las oleadas son mezclas poco densas que contienen una mayor cantidad de gases respecto a los piroclastos (Wilson, 1984).

Los flujos piroclásticos son muy comunes en volcanes andesíticos y dacíticos y en calderas de composición silícica. Generalmente se originan por dos mecanismos: 1) por la destrucción gravitacional o explosiva de domos y flujos de lava; 2) por el colapso de una columna eruptiva. Dado que los flujos son influenciados por la gravedad tienden a encañonarse en las barrancas y su distribución depende de la topografía existente. Estos flujos piroclásticos se segregan rápidamente en una parte basal densa, cuya distribución está fuertemente controlada por la topografía y una parte superior menos densa formada por una nube de ceniza. Según Fisher y Schmincke (1984) la parte basal está compuesta por un depósito masivo, mal seleccionado, con bloques líticos embebidos en una matriz de ceniza, mientras que la parte superior forma horizontes delgados de ceniza (limo-arcillosa) con laminaciones o estratificación cruzada (Fig. 2.8),

Las oleadas piroclásticas son dispersiones turbulentas de baja densidad, compuestas por gas y sólidos, que fluyen sobre la superficie del terreno a altas velocidades (Wright *et al.,* 1980) y estas pueden ser oleadas calientes o frías. Las oleadas calientes son generadas por los procesos que dan origen a los flujos piroclásticos y las oleadas frías son ocasionadas por explosiones hidromagmáticas (Scott, 1993).

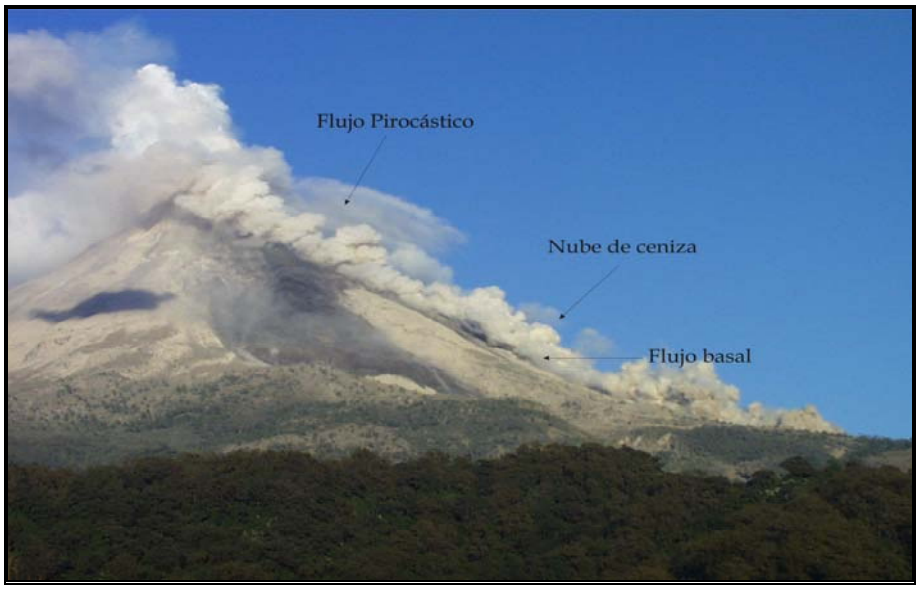


Figura 2.8.Flujo piroclástico del Volcán de Colima de 1998 donde resalta la parte superior menos densa que la inferior. Fotografía José Luis Macías

Las explosiones laterales dirigidas resultan de la despresurización repentina del sistema magmático y/o hidrotermal dentro del volcán, ya sea por deslizamiento o por otra razón. Estas explosiones generan una corriente de densidad que se mueve a altas velocidades (mayores a 100 km/s) y tiene una movilidad alta, por lo que casi no afectan los rasgos topográficos (Tilling, 1993), llegando a afectar áreas de 500 a 600 km^2.

Uno de los peligros volcánicos más devastadores son los flujos piroclásticos y oleadas piroclásticas, dado que son capaces de derribar y quemar todo lo que encuentran a su paso, llegando a provocar asfixia, enterramiento, incendio y demás daños directos e indirectos a la población que se encuentra en los alrededores del volcán.

2.6 Gases volcánicos

El magma contiene gases volcánicos disueltos que son emitidos hacia la atmósfera durante las erupciones e incluso cuando el volcán no está en erupción, puesto que las grietas del subsuelo facilitan el movimiento de los gases hacia la superficie a través de pequeñas fumarolas. Los gases volcánicos también pueden ser emitidos por sistemas hidrotermales (Scott, 1993).

El gas volcánico más abundante (más del 90%) es el vapor de agua, proveniente del agua subterránea y del mismo magma (Fig. 2.9). Otros gases importantes son el dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido de azufre, ácido sulfhídrico, cloro y flúor, los cuales se emiten como aerosoles ácidos, compuestos químicos absorbidos por la tefra y partículas microscópicas de sales. Los compuestos de azufre, cloruro y flúor reaccionan con el agua de la atmósfera y producen lluvia ácida, la cual aún en concentraciones bajas causa daños a los ojos, piel y sistema respiratorio, así como daños a la vegetación, ganado, tejidos textiles y hasta a los metales (USGS, 2000). El dióxido y monóxido de carbono son inodoros y no pueden ser detectados por las personas, pero pueden llegar a ser letales para cualquier ser vivo, dado que son más pesados que el aire atmosférico y se pueden acumular o mantenerse en zonas bajas o depresiones topográficas reemplazando al oxígeno que es menos denso.

Durante las erupciones explosivas se libera una gran cantidad de gases, principalmente vapor de agua y dióxido de carbono, aunque existen ejemplos en los cuales se han generado grandes cantidades de azufre, como fue el caso de la erupción del volcán Chichón en 1982, ya que durante este evento se inyectaron cantidades enormes de óxido de azufre en la estratosfera, donde se combinó con el agua produciendo aerosoles los cuales al reflejar la radiación solar, fueron capaces de bajar varios grados centígrados la temperatura promedio a nivel local, regional y mundial. Dichos aerosoles también dañan la capa de ozono (USGS, 2000).

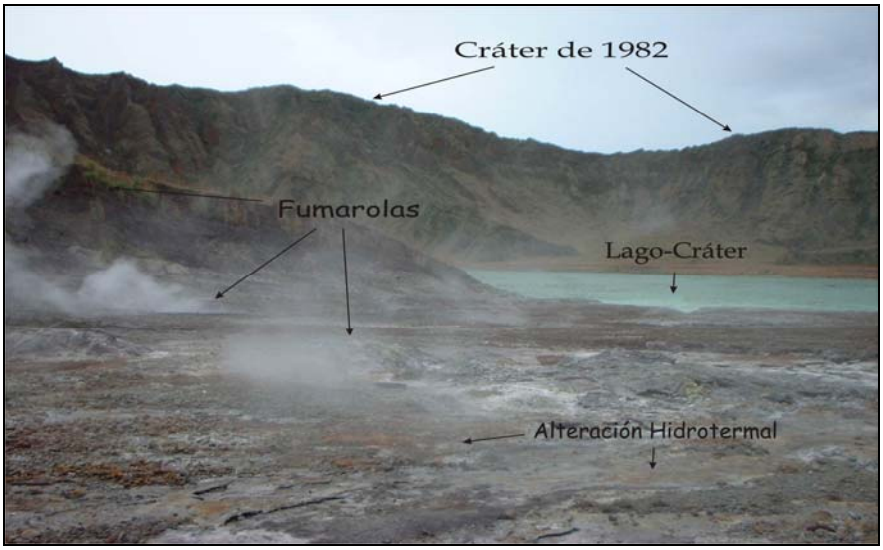


Figura 2.9. Gases volcánicos en el interior del volcán Chichón, Chiapas, México 2003. Fotografía Cecilia Limón Hernández.

2.7 Sismos volcánicos

Los sismos en áreas volcánicas se pueden originar por el movimiento del magma y la formación de fracturas de origen volcánico, explosiones volcánicas, movimientos en masa a gran escala y por esfuerzos tectónicos (Blong, 1984). Por lo general, en las dos primeras categorías los sismos son someros y rara vez causan daños. Los sismos generados por grandes movimientos en masa, por esfuerzos tectónicos y los generados por explosiones volcánicas o movimiento de magma, son mucho más fuertes y han sucedido en los límites convergentes de las placas, donde se ubican los arcos volcánicos. Algunos sismos fuertes están relacionados con las erupciones volcánicas; por ejemplo, el sismo (M=7) que ocurrió como respuesta de un derrumbe hacia el mar del volcán Kilauea, Hawai (Tilling, 1993); o el sismo ocurrido en Chile en 1960 (M=9.5) el cual fue seguido 48 horas más tarde por una erupción del volcán Puyehue, localizado a unos 300 km de distancia del epicentro (Scott, 1993). Los efectos negativos de los sismos volcánicos están normalmente restringidos a las áreas proximales y son resultado del movimiento rápido del suelo y tal vez a la ruptura del mismo. Los sismos también pueden desencadenar avalanchas de escombros.

2.8 Tsunamis

Los tsunamis son olas o trenes de olas marinas de dimensiones gigantescas, de periodo largo, generadas por el súbito desplazamiento de masas de agua. Estas olas atraviesan las aguas profundas a gran velocidad en forma de olas anchas y bajas, para luego elevarse considerablemente al acercarse a las playas con alturas de más de 30 m y una gran capacidad de destrucción, llegando a alcanzar velocidades de 400-800 km/h (Scott, 1993).

La mayoría de los tsunamis se genera por el desplazamiento en fallas geológicas en el fondo del mar, pero algunos son de origen volcánico, provocados por sismos volcánicos o volcánico-tectónicos, explosiones, colapso o hundimiento, deslizamientos, lahares o flujos piroclásticos que entran en contacto con el agua y ondas de choque atmosférico que se acoplan al mar (Press y Harkrider, 1966, en Tilling, 1993). Los tsunamis producidos por la erupción de 1883 del Krakatoa invadieron las costas circundantes con olas de hasta 35 m de altura (Fig. 2.10); devastaron parcial o totalmente 300 pueblos y causaron la muerte de más de 30,000

personas. Los tsunamis a su vez pueden producir corrientes de turbidez que producen cambios bruscos en la batimetría del fondo marino. Las olas que impactan en áreas proximales pueden llegar a ser muy altas y pueden llegar a afectar extensas zonas a lo largo de costas.

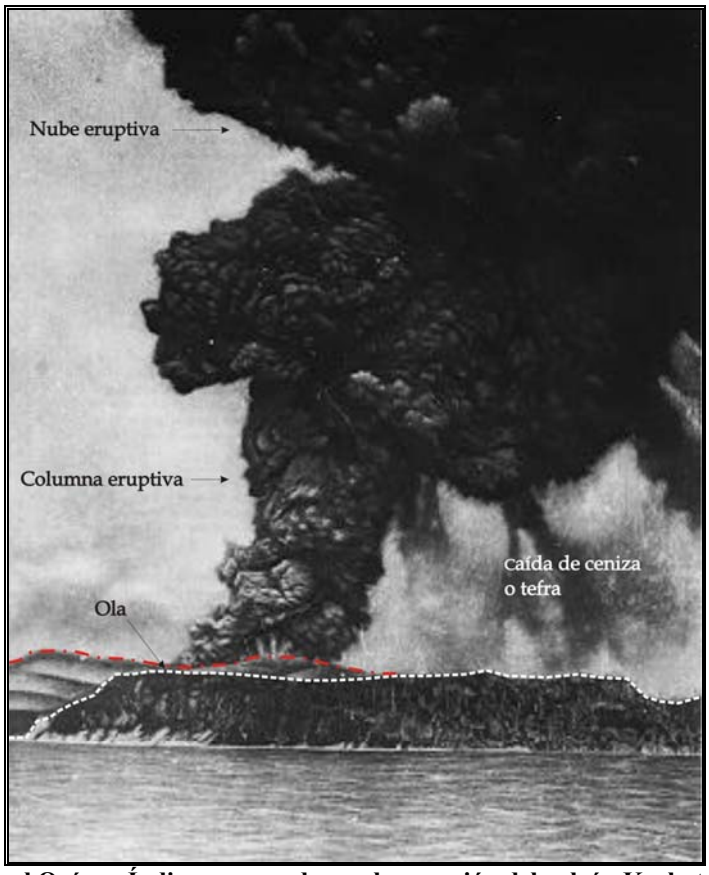


Figura 2.10. Tsunami en el Océano Índico provocado por la erupción del volcán Krakatoa, Indonesia en mayo 1883, con olas de 35 m de altura. www.venamher.org/TSUNAMIS

Un ejemplo reciente es el maremoto que azotó el 26 de diciembre del 2004 a Indonesia, Sri Lanka, India, Tailandia y otros países, el cual se originó por un sismo de 9° en la escala de Richter a 4,000 m de profundidad en el Océano Índico, a unos 260 km al oeste de la costa de Aceh (Indonesia). Este maremoto ocasionó la muerte de aproximadamente 300,000 habitantes y la desaparición de islas, playas y poblaciones, las cuales quedaron sepultadas bajo densas capas de lodo y agua.

CAPITULO III. LOS VOLCANES CHICHÓN Y TACANÁ, CHIAPAS

3.1 Volcán Chichón

El volcán Chichón se localiza al sureste de México (N17°21´30´´, W93°13´48´´) en el estado de Chiapas, en los municipios de Francisco León y Chapultenango. El volcán se encuentra entre el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) y el Arco Volcánico Centroamericano (AVC) a 350 km de la trinchera Mesoamericana (Bitran 2001). El Chichón es considerado el volcán más joven por Damon y Montesionos (1978) del llamado Cinturón Volcánico Chiapaneco (CVCH). Los arcos AVC y CVCH (Fig. 3.1) han sido originados por la subducción de la Placa de Cocos por debajo de las placas de Norteamérica y del Caribe, en Chiapas con un ángulo de subducción de 40° en dirección NE (Espíndola, 1996).

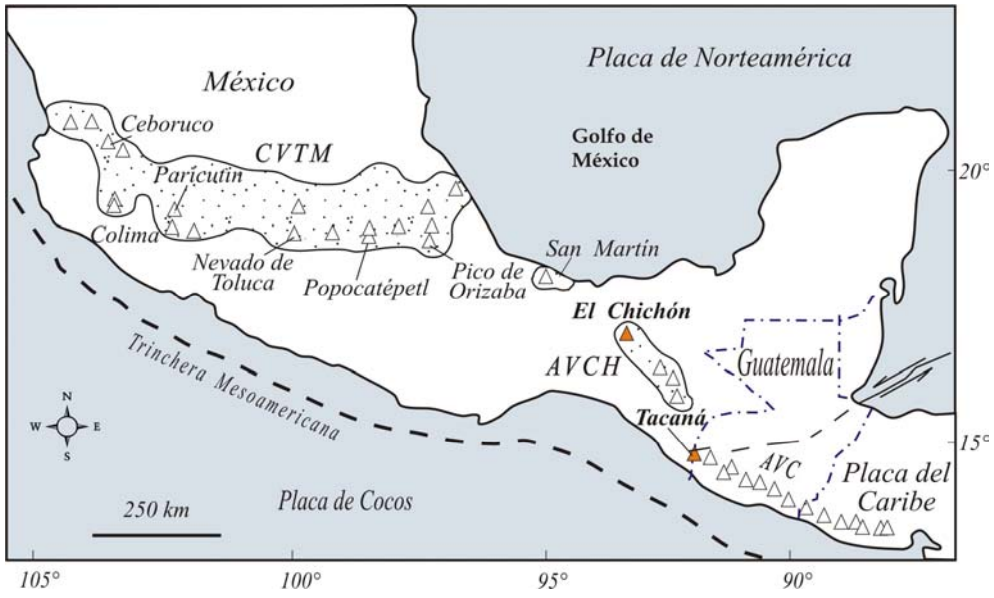


Figura 3.1. Localización del volcán Chichón y Tacaná respecto a los rasgos más importantes de la región: el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) hacia el NO, el Cinturón Volcánico Chiapaneco (CVCH) al sur y el Arco Volcánico Centroamericano (AVC). Mapa modificado de Espíndola *et al.*, 2002

3.1.1 Marco geológico y estructural

Localmente el volcán se encuentra situado sobre un depósito de anhidritas del Jurásico, bajo el cuál yacen calizas dolomíticas del Cretácico y continúa una secuencia de areniscas y limolitas del Cenozoico. Estas rocas, que conforman el basamento en el área, han sido

plegadas y buzan al NO, hacia el Golfo de México, donde están sepultadas por sedimentos post-miocénicos que alcanzan espesores considerables en la planicie costera del Golfo (Canul y Rocha, 1981). El complejo volcánico del Chichón está situado sobre una pequeña estructura dómica superpuesta sobre un sinclinal (Duffield *et al.,* 1982).

Tectónicamente el Chichón se ubica dentro de la provincia de Fallas Transcurrentes de Chiapas (García-Palomo *et al.,* 2004). En el área se han identificado tres estructuras importantes en las inmediaciones del volcán. La primera es una zona de extensión cortical, definida por un conjunto de fallas normales de rumbo N45° E buzamiento al NO, a la que se ha denominado *Zona de Falla de Chapultenango.* La segunda es el sinclinal Catedral de Chiapas que, junto con los anticlinales La Unión y Caimba, entre otros, forman un arreglo *en échelon* con respecto a las fallas regionales orientadas N60° O. Por último, se encuentra la Falla San Juan de movimiento lateral. Estos autores señalaron que el volcán esta ubicado en la intersección de las tres estructuras que muy probablemente están relacionadas con su origen y posterior evolución.

El Chichón fue señalado a la comunidad geológica como un volcán activo por Müllerried (1951), quien entre otros aspectos hizo notar su gran actividad hidrotermal y sísmica. El área del volcán atrajo la atención de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), donde a principios de los setenta se llevaron a cabo estudios preliminares de la actividad geotérmica (González-Salazar, 1973; Molina-Berveyer, 1974). A principios de los años ochenta, Canul y Rocha (1981) de la CFE realizaron el estudio geológico del volcán y señalaron su peligrosidad, apenas un año antes de su erupción.

3.1.2 Historia eruptiva del volcán Chichón

La erupción de 1982 del Chichón facilitó su estudio estratigráfico, dado que destruyó súbitamente la cubierta vegetal exponiendo depósitos antiguos (Sigurdsson *et al.*, 1984). La erosión causada por las lluvias socavó profundas cañadas dejando al descubierto tales depósitos, donde Macías y colaboradores (1998) lograron estudiar y fechar varias erupciones.

El volcán consiste de un cráter antiguo (*cráter somma*) con un diámetro aproximado de 2 km. La máxima elevación en el perímetro de este cráter y la máxima elevación en el edificio actual es de 1,150 ms.n.m; la mínima de 750 ms.n.m. Damon y Montesinos (1978) determinaron la edad del cráter somma en 209,000 $\pm$ 19,000 años. En su interior se encontraba

el domo volcánico, al que se llamaba el Chichón y que fue destruido por la erupción de 1982; en su lugar quedo un cráter interno de aproximadamente 1 km de diámetro y unos 140 m de profundidad (Fig. 3.2 y 3.3). La máxima elevación en el filo del cráter es de 1,100 ms.n.m. y su fondo se encuentra a una altitud de 860 ms.n.m. Adicionalmente pueden observarse en sus alrededores un par de domos laterales y tres conos piroclásticos antiguos, por lo que el Chichón es el elemento volcánico más reciente de un complejo de conos de tobas (Macías *et al.,* 1997).

La historia eruptiva que se conoce del volcán El Chichón es compleja, dado que han ocurrido 11 erupciones durante los últimos 8,000 años, las cuales ocurrieron dentro del cráter somma hace 550, 900, 1250, 1500, 1600, 1900, 2000, 2500, 3100, 3700 y 7700 años. Estas erupciones han ocurrido después de períodos de reposo que van de 100 a 600 años; el período más reciente de reposo duró aproximadamente 550 años, el cual culminó con la erupción explosiva de 1982, (Espíndola *et al.,* 2000).

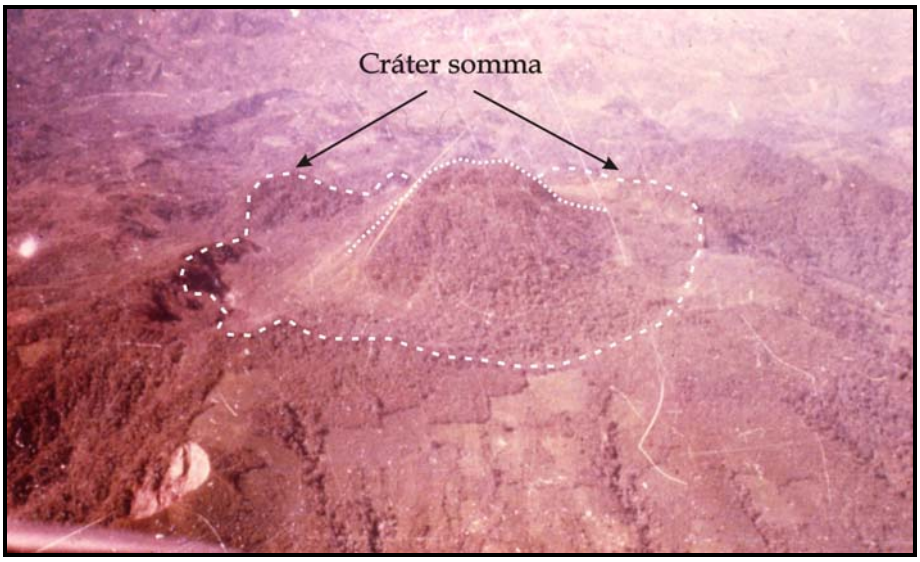


Figura 3.2. Fotografía de 1981 del volcán Chichón antes de la erupción. Se observa el cráter somma de 2 km de diámetro y en su centro el domo denominado Chichón que antes de la erupción tenía una elevación de 1,230 ms.n.m. Fotografía: de Rene Canul.

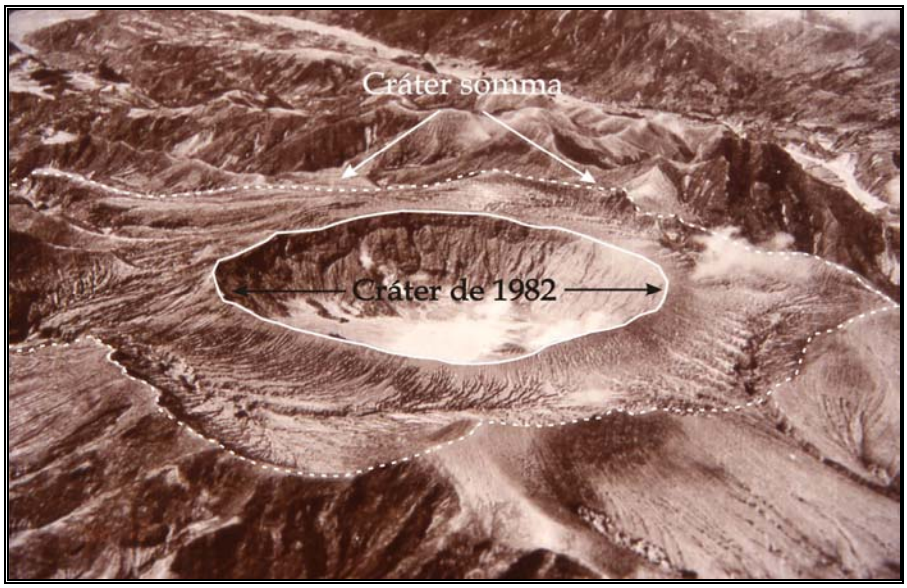


Figura 3.3. Fotografía tomada en 1987, donde se observa el cráter somma (2 km de diámetro) y el cráter formado por la erupción de 1982 (1 km de diámetro). Fotografía: GYMSA 1987.

Los depósitos de las erupciones de hace 1250 y 2500 años contienen fragmentos de cerámica, lo que indica que la región ha estado poblada desde hace siglos y que la actividad volcánica del Chichón ha tenido frecuentemente impacto sobre asentamientos humanos. Así mismo, existen indicios de que las erupciones pasadas pudieron afectar el clima global, ya que no presenta grandes diferencias geoquímicas y es posible que también hayan arrojado grandes cantidades de azufre (Jiménez *et al*., 1999), puesto que la erupción de 1982 inyectó gran cantidad de SO_2 en la estratosfera.

3.1.3 La erupción de 1982

El volcán Chichón se localiza en una región montañosa de la sierra Magdalena que comprende los municipios de Francisco León y Chapultenango, donde se concentra la mayor cantidad de población zoque (Lugo e Inbar, 2002). El nombre del volcán proviene de la abundancia del Chichón, fruto de una palma silvestre que crece en la zona del volcán. La población zoque tenía un conocimiento bastante exacto de la actividad del volcán y de su actividad periódica; ya que los nombres de los asentamientos más cercanos al cráter hacen mención de la presencia del volcán, así como las leyendas de la comunidad que advierten del peligro constante sobre el volcán. En 1974, Ruperto Mondragón, de Chapultenango, advirtió a un grupo de antropólogos que no debían ir al volcán en febrero porque era el periodo de intensificación de las fumarolas (Báez-Jorge *et al*., 1985).

El Chichón se reactivó desde el mes de noviembre de 1981, con sismos locales que continuaron regularmente hasta el día 28 de marzo de 1982. Los temblores más grandes se registraron desde el 26 de noviembre de 1981 a las 12:41 tiempo del meridiano de Greenwich –GTM- (el tiempo local es de 6 horas menos), con intensidad continuaron el 4 de diciembre a las 14:18 horas tiempo local (Mc= 2.4) y el 13 de enero de 1982 a las 11:19 horas (Mc= 3.1). Un evento de magnitud 2.9 ocurrido el 26 de febrero a las 12:06 horas señala el inicio del crecimiento progresivo en frecuencia y magnitud de eventos, así como su magnitud al periodo precedente de la erupción de 1982 (Espíndola *et al.,* 2002).

En enero de 1982, según Báez-Jorge y colaboradores (1985) los habitantes que vivían cerca del volcán advirtieron la presencia de ruidos y temblores en la zona, fenómenos que aumentaron durante marzo y que se interpretaron como una advertencia de acontecimientos graves o importantes. La presencia de la *Piowacwe*, personaje mítico dueña y cuidadora del volcán, no representa otra cosa que la expresión de las predicciones de peligro ante el incremento de los movimientos sísmicos y ruidos anormales.

La frecuencia máxima de temblores ocurrió el 6 de marzo de 1982, con 30 sismos en 24 horas. A estas alturas los habitantes cercanos al volcán ya se encontraban alarmados y convocaban a reuniones espontáneas para enviar informes sobre la actividad del volcán a las autoridades civiles correspondientes.

El 27 de marzo de 1982 la actividad sísmica alcanzó su nivel máximo con 66 eventos en 4 horas, de las 3:06 a las 7:16 am. El 28 del mismo mes a las 6:37 de la mañana ocurrió uno de los sismos más grandes (Mc= 3.8) que precedió a la primera erupción explosiva ocurrida a las 23:32 horas. La explosión rompió el domo central y originó una columna pliniana que se elevó 20 km y alcanzó la estratosfera en tan solo 40 minutos (Espíndola *et al*., 2002). En una hora la erupción arrojó grandes cantidades de gases, fragmentos de material incandescente y cenizas que fueron distribuidos por los vientos predominantes hacia el NE. Durante toda noche el volcán continuó arrojando cenizas en forma continua a la atmósfera. La actividad sísmica cesó aproximadamente a las 3:28 horas del 29 de marzo, y por cerca de una hora reinó la calma total. Las cenizas se extendieron sobre un área superior a los 30 mil km^2, depositando una gruesa capa de ceniza en Francisco León, Colonia El Volcán, Guayabal, Nicapa, Ixtacomitán, Chapultenango, Tectuapán y Ribera de Ostuacán y Pichucalco (Báez-Jorge *et al*., 1985).

Según recopilaciones de Espíndola y colaboradores (2002) la segunda erupción empezó el 28 de marzo de 1982 a las 22:38 horas y continuó hasta las 23:32 horas, durante los primeros 30 minutos saturó los sismógrafos. Ese día cayó una lluvia de ceniza en los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche y partes de Oaxaca, Veracruz y Puebla. Los aeropuertos se cerraron, al igual que gran parte de los caminos. Las plantaciones de plátano, cacao, café y otros cultivos cerca del volcán fueron destruidas y las de mayor distancia fueron afectadas gravemente. Fue necesario desalojar a miles de habitantes de la región, en los caseríos más cercanos al volcán, la caída de fragmentos de mayor tamaño causó algunas muertes e impidió la huida y en algunas localidades la gente tuvo que salir huyendo a pie a través de la sierra. Gran alarma y desconcierto se produjo en ciudades más lejanas, como Pichucalco, Ostuacán e Ixtacomitán. La gente se dirigió hacia diferentes lugares por los caminos que le permitieran alejarse del volcán bajo una constante lluvia de cenizas, pómez y fragmentos líticos. Al día siguiente, la emisión de material había cesado pero una gruesa capa de ceniza cubría la superficie y la luz del sol era difusa por la densa cortina de ceniza (Fig. 3.4). Este día se alcanzó a observar en el domo del Chichón un cráter de 150 a 180 metros de diámetro.

Figura 3.4. Caída de ceniza del volcán Chichón en el municipio de Pichucalco, Chiapas. Se observa la disminución de visibilidad por la ceniza volcánica suspendida en la atmósfera. Fotografía: Federico Fragoso, abril de 1982.

Del 31 de marzo al sábado 2 de abril, el número de sismos se incrementó hasta alcanzar una frecuencia superior a los 30 eventos por hora. El día 3 de abril a las 7:30 horas tuvo lugar la explosión más violenta, seguida por un incremento de pequeños temblores. Esta

explosión de tipo hidromagmático generó oleadas y flujos piroclásticos que se movieron en todas direcciones del volcán, las cuales destruyeron por completo el domo central y permitieron la formación de una nueva columna pliniana. Esta columna se elevó a 24 km de altura y fue dispersada hacia el NE por los vientos predominantes, después de colapsar y formar otra serie de flujos piroclásticos. La columna penetró la estratosfera; la porción más densa de la nube de ceniza circundó el planeta y llegó a Hawai el 9 de abril, a Japón el 18, al Mar Rojo el 21 y por último, el 26 de abril cruzó el Océano Atlántico (Simarski 1992). Esta explosión fue seguida pocas horas después por otra de menor intensidad que se elevó a 22 km de altura y concluyó cerca de las 12:30 horas del 4 de abril (Macías *et al.,* 1997).

La población que permaneció en su lugar de residencia murió en la madrugada del domingo 4 de abril, cuando ocurrió la fase más explosiva de la erupción, de características más destructivas y prolongadas (Báez-Jorge *et al.,* 1985).

Las dos últimas erupciones (3 y 4 de abril) separadas por algunas horas, volaron completamente el domo central dejando un cráter externo de alrededor de 1 km de diámetro y en el fondo tres cráteres (lagos). Actualmente existe sólo un lago de 500 m de longitud por 300 m de anchura y con una profundidad media de 1.5 m aproximadamente, la cual varía según la temporada del año (Fig. 3.5).

La erupción de 1982 del volcán Chichón fue considerada como moderada a nivel global (Espíndola *et al.,* 2002). Desde el punto de vista global su efecto más grande fue el de haber inyectado una gran cantidad de aerosoles de SO_2 en la atmósfera (Simarski, 1992). Este compuesto tiene un papel muy importante en el comportamiento climático de nuestro planeta, ya que induce a un calentamiento de la estratosfera y un enfriamiento de la troposfera.

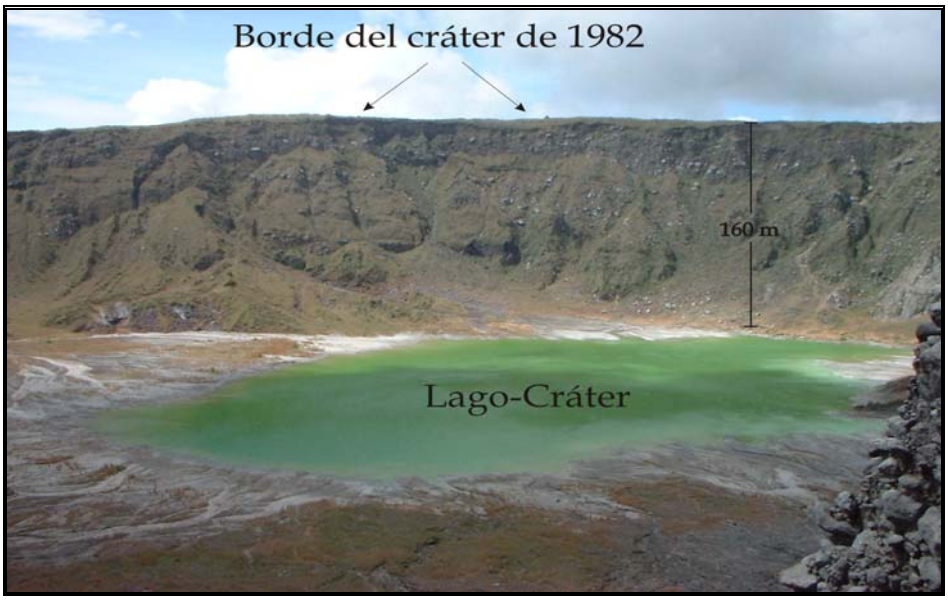


Figura 3.5.Se observa el lago-cráter que existe actualmente, así como el cráter que se originó con la erupción de 1982 con una altura aproximada de 100 m. Fotografía: Cecilia Limón Hernández, octubre 2004

Técnicamente el material producido en la erupción de 1982 se conoce como tefra y su depósito (de flujo, oleada o caída) esta sujeto a la dinámica eruptiva y a la dirección del viento dominante, que en ese caso fue hacia el NE, principalmente (Silva-Mora 1983).

3.1.3.1 Daños humanos y materiales

El área afectada por la erupción resultó completamente allanada, la cubierta vegetal fue arrancada en algunas zonas y quemada por completo en otras. Los poblados de Francisco León, Guayabal, Volcán, Tanchichal y Juan Bosco fueron sepultados por oleadas piroclásticas. En un radio de 10 km desde el cráter, la destrucción fue total, la vegetación y campos de cultivo así como las zonas de pastizales fueron cubiertos y quemados por las cenizas volcánicas (Fig. 3.6), los cuerpos de agua se vieron seriamente contaminados, donde las especies que no lograron escapar se extinguieron, árboles y viviendas quedaron devastadas en un área de 250 km^2, el número de muertos, aunque desconocido, se calcula en 2,000 personas (Báez-Jorge *et al.,* 1985).

El daño causado a los seres humanos y a la naturaleza fue incalculable, ya que la gente que habitaba las comunidades de las faldas del volcán, en su mayoría indígenas zoques, se dedicaban a la ganadería y siembra; la tierra estaba principalmente destinada a pastizales para cría de ganado (la más importante actividad económica en la zona de devastación total), pero

también existía una actividad agrícola muy diversa (cacao, café, plátano, yuca, maíz, barbasco, etc.). Estos pobladores se habían negado a abandonar sus hogares y sus pertenencias por miedo a que les robaran, ya que decían estar acostumbrados al volcán y que no iba a pasar nada. Sin embargo, poblaciones como Volcán y Francisco León, fueron prácticamente borradas del mapa, muchos lograron huir hasta Pichucalco, Ixtacomitán, Villahermosa, Tabasco y Coatzacoalcos, Veracruz (Espíndola *et al.,* 2002).

Figura 3.6. Zonas devastadas por la caída de ceniza. En primer plano árboles quemados y ganado muerto en segundo plano (abril 1982) Fotografía: Federico Fregoso.

Francisco León, cabecera municipal, quedó completamente arrasada. Sólo quedaron los restos de los gruesos muros de la iglesia que marcaban su contorno, mientras que de los caseríos y poblados más pequeños, ni siquiera quedaron rastros de que alguna vez existiera vida en ese lugar (Fig. 3.7). En Guayabal, el único indicio que quedó de su antigua localización fue el tubo que sostenía la canasta de baloncesto de la cancha.

Los poblados de Chapultenango y Nicapa, aunque no sufrieron las consecuencias de los derrames y oleadas piroclásticas, padecieron daños graves por la caída de ceniza que provocó el colapso de los techos de las iglesias y de gran parte de las viviendas. Esto también ocurrió, pero en menor proporción, en los poblados más distantes, como Ixtacomitán, Tectuapán y Pichucalco.

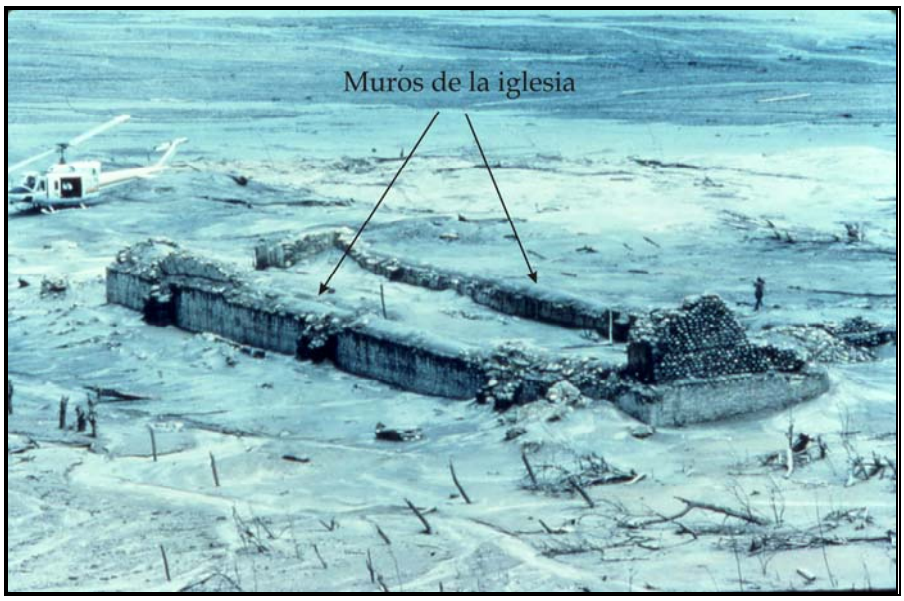


Figura 3.7. Se observan los gruesos muros de la iglesia de Francisco León que quedaron sepultados por el lahar originado en 1982 por la erupción del volcán Chichón. Fotografía: Robert Tilling.

En Pichucalco, además de numerosas viviendas, se colapsaron los techos del mercado y la sala de cine. Varios milímetros de ceniza se depositaron a distancias tan lejanas como Villahermosa y Tuxtla Gutiérrez, ubicados a 80 km aproximadamente del volcán.

La erupción de El Chichón fue terrible y produjo efectos devastadores. Aunque muchos pobladores abandonaron a tiempo sus propiedades, otros más fueron sorprendidos por la rapidez del fenómeno y quedaron aislados debido a la lluvia de tefra que cubrió los caminos e impidió su salida. Por las erupciones y la caída de ceniza se originaron lahares que se desplazaron a muy alta velocidad y se precipitaron por las laderas del volcán, sepultando bajo una capa de 15 m de espesor varios poblados, además de docenas de rancherías.

Los flujos piroclásticos más grandes se depositaron a lo largo de las cañadas de Cambac, Tuxpac, la barranca del Platanar y de Nicapa y a lo largo del río Magdalena. Otros depósitos más pequeños se encontraron en los pies de algunas de las pequeñas cañadas que alimentan al río Magdalena. Estos depósitos azolvaron los cursos de numerosos ríos, particularmente el Magdalena (llamado Ostuacán cerca de este poblado), produciendo una presa natural con un tirante de agua de casi 30 m (Medina Martínez, 1982). El 26 de marzo la presa se desbordó provocando un lahar, cuya temperatura era de 90°C en Xochimilco, 82°C a

la altura de Ostuacán y 50°C en la presa Peñitas, 25 km abajo del dique natural. En esa presa el lahar elevó 7 m el nivel normal del río de manera repentina.

De acuerdo con el censo de 1980, el número de personas que habitaban en los poblados que fueron afectados por las oleadas y derrames de piroclásticos de la erupción era aproximadamente de 6,000 seguramente una cifra muy similar de personas se vio afectada por la erupción del volcán Chichón en 1982.

El ecosistema de la región se transformó en forma radical. Donde antes hubo campos de cultivo, arroyos y un espeso bosque en el que proliferó la vida animal, después de la erupción sólo se encontraban lomeríos y extensas llanuras cubiertas de pedruscos, guijarros y arena, revestidos de escasa vegetación. El área afectada fue de 35, 433 hectáreas, de las cuales 29, 321 resultaron fuertemente dañadas.

La magnitud del problema propició que el estado declarara a la región como zona de desastre y que se aplicara el Plan DN-III-E bajo la coordinación del Estado Mayor Presidencial y la participación de varias dependencias oficiales para desarrollar una serie de acciones de asistencia social para las poblaciones desplazadas y reubicadas por la erupción.

3.1.3.2 Impacto al medio ambiente

Las cenizas y gases arrojados por el volcán han aportado beneficios a los suelos de cultivo y a la vegetación en general de los estados de Chiapas y Tabasco; estos beneficios provienen principalmente de los depósitos de los cuales se deriva silicio, fósforo, azufre y potasio. No obstante, en la zona más cercana al volcán, los beneficios fueron imperceptibles, resaltando en forma notoria las montañas devastadas (Fig. 3.8), la destrucción de la vegetación natural y la desaparición de cultivos y poblaciones zoques (Báez-Jorge *et al.,* 1985). De esta forma, para tener una mayor precisión en la relación de daños ocasionados por las erupciones del volcán Chichón, conviene distinguir dos áreas, la de daños severos y la de daños moderados, así como los daños que se originaron inmediatamente por la erupción y los de mediano y largos plazos.

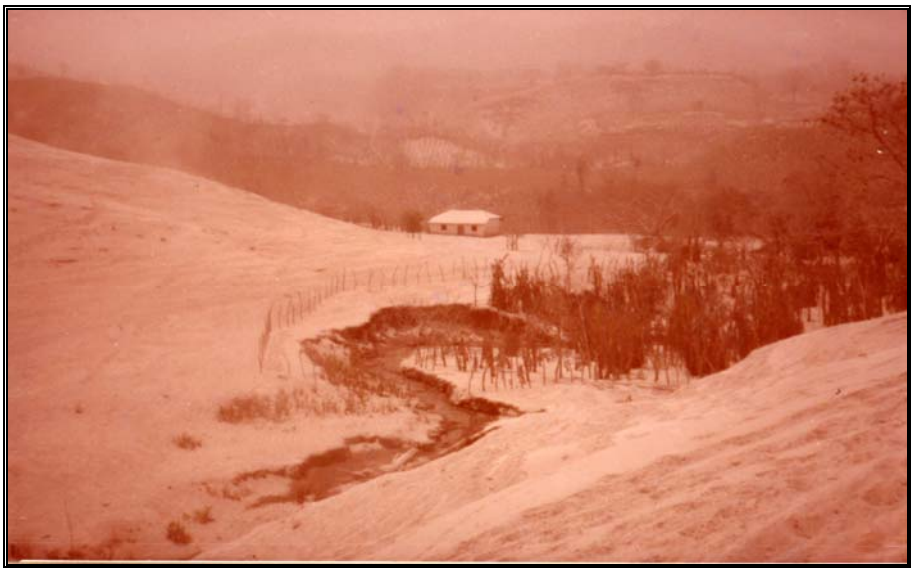


Figura 3.8. Grandes extensiones de tierras cercanas al volcán Chichón que se vieron seriamente afectadas por la caída de ceniza, donde desapareció la vegetación endémica. Fotografía: Federico Fragoso, abril de 1982.

El área gravemente afectada comprende una extensión aproximada de 314 km^2 alrededor del cráter del volcán. En esta área, prácticamente desapareció la vida vegetal y animal existente, la población que no logró salir en forma apresurada murió atrapada por las cenizas candentes y por derrumbes de edificaciones y rocas; los datos fueron realmente catastróficos. Los poblados que sufrieron con mayor intensidad los efectos del volcán pertenecían a los municipios de Francisco León, Chapultenango, Ostuacán, Ixtacomitán y Pichucalco (Fig. 3.9).

El área de daños moderados comprende una superficie no bien definida donde se sintieron los efectos volcánicos, aunque sin pérdidas de vidas humanas ni destrucción definitiva de la vegetación existente. En esta área el grado de afectación fue irregular, junto a superficies dañadas se encuentran áreas que no reportan alguna alteración considerable. Una parte tuvo que ser desalojada para prevenir desastres mayores; destacan principalmente las pérdidas materiales sobre los efectos de mortalidad de la población.

Se reportaron siniestros secundarios provenientes principalmente de la acumulación de cenizas en los techos de las viviendas o edificios públicos, por la presencia de ceniza en la atmósfera que afecta a la aviación y circulación de vehículos de motor y por condiciones adversas momentáneas para los cultivos agropecuarios. En compensación, se registraron beneficios posteriores para esta área, concretamente por enriquecimiento de los suelos destinados a la producción agrícola y pecuaria.

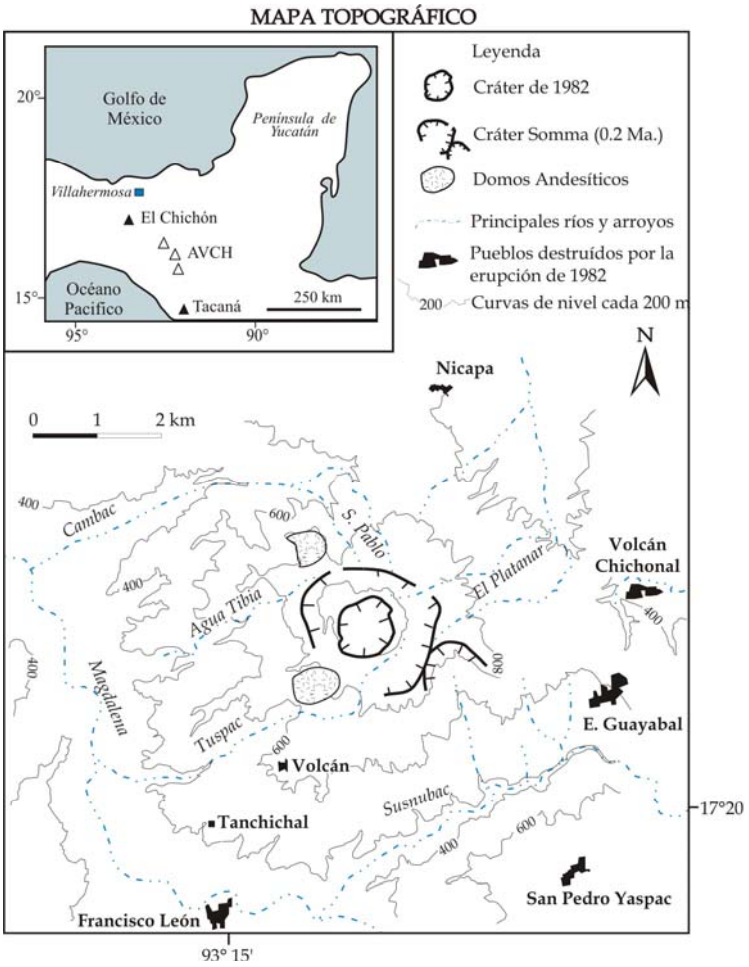


Figura 3.9 Mapa topográfico que muestra los pueblos destruidos por la erupción de 1982.

3.2 Volcán Tacaná

El volcán Tacaná se localiza en el sureste de la República Mexicana, en el estado de Chiapas y en la parte noroeste de la República de Guatemala (Fig.3.1), dado que el límite entre ambos países cruza la cima del volcán. Geográficamente el Tacaná se encuentra en las coordenadas 15°08' N y 92°06'W. Dos tercios del volcán ocupan territorio mexicano, formando parte del municipio de Unión Juárez, el resto del volcán se localiza en el Departamento de San Marcos, Guatemala (García-Palomo *et al.,* 2005).

3.2.1 Marco geológico y estructural

El Tacaná representa el volcán ubicado en la porción noroeste del Arco Volcánico Centroamericano (AVC). Este arco volcánico tiene una orientación general ONO y se extiende

desde el límite entre México-Guatemala hasta Costa Rica, con una extensión de 1,300 km. El AVC es un arco compuesto por varios estratovolcanes activos con magmas de composición calci-alcalina, con edades del Eoceno al Reciente (Carr *et al.,* 1982; Donnelly *et al.,* 1990 en García-Palomo *et al.,* 2005). Los volcanes Tacaná y Tajomulco son los de mayor elevación en Centro América y están localizados en un segmento donde no se ha registrado actividad magmática importante en tiempos históricos (Mercado y Rose 1991). El origen de la cadena volcánica está relacionado con la subducción de la Placa de Cocos debajo de la Placa del Caribe que junto con la Placa de Norteamérica crea un punto de unión triple en la región (Guzmán-Speziale *et al.,* 1989 en García-Palomo *et al.,* 2005).

En realidad el Volcán Tacaná forma parte de un complejo volcánico denominado Complejo Volcánico de Tacaná (CVT) por Macías y colaboradores (2000) y García-Palomo y colaboradores (2005). Las estructuras volcánicas que conforman el CVT son: Chichuj, Tacaná, Plan de las Ardillas y San Antonio. La diferencia de elevación del CVT respecto al terreno circundante es de 3,000 m en la parte SO del lado mexicano, mientras que en la parte NE en Guatemala es de sólo 1,300 m. Estas diferencias de elevación se deben a la inclinación del basamento de las rocas y al arreglo estructural.

De acuerdo con García-Palomo *y* colaboradores (2005), Chichuj es el volcán más antiguo, tiene una altura de 3,800 m y consiste de un cráter partido a la mitad debido al colapso del volcán y un domo central. El volcán Tacaná tiene una altura de 4,060 m, consiste de un cráter central de 600 m de diámetro abierto hacia el NO y un domo central andesítico. La apertura del cráter fue producida por el colapso de su flanco NO. El Plan de las Ardillas consiste de un domo de forma asimétrica de 3,780 m de altura aproximadamente y el San Antonio tiene una elevación aproximada de 3,700 m; es un volcán con cráter en forma de herradura abierto hacia el sur y un domo central (Fig. 3.10).

El CVT yace sobre un basamento metamórfico del Mesozoico que ha sido intrusionado por granitos, granodioritas y tonalitas en dos fases diferentes; la primera durante el Eoceno tardío-Oligoceno temprano y la segunda durante el Mioceno temprano-medio. Encima de estas rocas descansan rocas volcánicas de las Caldera de San Rafael con una edad de 2 millones de años (Ma) y de la Caldera de Chanjale con una edad de 1 Ma (García-Palomo *et al.,* 2005)

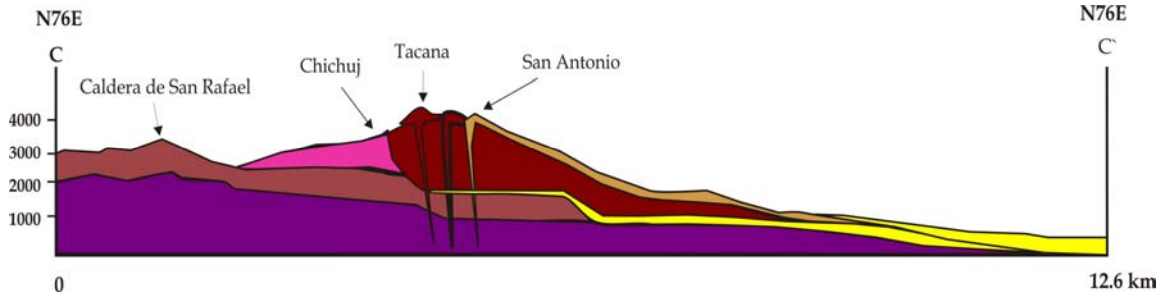


Figura. 3.10. Sección esquematizada de las estructuras que conforman el Complejo Volcánico Tacaná. Tomada de García-Palomo *et al.* (2005).

3.2.2 Historia eruptiva del volcán Tacaná

Según los registros históricos el Tacaná tuvo actividad en 1855 con un sismo violento previo a la actividad fumarólica (Sapper 1927), y en 1878 se observó vapor sólo del lado mexicano y caída de cenizas en el flanco sur del volcán. Otra mención de actividad en el Tacaná es de 1900-1903, que dio lugar a un cráter de 50 m de diámetro y 5 m de profundidad localizado en el flanco SO de la cima, así como fuerte olor a azufre (Böse 1903). En 1949-1950 ocurrió un sismo en los alrededores del volcán y posteriormente aparecieron pequeñas fumarolas de vapor blanco con fuerte olor a azufre en el flanco SO registrándose caída de ceniza en Unión Juárez (Mullerried, 1951). Sin embargo, la reactivación más importante del volcán ocurrió en 1986 con pequeñas explosiones freáticas que el 8 de mayo formaron un orificio de 10 m de anchura.

3.2.3 La erupción de 1986

Esta actividad en el volcán Tacaná comenzó el 19 de diciembre de 1985 con algunos sismos someros localizados a 20 km al noroeste del volcán causando daños menores en poblaciones como Ixchiguán. En febrero de 1986, también ocurrieron sismos someros que se sintieron y causaron daños moderados en: Sibinal, Ixchiguán, Calapté, Toacá, Vega del Volcán y Sanajaba, pertenecientes al Departamento de San Marcos, Guatemala (Mercado y Rose 1991). Se registraron de 2 a 3 eventos por día en febrero y para marzo se registraron eventos identificados como posibles ondas explosivas (De la Cruz-Reyna, 1986). Hubo pequeñas erupciones freáticas en febrero, mayo y junio de 1986. La erupción del 8 de mayo fue precedida por un enjambre de sismos, los cuales comenzaron desde el 7 de mayo y que

para estas fechas se sentían cada minuto, acompañados por fuertes estruendos (De la Cruz-Reyna, 1986b).

Figura 3.11. Vista aérea de la fumarola del volcán Tacaná en junio de 1986, mirando hacia el sureste en dirección de la cumbre. Fotografía de: Mercado y Rose, 1991.

La mayor parte de los sismos registrados desde diciembre de 1985 se originó en un sistema de fallas al NE del Tacaná que no tenía relación directa con la actividad volcánica (S.D. Malone, 1987 en Mercado y Rose, 1991). Para fines de mayo se registraron una docena de sismos menores y de 2 a 3 sismos tectónicos mayores por día. Los sismos eran mayoritariamente someros y se localizaban en un radio de 3 km al NE del Tacaná (Mena y De la Cruz-Reyna, 1986).

Las erupciones freáticas del 8 de mayo de 1986 originaron una fumarola en la ladera NO del Tacaná (Fig. 3.11). Esta chimenea se localizó del lado mexicano del volcán, a una elevación de 3,000 m, muy cerca del límite fronterizo. Tenía una anchura de 20 m por donde emitía vapor a alta presión con fuertes estruendos. La emisión de vapor era visible hasta 500 m de altura (Mercado y Rose, 1991). Los niveles bajos de sismicidad continuaron hasta finales de 1986 (De la Cruz-Reyna 1989 en Mercado y Rose, 1991). Cabe resaltar que el evento más importante por su magnitud fue el registrado el 8 de mayo de 1986.

CAPITULO IV. METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la metodología de trabajo empleada para estudiar la percepción del riesgo volcánico de la población en torno a los volcanes Chichón y Tacaná, con el propósito de conocer el grado de información que tiene la población que vive en áreas cercanas a estos volcanes y su percepción del riesgo al vivir o trabajar cerca de un volcán activo.

4.1 Recopilación bibliográfica y elaboración previa de los cuestionarios

La metodología consistió en la recopilación de información bibliográfica, hemerográfica, cartográfica y censal, de las áreas aledañas a cada uno de los volcanes. Se tomaron en cuenta los aspectos físico-geográficos como localización, vegetación, clima, geología y otros, así como los aspectos sociales: localidades por municipio, población, distribución por edades y sexos, aspectos socio-económicos, religión y otros. Todo lo anterior sirvió para reconocer algunas de las poblaciones afectadas por la erupción de 1982 del volcán Chichón y el poblado de Unión Juárez, por ser uno de los más cercanos al volcán Tacaná.

El trabajo bibliográfico consistió en analizar los escasos estudios existentes sobre las consecuencias sociales y económicas de la erupción de 1982 del volcán Chichón, sobre todo en los municipios de Chapultenango y Francisco León. Posteriormente se seleccionaron aquellas poblaciones afectadas que fueron más propicias para llevar a cabo el estudio, considerando además el tipo de peligro que le afectó. De esta forma se elaboraron los cuestionarios preliminares sobre percepción del riesgo volcánico. Las localidades elegidas fueron Chapultenango, Guadalupe Victoria, Volcán en el área del volcán Chichón y el poblado de Unión Juárez en la región del volcán Tacaná.

Una vez elaborados los cuestionarios (entrevistas y encuestas) se consultó la escasa información existente sobre percepción del riesgo en México. Los únicos volcanes que cuentan con este tipo de información son el volcán de Colima (Cuevas y Ceballos, 2001) y el volcán Popocatépetl (Hernández, 2004). Con ambos grupos se intercambiaron ideas y ayudaron a enriquecer los cuestionarios preliminares.

Tanto las encuestas como las entrevistas, representan los elementos fundamentales para el análisis del riesgo volcánico, tomando en cuenta la distribución espacial de la población. Para determinar el número de entrevistas y encuestas que debía realizarse en cada población se consultó el censo de población 2000. De esta manera, se separó a la población por grupos de edades y sexos, y se determinó el tipo de cuestionario que se requería aplicar. Asimismo, se consideró que la erupción del Chichón tenía 22 años de haber ocurrido, por lo que se dividió a la población en dos grandes grupos: a las personas que presenciaron la erupción de 1982 era necesario aplicarles una entrevista para poder obtener sus vivencias y a las personas nacidas después de la erupción se les aplicó otra encuesta, para poder evaluar el grado de información que tienen sobre la erupción misma y sobre los riesgos de vivir en zonas cercanas a un volcán activo. En ambos casos se requería conocer la percepción sobre los riesgos volcánicos y la información al respecto.

Con base en lo anterior, se elaboraron los cuestionarios base que fueron modificados conforme se consultaba material al respecto. Para la elaboración de las encuestas y entrevistas se realizó un análisis detallado de los efectos de la erupción del Chichón de 1982 y posteriormente se consultaron entrevistas y encuestas empleadas en los volcanes antes citados. También se llevó a cabo la consulta, revisión y asesoría con vulcanólogos, sociólogos y geógrafos finalizando así los primeros cuestionarios. Antes de iniciar la aplicación de este material, se llevó a cabo una prueba piloto en el poblado de Chapultenango a un número estadísticamente confiable de la población (1%) para corroborar que los entrevistados comprendían las preguntas y que sus respuestas contenían parte de la información que se buscaba obtener. Ya en campo, fue necesario replantear algunas de las preguntas, así como anexar o eliminar otras que no eran necesarias.

Las encuestas y entrevistas se aplicaron en tres localidades del municipio de Chapultenango y en la comunidad de Unión Juárez sólo se aplicaron encuestas. Para obtener resultados estadísticamente significativos, se debía trabajar con al menos 10%[2] de la población, porque entre más grande sea la muestra, más representativa será y tendrá un error mínimo (Tamayo, 1998).

[2] La población total de las localidades donde se aplicaron encuestas y/o entrevistas es de (5,935) por lo que para el objetivo de esta investigación se decidió que la muestra debería ser del 10% o más de la población para que fuera representativa.

Los cuestionarios finales quedaron de la siguiente manera: Las entrevistas se aplicaron a personas mayores de 30 años y quedaron conformados por cinco partes con un total de 23 preguntas:

- La primera parte se basa en los datos generales de las personas entrevistadas, como: el sexo, edad, escolaridad, ocupación entre otras, con el propósito de conocer al entrevistado y relacionar sus respuestas.
- La segunda parte (preguntas 1-5) busca conocer el grado de información que tenía la población sobre el volcán antes de la erupción.
- La tercera parte (preguntas 6-10) discute la reacción de las personas durante la erupción, es decir, qué vieron, qué hicieron y hacia dónde se desplazaron durante la erupción.
- La cuarta parte (preguntas 11-20) indaga el comportamiento de las personas y de las autoridades después de la erupción, es decir, qué hicieron, quiénes y de qué manera recibieron ayuda y si de alguna manera se vieron beneficiados.
- Por último (preguntas 21- 23), pretende conocer el tipo de vivienda y servicios con los que cuenta la población entrevistada.

La entrevista tenía el siguiente formato:

Fecha:

ENTREVISTA

Sexo: M F Comunidad:

Edad: Religión:

Grado escolar: P S P L Ocupación:

Lengua:

1. ¿Usted nació aquí?
2. ¿Con qué nombre conocen aquí al volcán?
3. ¿Conoce alguna historia o leyenda sobre el volcán?
4. ¿Qué pensaba del volcán antes de la explosión/erupción de 1982?
5. ¿Por qué cree que el volcán explotó?
6. ¿Vivió la erupción de 1982?
7. Cuénteme que vio durante la erupción
8. ¿A qué le tuvo más miedo?
9. ¿Le causó daños la erupción a usted o algún familiar?
10. ¿Intervinieron autoridades durante la erupción?
11. ¿Recibió algún tipo de ayuda después de la erupción?
12. ¿Cree usted que el volcán vuelva a hacer erupción?
13. ¿Piensa que su comunidad sería afectada en caso de otra erupción?
14. ¿Qué haría en caso de otra erupción?
15. ¿Sabe usted si alguien está estudiando el volcán?
16. ¿Quién le informa lo que sucede con el volcán?
17. ¿Le han explicado los daños que el volcán les puede causar?
18. ¿Le han informado qué hacer en caso de erupción?
19. ¿Sabe usted si hay refugios y rutas de evacuación en caso de erupción?
20. Después del tiempo que ha pasado ¿tuvo algún beneficio de la erupción?
21. ¿Tiene en su casa luz, agua y drenaje?
22. ¿De qué material es el techo de su vivienda?
23. ¿De qué material está hecha su casa?

Las encuestas que se aplicaron a jóvenes y niños menores de 22 años, consistieron de un total de 10 preguntas y un dibujo sobre el volcán. Este último con el propósito de conocer su concepto sobre el volcán.

- La primera parte de la encuesta (preguntas 1-3) pretende determinar el conocimiento y los antecedentes que el encuestado tiene sobre el volcán.
- La segunda parte (preguntas 4-6) busca conocer el grado de percepción del riesgo volcánico que la población tiene al vivir cerca del volcán.
- El resto de las preguntas pretende investigar quién les proporciona la información y con qué tipo de información cuentan en caso de erupción futura.

La encuesta tiene el siguiente formato.

Fecha:

ENCUESTA

Sexo: M F Comunidad:
Edad: Religión:
Grado escolar: P S P L N Lengua:

1. ¿Conoces el volcán?
   SI NO
2. ¿Alguna vez has ido al volcán?
   SI NO ¿a qué o por qué?
3. ¿Qué sabes sobre el volcán?
4. ¿Te asusta vivir cerca del volcán?
   SI NO ¿Por qué?
5. ¿Crees que el volcán va a hacer erupción otra vez?
   SI NO ¿Por qué?
6. ¿Te irías si el volcán hiciera erupción?
   SI NO ¿a dónde?
7. ¿Te dan información sobre lo que le pasa al volcán?
   SI NO ¿cuál?
8. ¿Sabes qué es lo que debes tener a la mano en caso de otra erupción?
   SI NO ¿Qué?
9. ¿Sabes quién te puede ayudar en caso de una erupción?
   SI NO ¿quién?
10. ¿Conoces las rutas de evacuación?
    Haz un dibujo del volcán

4.2 Trabajo de campo (aplicación de entrevistas y encuestas)

Antes de salir a campo, fue necesario formular el plan de trabajo, donde se determinó la zona a trabajar, además de examinar la forma más eficaz para cubrir la zona de estudio y se elaboró un plan de trabajo por día.

El trabajo de campo se realizó en su mayoría con jóvenes menores de 30 años y mayores de 12, ya que es un área con un promedio de edad de 16 años. Por esta razón se aplicó 70% de encuestas y el 30% de entrevistas a personas mayores de 30 años.

El pueblo de Chapultenango cuenta con una población total de 2,794 habitantes (censo 2000 INEGI) por lo que se realizó un muestreo de 300 personas (más del 10%). Aquí se aplicaron 90 entrevistas a personas mayores, que representan el 30% de la muestra seleccionada y 210 encuestas a jóvenes, que representa el 70% restante del muestreo total.

En el caso de Guadalupe Victoria, que tiene una población total de 597 habitantes, se realizó un muestro de 60 personas, con 18 entrevistas y 42 encuestas.

Para el caso de la Colonia el Volcán se tenía pensado realizar un muestreo del 90% de la población, dado que en el censo 2000 (INEGI) contaba con 75 habitantes. Sin embargo no se pudo realizar este número de muestras, ya que en realidad el número de habitantes que reside en la localidad es mucho menor y sólo se pudieron aplicar siete entrevistas. No fue posible realizar encuestas, ya que la población predominante es mayor de 40 años.

En el caso de la comunidad de Unión Juárez, se llevó a cabo un muestreo de 260 encuestas con estudiantes de secundaria y preparatoria, ya que cuenta con una población total de 2,544 habitantes, según el censo del 2000. La población encuestada consistió de 126 hombres y 134 mujeres con edades entre los 12 y los 18 años de edad.

El trabajo de gabinete se basó principalmente en la investigación bibliográfica y hemerográfica. Fue apoyada por salidas de campo, donde se evaluó la información recabada en gabinete y se recopiló la información requerida para el estudio.

El trabajo de campo se realizó por la necesidad de contar con información verídica y detallada sobre la percepción del riesgo volcánico en los municipios de Chapultenango y Unión Juárez. El muestreo se llevó a cabo durante el 2004 en el mes de mayo en el municipio de Chapultenango y en diciembre en el municipio de Unión Juárez.

El levantamiento de información se realizó a partir de los cuatro puntos cardinales, para poder cubrir a las poblaciones. Se comenzó con un muestreo de personas que se encontraban en sus lugares de trabajo. Posteriormente se continuó con caminatas vespertinas a lo largo de las calles de cada pueblo para encontrar a las personas en sus casas, finalmente por las tardes se realizó el trabajo casa por casa. Para la realización de dicho trabajo fue necesario contar con la ayuda de una persona de la localidad que hablara los dos idiomas (zoque y español), ya que algunos habitantes no entendían complemente el español y era necesario que se les tradujera y explicara la pregunta. Se hicieron algunas entrevistas con previa cita para el caso de personas muy ocupadas.

La aplicación de las encuestas fue mucho más rápida, porque se seleccionaron escuelas primarias, secundarias y preparatorias y se les aplicó a los alumnos las encuestas a partir del 5° de primaria. Esta metodología solamente se pudo aplicar en la localidad de Chapultenango, ya que en Guadalupe Victoria se trabajó sólo en una escuela secundaria, puesto que el número de habitantes es menor; ambas localidades pertenecen al municipio de Chapultenango, en el Estado de Chiapas.

4.3 Manejo de la Información

Una vez realizado el trabajo de campo, se vació la información en una base de datos, que permitiera un mejor manejo de la misma.

Se capturó la información de cada uno de los cuestionarios especificando la localidad y el municipio correspondientes. También se tomaron en cuenta algunos datos generales como: grado escolar, sexo, edad, ocupación, entre otras, para tener una visión general de la población muestreada.

La captura de la información fue un trabajo laborioso, ya que no había antecedentes de donde se pudiera tomar el formato para el vaciado de la información, por lo que se tuvo que construir una matriz acorde con la información recopilada. Se clasificaron las respuestas de las entrevistas y las encuestas para agruparlas por pregunta y formar grupos de respuestas. La matriz de las encuestas y entrevistas quedó de la siguiente manera:

Tabla 4.1.Matriz de datos de la encuesta, donde se muestra el formato de cada pregunta

Encuesta-Preguntas / Variables	**M**	F	Subtotal	**Total**
Religión				
Ninguna				
Católica				
Adventista				
Lengua				
Español				
Zoque				
Grado escolar				
Ninguna				
Primaria				
Secundaria				
Preparatoria				
Licenciatura				
1 ¿Conoces el volcán?				
Sí				
No				
2 ¿Alguna vez has ido al volcán?				
Sí ¿a que o por qué?				
conocer / pasear				
de excursión				
otros				
No				
3 ¿Qué sabes sobre el volcán?				
datos de la erupción				
actividad volcánica				
leyendas				
otros				
nada				
4 ¿Te asusta vivir cerca del volcán?				
Sí ¿por qué?				
por futura erupción				
por actividad volcánica				
por miedo				
otros				
No				
5 ¿Crees que el volcán vuelva hacer erupción?				
Sí ¿por qué?				
por fenómeno natural				
porque dicen				
porque ya pasó tiempo				
otros				
No				
6 ¿Te irías si el volcán hiciera erupción?				
Sí ¿a dónde?				
a una ciudad				
a un lugar lejos y seguro				
con familiares				
otros				

No				
7 ¿Te dan información sobre el volcán? Sí ¿Cuál? *datos de la erupción* *actividad volcánica* *leyendas* *otros* No				
8 ¿Sabes lo que debes de tener a la mano en caso de erupción? Sí ¿qué? *cosas importantes** *ropa* *otros* No				
9 ¿Sabes quien te puede ayudar en caso de erupción? Sí ¿quién? *familiares* *autoridades* *investigadores* *alguna divinidad* *otros* No				
10 ¿Conoces LAS RUTAS DE EVACUACIÓN? Sí No				

Tabla 4.2. Matriz de datos de la entrevista, donde se muestra el formato y clasificación de cada una de las respuestas.

Entrevista-Preguntas / Variables	**M**	**F**	**Subtotal**	**Total**
Religión Ninguna Católica Adventista				
Lengua Español Zoque				
Grado Escolar Ninguna Primaria Secundaria Preparatoria Licenciatura				
Ocupación Ama de casa Campesino Comerciante Otros				
1) ¿Usted nació aquí? Sí				

No por la erupción por trabajo otros				
2) ¿Con que nombre conoce al volcán? Chichonal				
3) ¿Conoce alguna leyenda? Piowacwe Ninguna Otra				
4) ¿Qué opinaba del volcán antes de la erupción? No sabían que era volcán Sí sabían por manifestaciones otros				
5) ¿Por qué cree que explotó? No saben Sí sabían por petróleo / oro por tapón antrópico por actividad natural por castigo divino otros				
6) ¿Vivió la erupción de 1982? Sí a)se fueron se los llevaron b)tabasco Chiapas otros c)tiempo de regreso días meses años nunca No				
7) ¿Qué vio durante la erupción? material de caída flujos piroclásticos tormenta eléctrica explosiones lahar sismos otros nada				
8) ¿A qué le tuvo más miedo? material de caída flujos piroclásticos tormenta eléctrica explosiones				

lahar sismos otros todo morir él y/o su familia nada				
9) ¿Qué daños le causó? Si ganado terreno / siembra casa familiares No				
10) ¿Intervención de autoridades durante la erupción? SÍ a) soldados y federales gobierno otros b) Chiapas Tabasco Tabasco y Chiapas no sabe c) transportar gente alimentos y ropa otros No				
11) ¿Recibió algún tipo de ayuda? Si alimentos y ropa laminas y / o terrenos No				
12) ¿Cree Que Volverá Hacer Erupción? Si No No Sabe				
13) ¿Cree que su comunidad se afectará otra vez? SÍ no tener otro lugar de residencia no tener miedo por su trabajo otros No				
14) ¿Qué haría en caso de erupción? salir quedarse				
15) Alguien estudia el volcán No sabe Nadie Sí EEUU / extranjeros				

UNAM				
geólogos / vulcanólogos				
otros				
16) ¿Quién le informa del volcán?				
Geólogos / vulcanólogos				
Autoridades				
Medios de comunicación				
Por su cuenta				
Por lo que dice la gente				
Nadie				
17) Explican daños por erupción				
Sí				
actividad volcánica				
asentamiento				
otros				
No				
18) Información que hacer en caso de erupción				
Sí				
estar comunicado con el gobierno				
otras				
No				
19) Conoce refugios o rutas de evacuación				
Sí hay refugios				
casas de losa / escuela				
otra localidad				
Sí hay rutas de evacuación				
la carretera hacia Ixtacomitán				
otras				
No hay nada				
Sí hay				
1 cosa				
2 cosas				
No hay nada				
20) Cree que hay beneficios de la erupción				
Sí				
tierras				
infraestructura*				
otros				
No				
21)Cuenta con infraestructura				
Luz				
Agua				
Drenaje				
Nada				
22) ¿El techo de la vivienda es de?				
Lámina				
Cemento				
Otros				
23) ¿El material de la casa es de?				
Carrizo				

Madera Bloque					

* apertura de la carretera, pavimentación de calles, construcción de escuelas, mejoramiento en la iglesia, etc.

Durante la captura de la información se encontraron algunos problemas comunes en este tipo de trabajo, como interpretar y clasificar cada una de las respuestas de los cuestionarios y agruparlas, así como algunas respuestas omitidas. Por esta razón, la captura de información fue lenta, ya que se tenía que revisar cuidadosamente cada uno de los cuestionarios.

Una vez capturada la información se elaboraron gráficas que permitieron su manejo, análisis e interpretación. En el Capítulo 5 se exponen los resultados obtenidos del trabajo de campo.

CAPITULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El municipio de Chapultenango cuenta con un total de 6,965 habitantes (INEGI 2000), que sólo representan el 2.15% y el 0.18% del estado; el 49.59% son hombres y el 50.41% mujeres. Es una población joven; el 71% de sus habitantes son menores de 30 años y la edad media es de 16 años. El presente trabajo se realizó en tres localidades: Chapultenango, Guadalupe Victoria y Volcán. Chapultenango cuenta con una población de 2,794 habitantes; 1,367 hombres y 1,427 mujeres. Guadalupe Victoria cuenta con una población total de 597 habitantes: 301 hombres y 296 mujeres y Colonia el Volcán con 75 habitantes: 36 hombres y 39 mujeres (INEGI 2000).

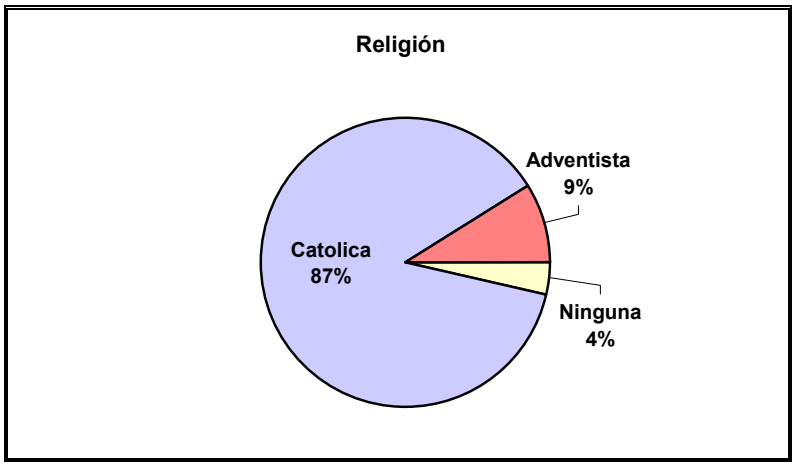
Durante la aplicación de las encuestas, se analizaron datos generales como religión, lengua[3] y nivel de estudios. Los resultados que se presentan a continuación pertenecen a todos los niveles de educación de la localidad de Chapultenango

En Chapultenango, el 87% de la población predica la religión católica, siendo minoría la religión adventista y el 4% no practica ningún tipo de religión (Gráfica 5.1)

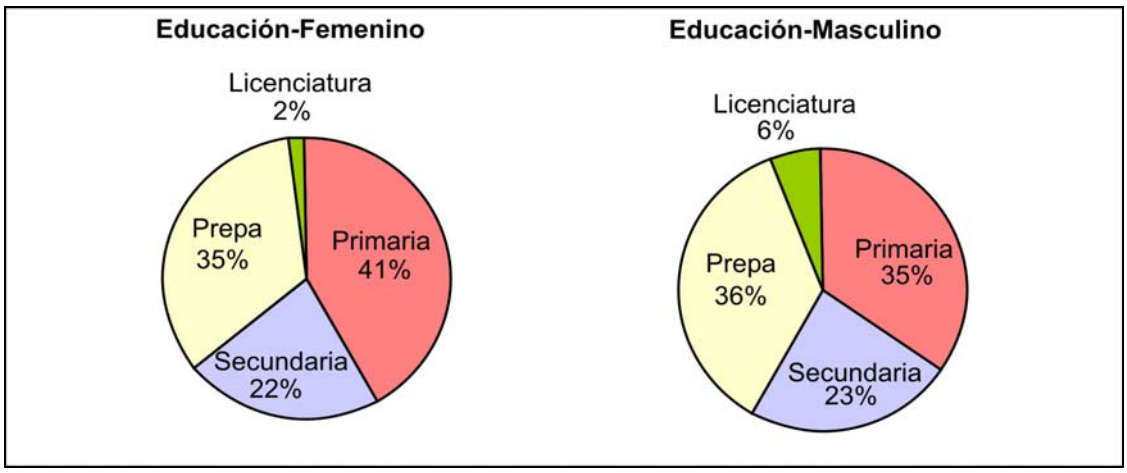
De la población encuestada, sólo el 38% es bilingüe; es decir, habla y entiende el zoque como lengua de origen y el español como segunda lengua. El resto de la población (62%) habla sólo español. Estos datos indican que en su mayoría la población joven esta perdiendo la lengua de origen.

Analizando la información referente al grado escolar (Gráfica 5.2), se observa que en el nivel de primaria hay un número mayor de mujeres estudiando (41%) en relación con los hombres (35%). Sin embargo, el 6% de la población masculina llega a concluir estudios superiores a diferencia del de las mujeres, que sólo es del 2%.Los resultados obtenidos en los siguientes niveles académicos, como la secundaria y la preparatoria, sobre el porcentaje de hombres y mujeres que están estudiando, es muy similar.

[3] Es considerado lengua el sistema lingüístico organizado en estructura comunicativa y peculiar que es empleado por una comunidad sociolingüística (García-Pelayo y Gross, 1976).



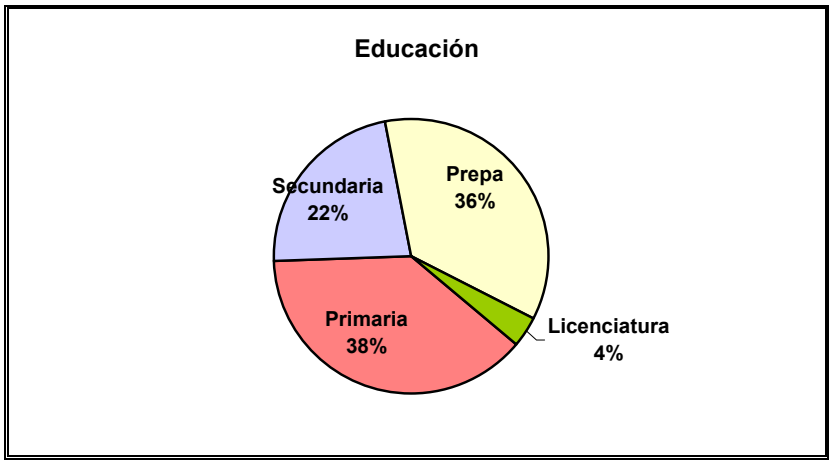
Gráfica 5.1 Gráfica que muestra el tipo de religión que practican en la localidad de Chapultenango, Chiapas.



Gráfica 5.2 Distribución de la educación por niveles de escolaridad y por sexo en Chapultenango.

Si graficamos todos los datos de educación (Gráfica 5.3) se observa que sólo el 4% de la población encuestada concluye estudios superiores o carreras técnicas, debido a los escasos recursos con los que cuentan en la localidad y a la carencia de instituciones de educación superior en la zona. Los estudiantes de estas localidades deben trasladarse a las ciudades cercanas que cuentan con estos servicios, como Tuxtla Gutiérrez o Villahermosa en el Estado de Tabasco. Esto tiene un costo económico y logístico muy difícil de superar, por lo que muchos jóvenes abandonan sus estudios para dedicarse al trabajo y a la manutención de sus familias. De esta forma hay un descenso significativo de estudiantes en el nivel de educación media (secundaria) mientras que en la educación básica (primaria) y

media superior (preparatoria), hay una similitud de estudiantes con una mínima diferencia del 2% entre una y otra.



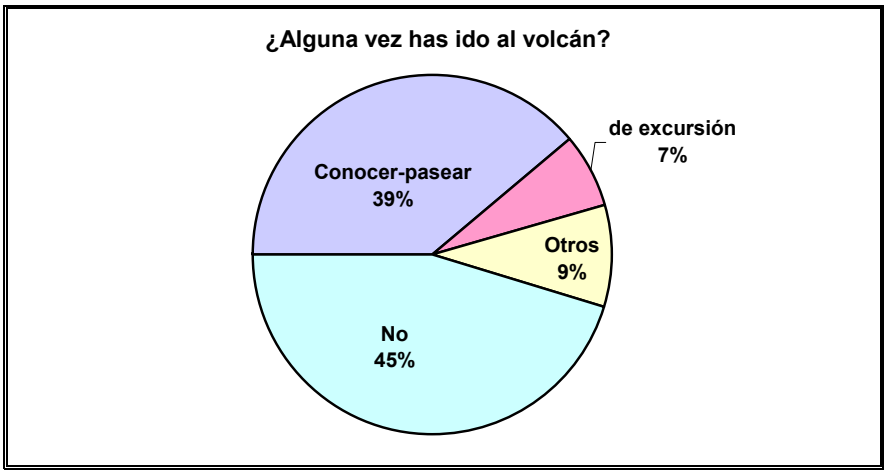
Gráfica 5.3 Representación de la educación total que tiene la población de Chapultenango.

5.1 Análisis de las encuestas realizadas en la localidad de Chapultenango, Chiapas.

El siguiente análisis está basado en las encuestas realizadas en los grados de educación básica (primaria), media (secundaria), media superior (tele-bachillerato o preparatoria) y superior (licenciatura) de la cabecera municipal de Chapultenango.

5.1.1 Educación básica, media y media superior

El muestreo se llevó a cabo por separado en cada nivel de educación y los resultados se graficaron por separado y están representados en la Tabla 5.1 Sin embargo, para facilitar el análisis se elaboró dicha tabla y gráficas generales. Solo en casos específicos se hace una diferenciación de los datos por nivel de educación. El análisis de los resultados refleja lo siguiente:

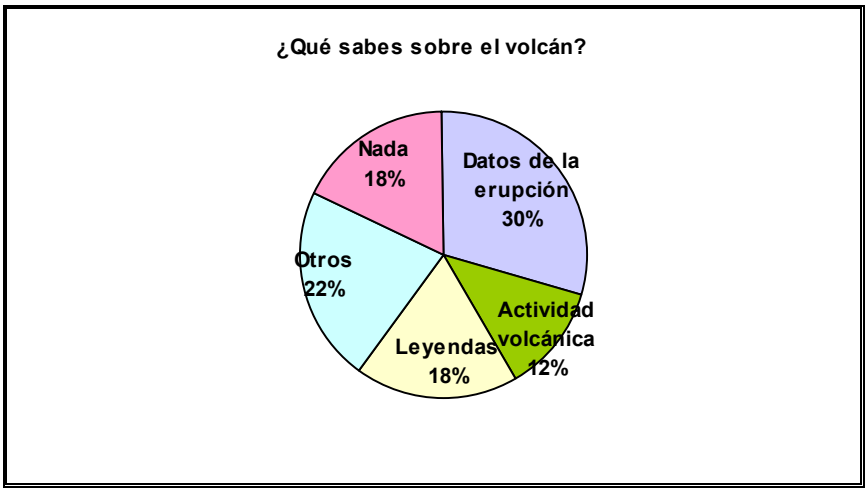


Gráfica 5.4 Distribución de los resultados obtenidos con los estudiantes de educación básica, media y media superior de Chapultenango que ha visitado el cráter del volcán Chichón.

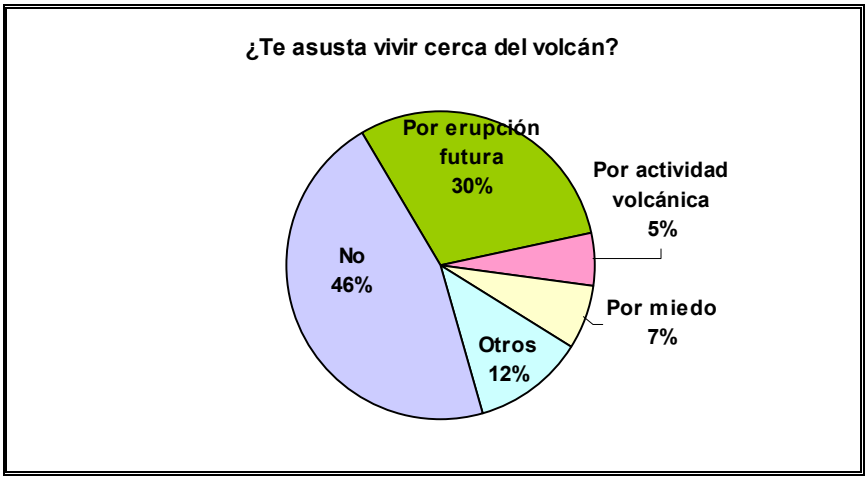
La edad de las personas encuestadas varía de 10 a 22 años. A pesar de vivir a menos de 15 km. del volcán Chichón, el 28% de los encuestados manifiesta que no lo conoce mientras que el 72% restante si lo conoce o lo ha visto alguna vez. En este caso los alumnos de primaria muestran el menor porcentaje de conocimiento sobre el volcán, ya que el 40% de los encuestados no lo conoce. En el resto de los niveles se muestra un porcentaje similar al total sobre el conocimiento del volcán. Del grupo que conoce el volcán, el 55% de los alumnos ha ido alguna vez al volcán por motivos de paseo, curiosidad o excusión mientras que el 45% nunca lo ha visitado como se muestra en la Gráfica 5.4. Se observa claramente que los alumnos de educación media superior son aquéllos que han realizado algún tipo de visita al Chichón (ver Tabla 5.1)

En la Gráfica 5.5 aparece la información con la que cuenta la población de Chapultenango sobre el volcán. Una minoría, sólo el 12%, conoce algunos datos de la actividad volcánica como su origen y la actividad misma, mientras que el 30% conoce datos de lo ocurrido durante la erupción de 1982 y de los daños que ocasionó en la zona. El 18% de la población encuestada conoce algunas leyendas relacionadas con el volcán y con la erupción de 1982, el 22% está enterado de otros temas que no están directamente relacionados con la erupción. Finalmente, un porcentaje importante de los encuestados (18%) manifiesta no saber ni conocer nada relacionado con el Chichón. Del análisis comparativo de los resultados obtenidos en los diferentes niveles de educación se puede observar que en el nivel medio superior la mayoría de los encuestados conoce datos sobre

lo sucedido en la erupción de 1982 (44%), mientras que en el de educación básica y media se tiene el mayor porcentaje de desinformación sobre el volcán (ver Tabla 5.1). Con estos resultados, se puede deducir que conforme los alumnos avanzan de grado académico adquieren un mayor interés por conocer información de la erupción del volcán Chichón.



Gráfica 5.5 Información con la que cuentan los estudiantes de Chapultenango sobre el volcán Chichón.



Gráfica 5.6 Causas que provocan el temor de los estudiantes de Chapultenango por vivir cerca del volcán Chichón.

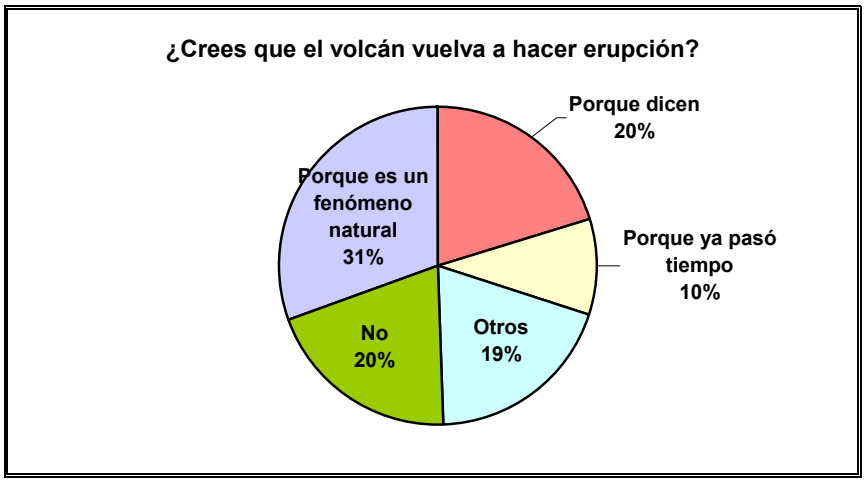
Tabla 5.1 Porcentajes obtenidos mediante la aplicación de encuestas realizadas a los alumnos de educación primaria, secundaria y bachillerato en la localidad de Chapultenango, Chiapas.

Preguntas / Variables	Educación			
	Básica (Primaria)	**Media (Secundaria)**	**Media superior (Bachillerato)**	**Total**
	%	**%**	**%**	**%**
1 ¿Conoces el volcán?				
Sí	**60**	**79**	**82**	**72**
No	**40**	**21**	**18**	**28**
2 ¿Alguna vez has ido al volcán?				
Sí ¿a qué o por qué?	**44**	**52**	**68**	**55**
conocer / pasear	*29*	*33*	*52*	*39*
de excursión	*4*	*6*	*11*	*7*
otros	*11*	*13*	*5*	*9*
No	**56**	**48**	**32**	**45**
3 ¿Qué sabes sobre el volcán?				
datos de la erupción	**20**	**24**	**44**	**30**
actividad volcánica	**6**	**17**	**16**	**12**
leyendas	**24**	**13**	**14**	**18**
otros	**27**	**21**	**18**	**22**
nada	**23**	**25**	**8**	**18**
4 ¿Te asusta vivir cerca del volcán?				
Sí ¿por qué?	**67**	**48**	**43**	**54**
por futura erupción	*41*	*25*	*21*	*30*
por actividad volcánica	*6*	*0*	*8*	*5*
por miedo	*10*	*4*	*5*	*7*
otros	*10*	*19*	*9*	*12*
No	**33**	**52**	**57**	**46**
5 ¿Crees que el volcán vuelva hacer erupción?				
Sí ¿por qué?	**80**	**79**	**80**	**80**
porque es un fenómeno natural	*31*	*19*	*36*	*31*
porque dicen	*21*	*24*	*17*	*20*
porque ya pasó tiempo	*11*	*13*	*7*	*10*
otros	*17*	*23*	*20*	*19*
No	**20**	**21**	**20**	**20**
6 ¿Te irías si el volcán hiciera erupción?				
Sí ¿a dónde?	**93**	**87**	**91**	**91**
a una ciudad	*33*	*15*	*11*	*20*
a un lugar lejos y seguro	*37*	*45*	*49*	*45*
con familiares	*5*	*4*	*7*	*5*
otros	*18*	*23*	*24*	*21*
No	**7**	**13**	**9**	**9**
7 ¿Te dan información sobre el volcán?				
Sí ¿cuál?	**51**	**40**	**37**	**44**
datos de la erupción	*10*	*4*	*3*	*6*
actividad volcánica	*23*	*19*	*22*	*22*
leyendas	*2*	*4*	*0*	*2*
otros	*16*	*13*	*12*	*14*
No	**49**	**60**	**63**	**56**
8 ¿Sabes lo que debes de tener a la mano en caso de erupción?				
Sí ¿qué?	**68**	**64**	**82**	**72**
*cosas importantes**	*21*	*33*	*67*	*40*
ropa	*16*	*8*	*4*	*10*
otros	*31*	*23*	*11*	*22*
No	**32**	**36**	**18**	**28**

9 ¿Sabes quien te puede ayudar en caso de erupción?				
Sí ¿quién?	**73**	**54**	**63**	**65**
familiares	*23*	*10*	*1*	*12*
autoridades	*33*	*27*	*51*	*39*
alguna divinidad	*7*	*2*	*0*	*3*
otros	*10*	*15*	*11*	*11*
No	**27**	**46**	**37**	**35**
10 ¿Conoces las rutas de evacuación?				
Sí	**62**	**44**	**83**	**66**
No	**38**	**56**	**17**	**34**

*papeles importantes, dinero, lámparas, radio, medicamentos, etc.

En términos generales, podemos concluir de la Gráfica 5.6 que los niños encuestados están concientes de que viven cerca de un volcán activo. El 54% de la población encuestada respondió que tiene miedo de vivir cerca del Chichón por diversos motivos, como el que vuelva a hacer erupción (30%), por su actividad actual (5%), porque le da miedo (7%) y otros motivos (12%). El 46% de la población encuestada respondió que no tiene miedo de vivir en las faldas del volcán. Es muy interesante resaltar que el mayor porcentaje de personas al que le asusta vivir cerca del volcán está en el nivel escolar básico con un 67% (Tabla 5.1, pregunta 4).

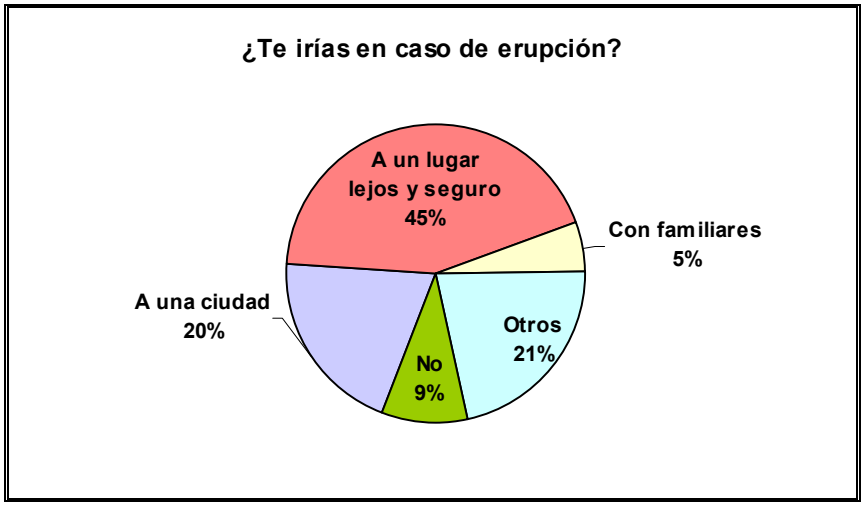


Gráfica 5.7 Diferentes razones por las cuales los estudiantes de Chapultenango piensan que el volcán volverá a hacer erupción.

Los resultados anteriores tienen una buena correlación con la Gráfica 5.7 donde el 80% de la población cree que el volcán sí volverá a hacer erupción por diferentes motivos:

es un fenómeno natural y es un volcán activo (31%), porque lo han escuchado a distintas personas como habitantes del mismo lugar, investigadores, autoridades municipales y parroquiales entre otros (20%), porque ya pasó tiempo suficiente para volverse a llenar y ya tiene la fuerza suficiente para volver a hacer erupción (10%), mientras que el resto (19%) expresa razones diversas. Sólo el 20% de los encuestados dice que el volcán ya no volverá a hacer erupción, siendo ésta la opinión generalizada de los encuestados en todos los niveles.

Podemos observar en la Gráfica 5.8 que en caso de una nueva erupción, el 9% de la población se quedaría en su lugar de origen y no huiría a ningún lugar, mientras que el resto (91%) saldría de su localidad. En este último grupo, el 45% respondió que saldría hacia cualquier lugar lejano y seguro donde no lleguen los efectos de la erupción y el 20% respondió que se iría a cualquier ciudad sin importar cuál. El 5% de los encuestados contestó que en caso de una erupción saldría de su comunidad para refugiarse con sus familiares y el resto (21 %) saldría hacia otros lugares. En este sentido, resultan muy interesantes las opiniones de los estudiantes de primaria; el 37% se iría a un lugar en donde no exista ningún volcán y el 33% se iría con familiares para recibir ayuda.



Gráfica 5.8 Lugares a donde acudirían los estudiantes de Chapultenango en caso de una erupción.

Un aspecto importante y sobresaliente de este estudio se refleja en la Gráfica 5.9, ya que el 56% de los encuestados indicó que no se les dan ningún tipo de información sobre el volcán. El 6% de los encuestados cuenta con información referente a la erupción de 1982,

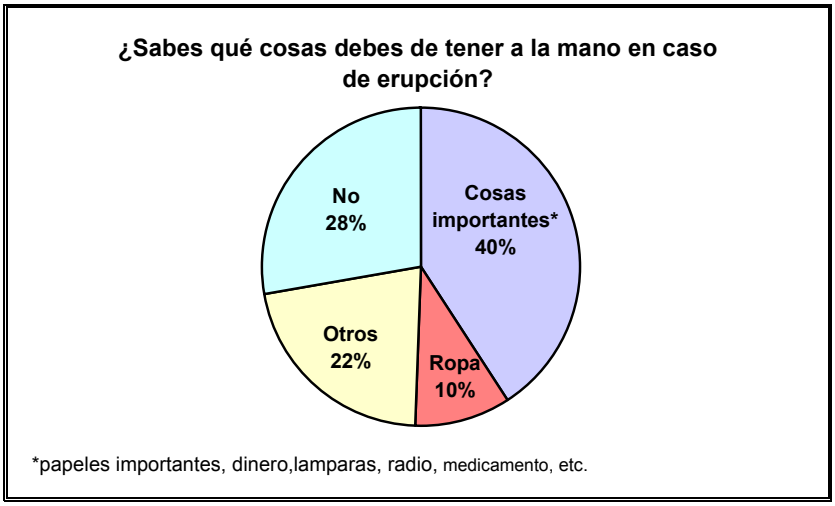
el 2% sólo recibe información de su familia sobre leyendas del volcán y el 14% tiene información distinta que no tiene relación con la actividad volcánica o la erupción. Sólo el 22 % de la población tiene algún tipo de información relacionada con el origen de la actividad volcánica y las manifestaciones en la Tierra. Los resultados de esta pregunta son asombrosos, ya que resulta que en el nivel básico se tiene mayor información sobre el volcán (51%) mientras que este porcentaje disminuye al avanzar el grado académico con 37% en el nivel medio superior.

Gráfica 5.9 Tipo de información sobre el volcán que se les proporciona a los estudiantes de Chapultenango.

En el caso de que ocurriera una nueva erupción del volcán Chichón, la mayoría de los encuestados no tiene conocimiento sobre qué material o documentos debe de tener a la mano para escapar o ser evacuado, como se puede observar en la Gráfica 5.10. De los encuestados, el 40% respondió que debe tener la documentación de toda la familia, botiquín de emergencia, dinero, radio, frazadas, cubrebocas, entre otros, guardado todo en un solo lugar. El 28% contestó que no sabía ni tenía la menor idea de las cosas que deben de tener en caso de una erupción. El resto (32%) mencionó cosas innecesarias como ropa, carros, tablas, ollas, cazuelas entre otros. Los estudiantes de educación media son los que cuentan con mayor información al respecto (82%) mientras que en el resto de los niveles no saben qué es lo que deben de tener.

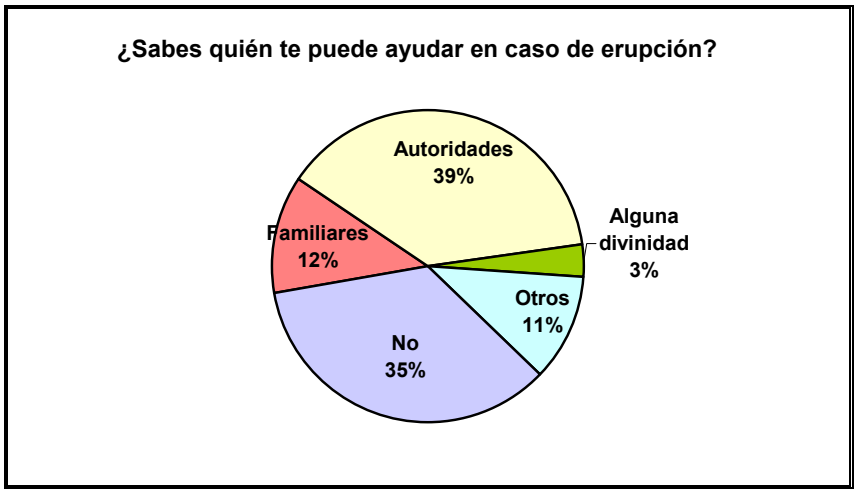
En caso de una emergencia volcánica, el 35% de la población no sabe a quién acudir y sólo el 39% respondió que las personas indicadas para ayudarles son las autoridades,

porque son las responsables de resguardar la seguridad del municipio y son las que están enteradas de la actividad del volcán (Gráfica 5.11). El resto de la población contesto de manera variada, aun cuando es interesante resaltar que el 3% de la población indicó que lo único que los puede salvar es Dios, ya que es un castigo divino. El 12% dice que las personas que podrían ayudarlos serían sus familiares, porque las autoridades no están al tanto de lo que sucede con el volcán y el 11% restante respondió que otros, entre los que se encuentra el obispo, los políticos, empresarios, etc. Sólo en el nivel medio superior respondió más de la mitad (51%) que las autoridades son las responsables de proporcionarles ayuda en caso de erupción.



Gráfica 5.10 Objetos que llevarían los estudiantes de Chapultenango en caso de ser evacuados.

En este mismo rubro sobre emergencia volcánica, el 34% de la población no conoce las rutas de evacuación, lo que es sorprendente teniendo en cuenta que sólo existe una salida de la localidad de Chapultenango hacia el poblado de Ixtacomitán y Pichucalco en el estado de Chiapas. El resto (66%) contestó que sí conocen rutas de evacuación y que sólo hay una, que es esta misma carretera. Más sorprendente aún es el hecho de que en la educación media más de la mitad (56%) no conoce ninguna ruta de evacuación, mientras que en la educación media superior es donde se encuentra el 83% de las personas que conocen las rutas de evacuación (ver Tabla 5.1).

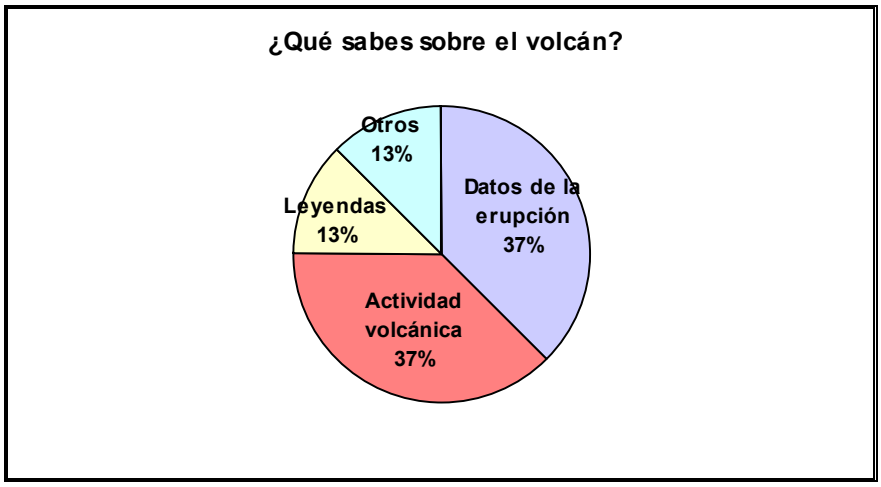


Gráfica 5.11 Personas a las que pedirían ayuda los estudiantes de Chapultenango en caso de una emergencia volcánica.

5.1.2 Educación superior

En este caso se realizó un muestreo con alumnos del nivel de educación superior, el cual incluyó en su mayoría a los profesores de las escuelas donde se llevó a cabo el trabajo. Es importante resaltar que los resultados que se presentan a continuación varían del resto, porque la mayoría de los encuestados son personas que están viviendo en la localidad de manera temporal, ya que son enviados a la zona por motivos de trabajo. La edad de los encuestados varía de los 22 a los 33 años.

Debido a su formación y al nivel académico, tienen una visión distinta del volcán en relación con los habitantes de la localidad, dado que éstos no han crecido cerca del volcán. De este grupo, el 25% no conoce el volcán, el resto sí lo conoce al menos en los libros de texto que se imparten en la zona. A pesar de que en los planes de estudio se trata el tema de los volcanes, pocos de los profesores toman como ejemplo al volcán Chichón. El 43% ha ido alguna vez al volcán para conocerlo o de paseo y el 57% nunca se ha acercado a la zona, por falta de tiempo. Estas personas, que serían las indicadas para llevar a los alumnos de excursión y explicarles en campo el tema, dicen no poder hacerlo por falta de presupuesto y ayuda por parte del gobierno, lo que impide el traslado desde la comunidad hasta el volcán, además de que explicaron que es demasiado riesgoso sacar a los alumnos del aula de clase y con mayor razón llevarlos hasta el cráter.



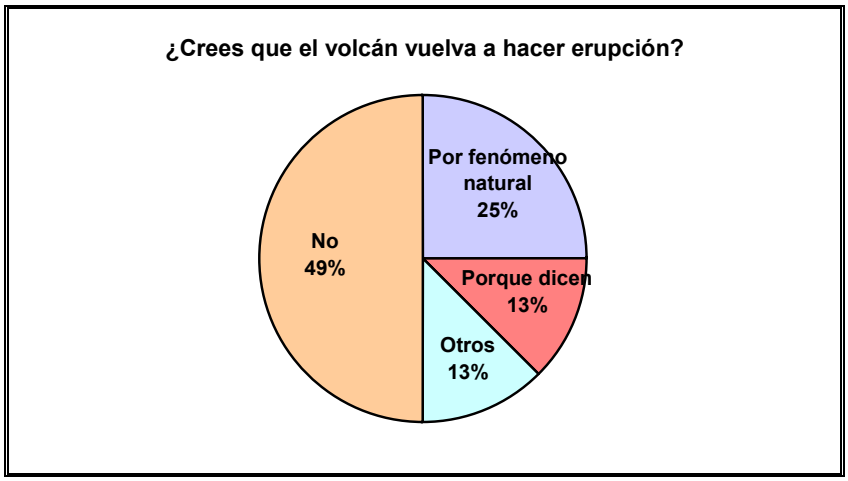
Gráfica 5.12 Distribución del conocimiento del volcán; sólo el 74% de la población encuestada de Chapultenango conoce datos sobre la erupción de 1982 o sobre la actividad volcánica.

Los encuestados cuentan con algún tipo de información sobre el volcán, aunque no del todo adecuada (Gráfica 5.12). El 37% conoce algunos datos relacionados con la actividad volcánica, como su origen y actividad misma del volcán, y de manera similar el 37% conoce lo ocurrido durante la erupción de 1982 así como los daños que ocasionó en la zona. Solo el 13% de la población encuestada conoce las leyendas sobre el volcán. Finalmente el resto de los encuestados tiene algún dato del volcán que no tiene relación con el tema.

En términos generales, se puede concluir que los encuestados están concientes de que viven cerca de un volcán activo. Sin embargo, en comparación con el resto de la población encuestada, cuyas respuestas caen simplemente en dos grupos; el 62% no tiene miedo de vivir, o más bien dicho, de trabajar en la zona, ya que dicen que ellos están por un lapso no mayor a dos años y que en ese tiempo no sucederá nada, y el 38% restante tiene miedo, pues piensa que el volcán tendrá nuevamente una erupción, que no se sabe cuándo y piensan que sí les podría afectar.

Podemos correlacionar las conclusiones anteriores, y a más de la mitad no le da miedo estar cerca de un volcán activo, porque no ve al volcán como riesgo. Como puede verse en la siguiente Gráfica (5.13), la mitad de la población (49%) piensa que el volcán ya no volverá a hacer erupción, mientras que el 51% restante piensa lo contrario. De este último porcentaje, sólo el 25% dice que sí volverá hacer erupción el volcán, porque es un fenómeno de la naturaleza y mientras esté considerado como un volcán activo existen todas

las posibilidades de que vuelva a entrar en actividad. El 13% dice que sí volverá hacer erupción porque así lo dicen las autoridades, habitantes del lugar e investigadores. Finalmente, otro 13% tiene otros motivos para pensar que el volcán volverá hacer erupción.



Gráfica 5.13 Diferentes razones por las cuales los estudiantes de educación superior de Chapultenango piensan que el volcán volverá a hacer erupción.

Gráfica 5.14 Lugar al que irían los habitantes de Chapultenango en caso de una erupción. Sólo el 74% de los estudiantes de Chapultenango se iría a un lugar seguro en caso de erupción.

En la Gráfica 5.14 podemos ver que el 100% de la población respondió que en caso de una erupción futura sí se alejaría, ya que no tiene nada que la detenga en el lugar, ni bienes, ni familia. Aquí un porcentaje mayoritario (75%) respondió que saldría a cualquier lugar lejano donde se sintiera seguro y que no tuviera algún efecto de la erupción, el 13% se

iría a una ciudad pero principalmente a su lugar de origen y el resto saldría a cualquier lugar donde lo albergasen sin importar cuál fuese.

Un aspecto importante y sobresaliente en este estudio fue que en el nivel de educación superior no se les proporcionó ningún tipo de información relacionada con el volcán Chichón. Al 75% de la población encuestada no se le da ningún tipo de información sobre el volcán, sólo una cuarta parte de los encuestados tiene algún tipo de información.

Es importante resaltar que los profesores no tienen o no se les proporciona información adecuada sobre la actividad volcánica y planes de emergencia en caso de actividad volcánica, porque ellos son los responsables de educar a la población de la comunidad, y las personas más adecuadas para transmitir e informar a la población cercana a un volcán activo.

En el caso de que ocurriera una nueva erupción del volcán Chichón, un porcentaje importante (38%) no tiene ni la menor idea de qué debe tener a la mano al momento de ser evacuado de la localidad. El 62% de los encuestados sabe que debe tener la documentación importante así como botiquín de emergencia, dinero, radio, frazadas, entre otros.

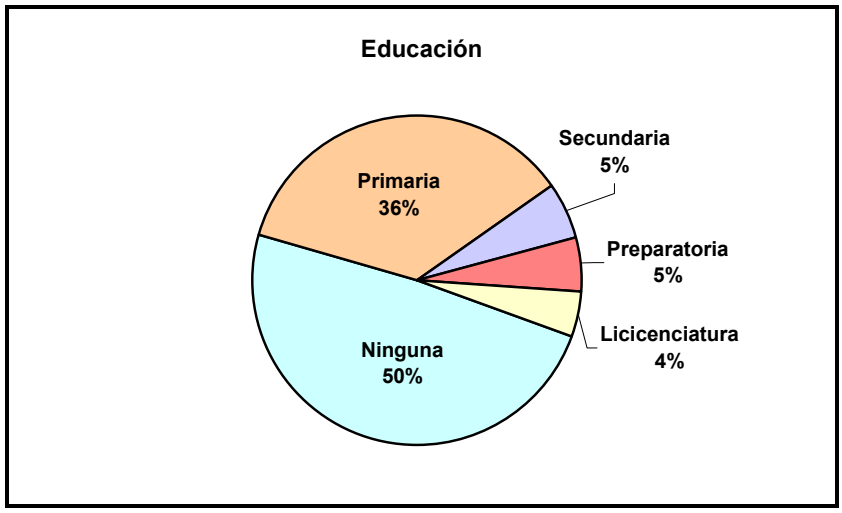
En caso de emergencia volcánica el 28% de la población no sabe a quién acudir y el 62% respondió que las personas a las que acudiría para pedir ayuda en caso de erupción serían sus familiares, pero ninguna de las personas mencionó que las autoridades son las responsables de proporcionar la ayuda en caso de emergencia. En relación con las rutas de evacuación, es sorprendente que el 25% de la población no las conozca. El resto dice sí conocer la ruta de evacuación, que es la carretera hacia Ixtacomitán.

De manera general se puede concluir que si las personas que imparten la educación en la localidad de Chapultenango no tienen la información suficiente sobre las medidas que se tienen que tomar antes, durante y después de una erupción, es muy difícil que los estudiantes tengan el conocimiento suficiente sobre la percepción del riesgo volcánico.

5.2 Análisis de las entrevistas realizadas en la localidad de Chapultenango, Chiapas

Estas entrevistas fueron aplicadas a personas mayores de 22 años que vivieron la erupción de 1982 y que actualmente viven en la localidad de Chapultenango. Algunas de las personas entrevistadas no son originarias de Chapultenango sino de otros poblados vecinos. Las gráficas que se muestran a continuación reflejan los resultados obtenidos en estas entrevistas.

Entre la población entrevistada predomina la religión católica con un 79% mientras que una minoría del 14% práctica la religión adventista o del séptimo día y el resto de la población no práctica religión alguna. De esta población, más de la mitad (52%) habla sólo el español y el 48% habla y entiende zoque y español.

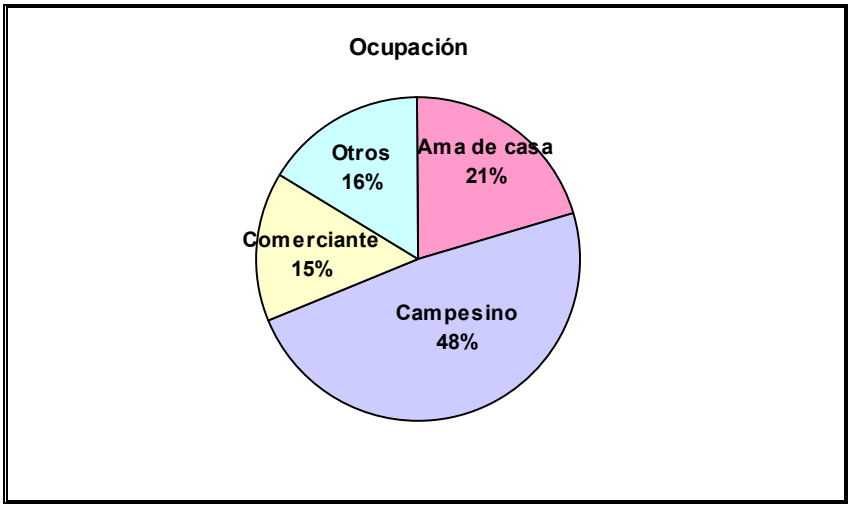


Gráfica 5.15 Resultados de los niveles de educación de los habitantes de Chapultenango, Chiapas.

La mayor parte de los entrevistados no tuvo oportunidad de estudiar (50%) y sólo el 36% alcanza el nivel básico de educación (ver Gráfica 5.15). Sin embargo, de este último grupo la mayoría de las personas entrevistadas no terminó la educación básica, llegando solamente a los primeros grados. Entre las principales causas de deserción que mencionaron fue la lejanía de las escuelas, dificultades económicas y la ausencia de los maestros. Se puede notar que sólo el 5% de la población llegó a la educación media, el

mismo 5% alcanzó la educación media superior y sólo el 4% concluyó sus estudios superiores.

La Grafica 5.16 es interesante si se compara con la anterior (Gráfica 5.15), ya que se puede observar que el 48% de la población se dedica al campo, cifra similar al porcentaje de personas que no pudieron estudiar. Un porcentaje significativo (21%) se dedica al hogar y el 15% tiene su negocio propio. El 15% se dedica a otros negocios, entre los que se pueden encontrar personas con alguna profesión, siendo el menor de los casos. Por lo que podría concluirse que las personas que tuvieron alguna oportunidad de estudiar tienen algún trabajo relacionado con su estudio, aun cuando no es aplicado de manera general.



Gráfica 5.16 Principales ocupaciones de los habitantes de Chapultenango, Chiapas.

Es clara la gran movilidad que la población tuvo en la zona, dado que sólo el 50% de la población entrevistada es originaria de Chapultenango, mientras que el resto ha llegado por diversas causas, y entre las más importantes está, la reubicación de la población por causas de la erupción (44%). El 26% de las personas respondieron que viven actualmente en dicha localidad por motivos de trabajo y el resto de la población comentó que sus motivos para vivir en Chapultenango son otros, como educación, comunicación, servicios, entre otros. Esta movilidad de la población se debe a que a partir de la erupción del volcán Chichón en 1982, la localidad de Chapultenango se convirtió en la cabecera municipal, con lo que ganó muchos servicios con el tiempo.

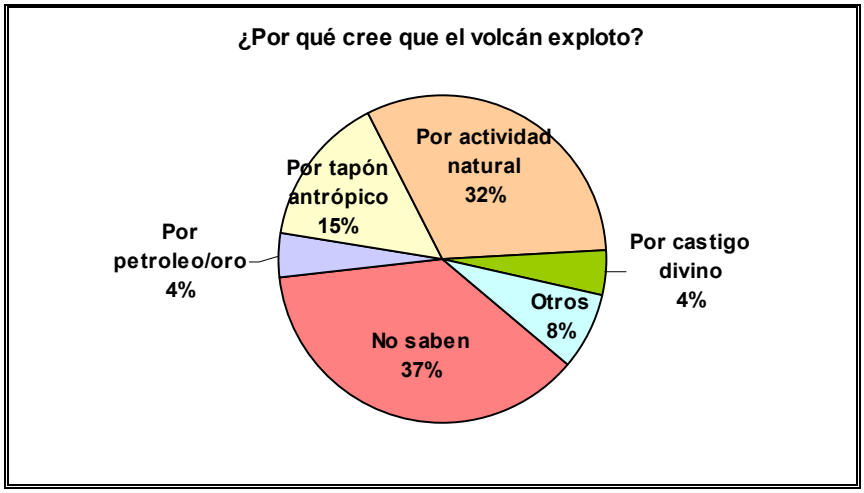
En la región se mencionan algunas leyendas que hacen referencia al volcán y a la erupción de 1982. La más conocida es la de la *Piowacwe*[4], que el 71% de los entrevistados la conoce, mientras que solo el 5% conoce otra y el 24% no conoce ninguna leyenda que haga referencia al volcán ni a la comunidad.

Otra dato importante de la entrevista era conocer el punto de vista que las personas tenían del volcán antes de la erupción de 1982 y saber si éstos conocían o sabían que el Chichón era un volcán. Las respuestas fueron sorprendentes, pues aun viviendo en una zona volcánica, el 43% de la población no tenía el conocimiento que dicha elevación era un volcán, y algunos de los habitantes de la zona tenían sus áreas de trabajo (sembradío y pastoreo) sobre el volcán. Solamente más de la mitad de la población encuestada (57%) sabía que era volcán. De este ultimo porcentaje, el 73% dice haber sentido y visto manifestaciones como: sismos, pequeñas exhalaciones de vapor de agua (fumarolas), zonas con temperaturas mayores a las normales y el 27% restante dice haber tenido otros motivos por lo cual sabía que el Chichón era un volcán. Más sorprendente aún es que antes del desastre que ocasionó la erupción de 1982 no se tuviera algún tipo de información sobre el volcán y que la población y autoridades no supieran que vivían en una zona volcánica. Fue hasta después del desastre que se comenzó a divulgar información dado, que la zona fue invadida por investigadores y autoridades.

En la Gráfica 5.17 se puede observar la opinión de los entrevistados en relación con el volcán y los motivos por los cuales hizo erupción en 1982. Sólo el 32% de los entrevistados dice que fue por activad natural, ya que es un fenómeno de la naturaleza y la erupción es la forma de manifestarse sobre la Tierra; el 15% manifestó que la razón por la cual hizo erupción fue porque diversas personas (autoridades, geólogos, investigadores, etc.) le taparon los orificios por donde salían todos los gases a la superficie *(respiraderos)* lo que causó que se saturara de gases y provocara la erupción. El 4% especula que dentro del volcán hay oro y/o petróleo y como quisieron extraerlo del interior, tuvo un

[4] La leyenda zoque dice: Los volcanes Chichón (cerca al pueblo de Chapultenango) y Tacaná (en Guatemala) se asocian a *Piowacwe* donde: "En el volcán Chichón vive una mujer encantada que quería casarse con *Tunsawi*… él la espiaba cuando se bañaba y veía que tenía escamas. En el día era joven, en la tarde era recia y en la noche vieja y fea. "También que *Piowacwe* se apareció por algunas colonias en forma de señora" y que "se quedo a dormir en Guadalupe Victoria", le dijo a un señor que "para el 28 de marzo iba a hacer una gran fiesta para su hijo, con luces y que quería invitar a toda la gente. Andaba vestida como cualquier señora, pero traía un rebozo y no dejaba que los muchachos le vieran la cara" (Báez-Jorge *et al*., 1985).

desequilibrio lo cual desencadenó la erupción; y otro 4% mantiene la idea que la erupción fue un castigo divino y que sólo fue una advertencia de lo que puede suceder si se sigue pecando en el mundo. El 8% tiene diversas razones por las que cree que el volcán hizo erupción. El 37% manifestó claramente no saber el motivo por el cual hizo erupción, sin hacer ningún tipo de especulación.

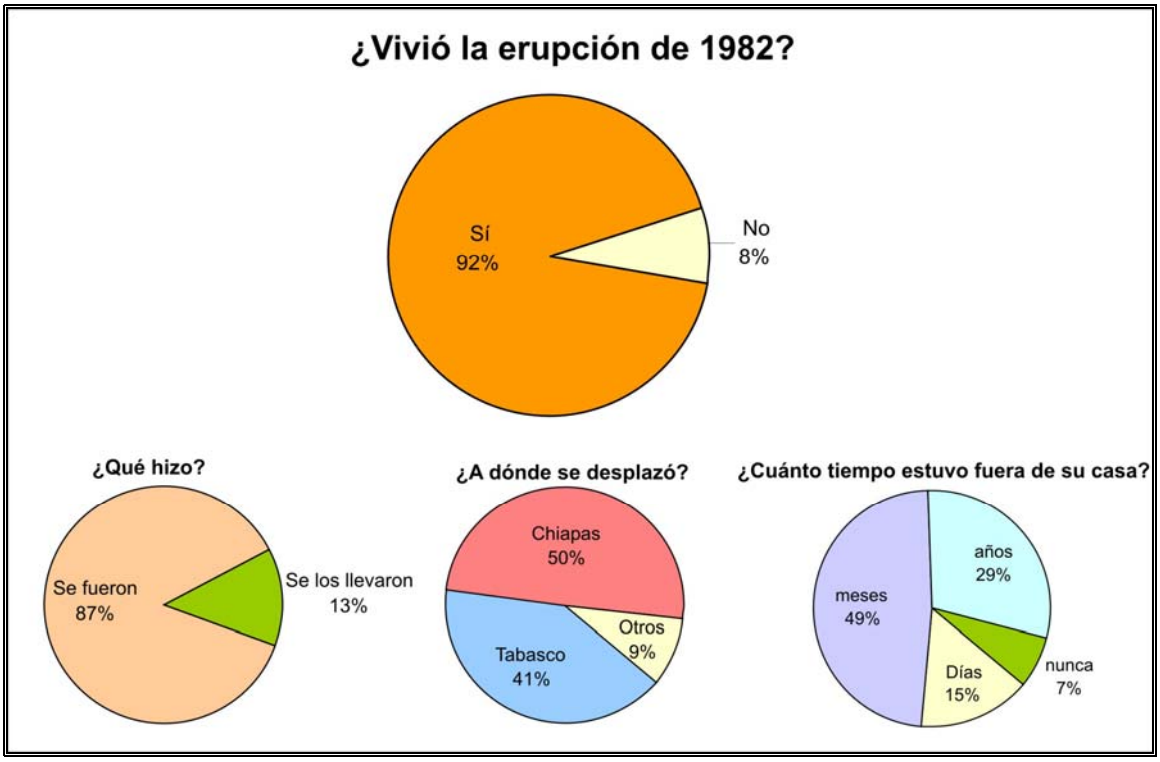


Gráfica 5.17 Diversos motivos por los que los habitantes de Chapultenango creen que explotó el volcán Chichón.

En la siguiente Gráfica (5.18) se puede observar que la mayoría de las personas entrevistadas vivió de alguna manera la erupción, así como sus reacciones ante dicha eventualidad. El 8% de los encuestados no vivió la erupción por diversas razones, siendo la más importante que durante esa época no vivían en la zona.

De las personas que sí vivieron la erupción de 1982, el 87% salió huyendo del lugar para salvar su vida y la de sus familias, mientras que el 13% no quería salir de la localidad por no dejar sus propiedades y pertenencias. Estas últimas fueron evacuadas contra su voluntad por las autoridades. Otro de los cuestionamientos fue el lugar donde fueron albergados durante la emergencia volcánica. El 50% fue a varios lugares de Chiapas, el 41% a diversas localidades de Tabasco y sólo el 9% se albergó en distintos lugares. También se les preguntó sobre el tiempo que se mantuvieron fuera de su localidad después de la erupción, el 15% respondió que sólo permaneció un período de días antes de regresar a su casa y ver los efectos que ocasionó la erupción. El 49% manifestó que tardó meses antes de regresar a su localidad; el 29% tardó años en volver por miedo de regresar o

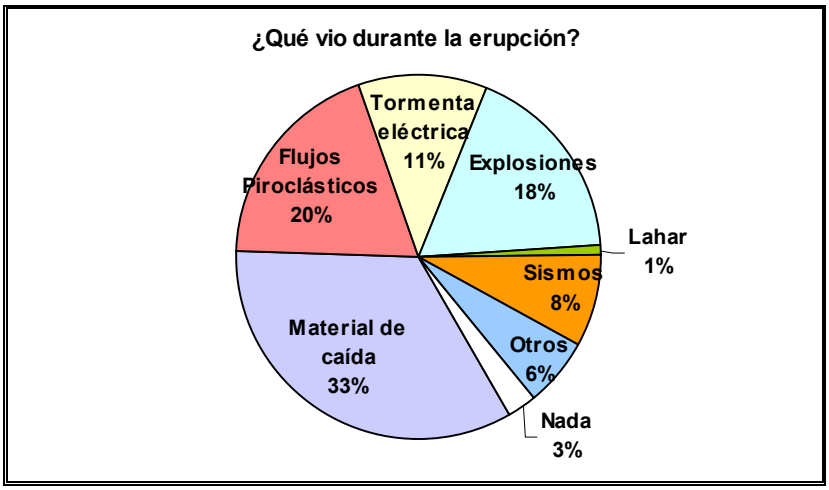
porque no se les permitía el acceso a sus localidades por parte del ejército que resguardaba la zona afectada por la erupción. Sólo el 7% contestó que ellos nunca regresaron a su localidad de origen por varios motivos, como que sus colonias desaparecieron por la erupción, miedo, acudir a la escuela y trabajo, entre otras razones.



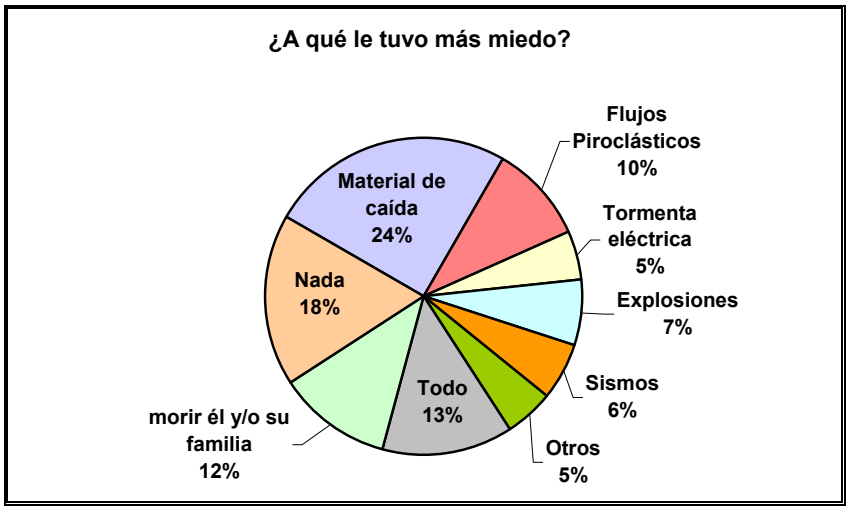
Gráfica 5.18 Movilidad de la población de Chapultenango durante la erupción de 1982, así como las reacciones que tuvieron durante el evento, lugar de desplazamiento y tiempo de retorno a su casa.

Un aspecto importante es lo que la población observó y escuchó durante la erupción (Gráfica 5.19). El 33% de la población entrevistada observó caída de arena (ceniza), piedras con fuego (material incandescente), etc. El 20% dice haber visto flujos piroclásticos, ya que comentó que durante la erupción se observaba fuego hacia la dirección del volcán, el 11% dice que escuchó y vio tormentas eléctricas, ya que antes y durante la erupción se podían observar y escuchar relámpagos y truenos. El 18% respondió que lo más imponente fueron las explosiones, ya que alrededor del volcán se escuchaban ruidos y zumbidos ensordecedores, solo el 1% manifiesta que vio cuando el agua caliente bajaba del volcán inundando y quemando todo lo que se encontraba a su paso (lahares). El 8% dice haber sentido fuertes sismos antes y durante la erupción y sólo el 6% respondió haber visto y

sentido otras cosas diferentes a las antes mencionadas. El 3% de los entrevistados manifiesta no haber escuchado ni visto nada.



Gráfica 5.19 Principales peligros volcánicos que observo la población de Chapultenango durante la erupción del volcán Chichón.

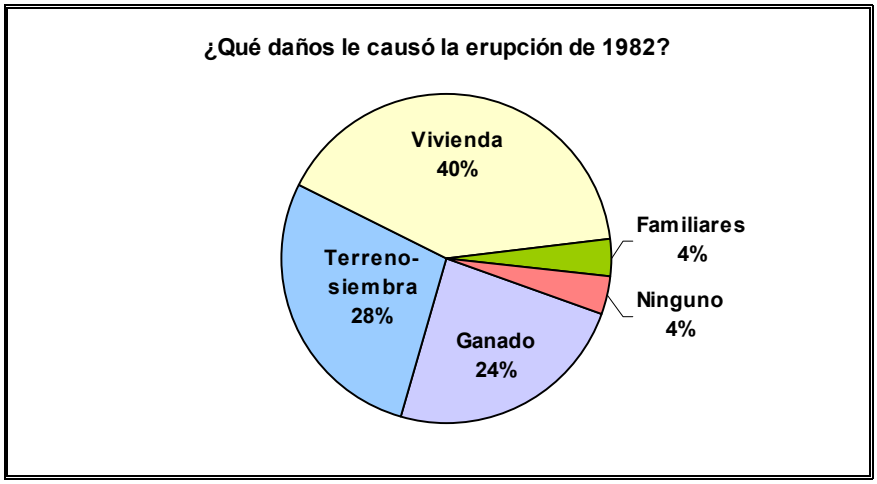


Gráfica 5.20 Peligros volcánicos a los que la población de Chapultenango tuvo mayor temor.

Estos resultados se correlacionan con los temores principales que tuvo la población durante la erupción (Gráfica 5.20). El porcentaje mayor consideró los efectos de la caída de arena (24%); creía que iba a morir por las rocas que caían a gran velocidad o que iba a quedar sepultado por la arena. Otros pensaron que el fuego (flujos piroclásticos) llegaría hasta donde ellos se encontraban (10%). El 5% temió a las tormentas eléctricas, ya que el

cielo se encontraba totalmente negro y lo único que se veía eran los relámpagos; el 7% dijo que las explosiones por su sonido, mientras que el 6% a los sismos y sólo el 5% respondió que a otras cosas. El 13% dice que todo lo que sucedía en relación con el volcán le daba miedo, ya que ellos nunca habían vivido algo parecido. El 12% manifestó que su mayor temor era morir él o su familia por los efectos de la erupción. El 18% comentó que nada de lo que vio durante la erupción le provocó algún tipo de temor.

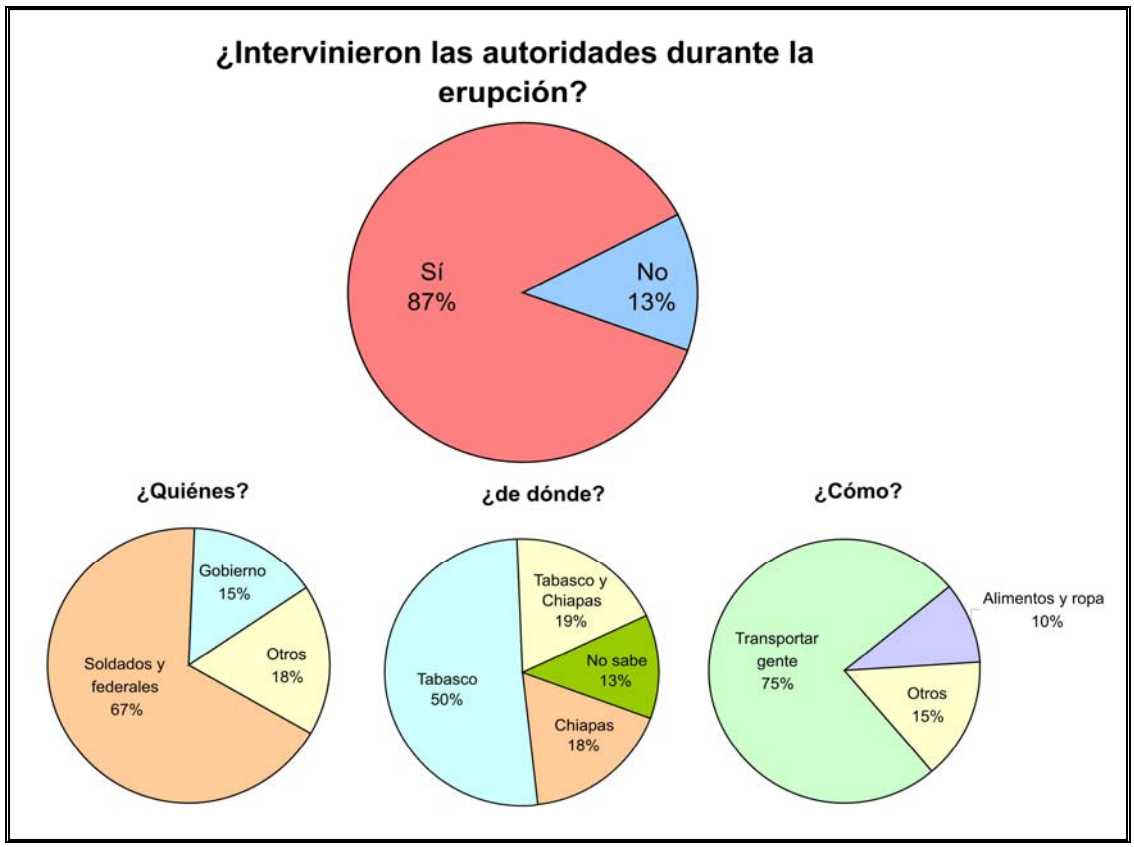
La mayor parte de la población se vio afectada de manera directa o indirecta por la erupción del volcán Chichón en 1982 (Gráfica 5.21). Los mayores daños fueron a las viviendas, ya que el 40% manifestó que su casa había sido afectada, de manera total o parcial, porque la mayoría era de lámina y al acumularse la ceniza y rocas, se colapsaron los techos por el peso. El 28% manifestó que el daño que le ocasionó la erupción fue en su terreno o siembra y el 4% perdió algún familiar o fue afectado. Sólo el 4% de los entrevistados no fue afectado en ningún aspecto.



Gráfica 5.21 Síntesis de los daños principales que causó la erupción de 1982 del volcán Chichón a la población de Chapultenango.

Otro aspecto importante fue la intervención de las autoridades durante la erupción y la ayuda que proporcionaron a la población después de la erupción. Se puede observar en la Gráfica 5.22, que el 13% de la población dice que ninguna autoridad intervino durante la erupción y que toda la ayuda que hubo fue de los mismos habitantes de la zona, mientras que el 87% de los entrevistados dice que sí hubo ayuda por parte de las autoridades. Las

autoridades que intervinieron en su ayuda fueron soldados del ejército nacional y policías federales (67%), el gobierno del estado (15%) y otras autoridades (18%). Un dato significativo es que los habitantes de la comunidad de Chapultenango señalan que recibieron mayor ayuda del estado de Tabasco (50%), en menor proporción por parte del estado de Chiapas (18%), de ambos estados, Chiapas y Tabasco (19%) y el 13% no tiene idea de dónde provenía la ayuda. También se les cuestionó de qué manera les ayudaron, a lo que el 75% respondió que para evacuarlos, el 10% dice que la ayuda fue principalmente, después de la erupción con alimento y ropa y el 15% opinó que recibieron ayuda de distinta forma durante y después de la erupción.

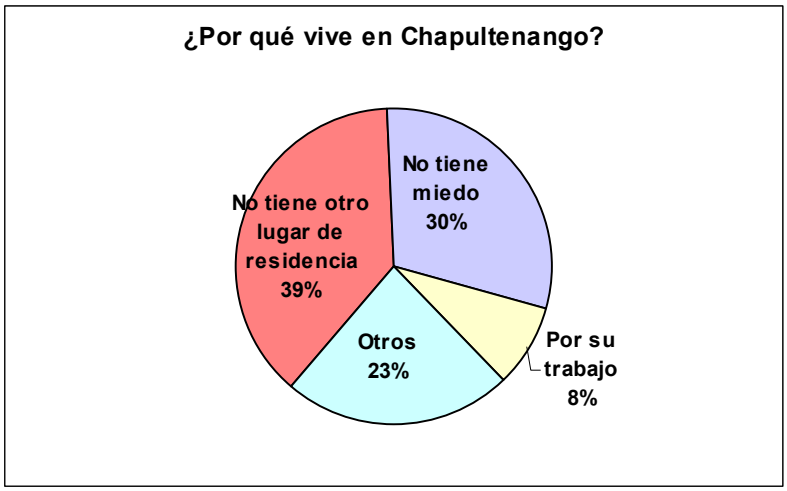


Gráfica 5.22 Resultados de la intervención de las autoridades en Chapultenango durante la emergencia volcánica de 1982, así como el tipo de ayuda, de quién y de dónde provenía.

En cuanto al tipo de ayuda que recibieron los habitantes después de la erupción, respondieron que no había ningún tipo de ayuda (41%), mientras que el resto de la población opinó que sí había recibido ayuda principalmente del gobierno; de ésta el 21% recibió ropa, frazadas, agua, alimentos enlatados, entre otros y el 38% recibió algunas

láminas para volver a levantar sus casas o, en el mejor de los casos les asignaron casas o terrenos, aun cuando dicen que los terrenos o las casas no eran apropiados a sus necesidades, por lo que tuvieron motivos suficientes para abandonarlos y regresar a su lugar de origen.

Es importante resaltar la opinión de los encuestados sobre la actividad futura del volcán. Casi la mitad de los entrevistados (47%) piensa que el volcán sí volverá a hacer erupción, pero la mayoría tiene la idea de que pasará mucho tiempo, entre 100 y 500 años, para que se repita. El 20% piensa que el volcán ya no volverá a hacer erupción, porque ya tuvo su fase eruptiva y, como todo, tiene un inicio y un final y la actividad volcánica del Chichón ya llegó a su final. El 33% dice no saber qué sucederá con el volcán, si volverá o no a hacer erupción.



Gráfica 5.23 Principales motivos por los cuales la población de Chapultenango reside en la localidad.

Un aspecto primordial de este estudio era conocer la percepción sobre el volcán y el peligro que implica vivir cerca de un volcán activo. Con este fin, se les preguntó que si en el caso de una erupción futura su comunidad volvería a ser afectada. El 35% de la población entrevistada opinó que ya no se vería afectada, porque la erupción mayor ya había ocurrido, además de que las autoridades responsables de resguardar la seguridad de la zona (protección civil) ya habían delimitado la zona que sería afectada en caso de una nueva erupción y que ellos se encontraban fuera de esta zona de peligro. El 65% respondió que sí se verían afectados, ya que se encuentran muy cerca del volcán. A este porcentaje se

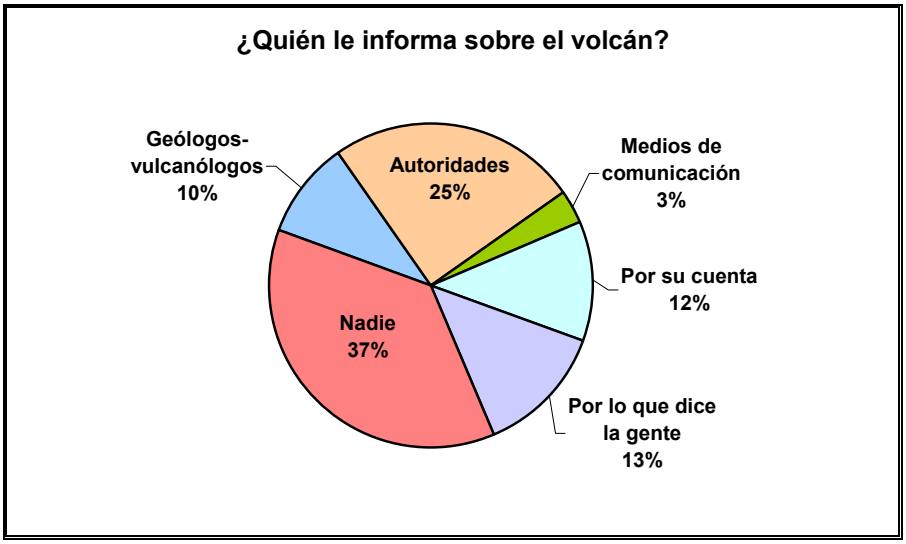
le cuestionó que si opinaba lo anterior, por qué vivía ahí, si no le daba miedo estar cerca del volcán; de los entrevistados sólo el 30% respondieron que no tenía temor de vivir en Chapultenango, aunque creían que sí sería afectada nuevamente su comunidad. El resto de la población manifestó que sí tenía miedo de vivir en Chapultenango que fue afectada por la erupción de 1982, pero que no les quedaba otra opción que residir ahí. El 39% dice que el motivo que lo mantiene viviendo en una zona de amenaza volcánica es el que no tiene otro lugar donde vivir, sólo el 8% respondió que el verdadero motivo por el cual se mantiene viviendo en Chapultenango es su trabajo y el 23% dice tener otros motivos para residir en la zona (ver Gráfica 5.23).

En el caso de una nueva erupción, el 49% de la población se quedaría en su localidad, ya que durante la erupción de 1982 habían sufrido saqueos dentro de sus viviendas y terrenos, además de que había sufrido en los albergues por la comida, espacio, trabajo y más. El 51% contestó que saldría de inmediato de la localidad para poner a salvo su vida y la de su familia.

Asimismo, era importante conocer si la población está al tanto de lo que sucede con el volcán y si saben quién está realizando algún trabajo o investigación sobre el mismo. Solo el 13% dice que nadie esta estudiando el volcán, mientras que el 24% no sabe si lo están o no estudiando, ya que no están informados de lo que sucede. El 63% dice que el volcán sí esta siendo estudiado o investigado, dado que han visto a varias personas ajenas a la zona que ascienden al volcán. Al preguntarles quiénes eran estas personas, el 43% respondió que son extranjeros, principalmente de Estados Unidos, el 28% dice que son geólogos y vulcanólogos, aunque no saben su procedencia, el 12% respondió que son personas de la UNAM y el 17% otros.

Un aspecto importante era conocer quién los mantiene informados sobre el volcán y si la información es confiable o no. El 25% de los entrevistados manifestó estar informado por las autoridades correspondientes. El 10% dice que su fuente de información es la de los geólogos y vulcanólogos que visitan la zona con fines de investigación y el 3% contestó que los medios de comunicación son los que les proporcionan la información relacionada con el volcán. El 12% de los entrevistados conoce el estado del volcán por su cuenta, ya que ellos son los que han llegado hasta el cráter y lo han observado, el 13% dice saber lo

que pasa con el volcán por lo que dicen los habitantes que viven en la zona, los cuales han platicado con los investigadores, autoridades, entre otros. El 37% dice que nadie le informa de lo que sucede con el volcán (ver Gráfica 5.24).

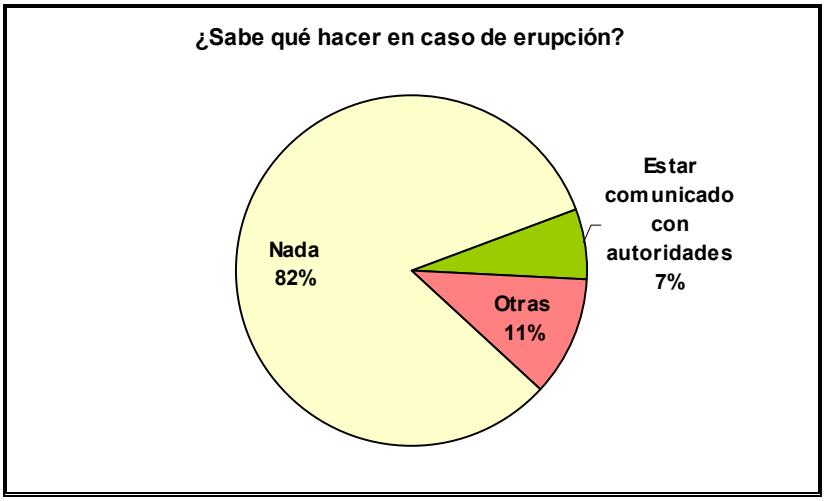


Gráfica 5.24 Responsables de informar a la población de Chapultenango sobre la actividad del volcán Chichón.

De esta forma era importante conocer el tipo de información que se les proporciona, quiénes son los responsables y cuáles serían los daños que podrían desencadenarse por una erupción volcánica. El 82% de la población entrevistada respondió que no se les explica nada sobre el volcán ni de los daños que podría causar y lo único que saben es lo que ya vivieron, mientras que sólo el 18% dice que sí se les proporciona información por parte de las autoridades del municipio y que les han explicado los daños que se podrían suscitar por una erupción. De este último grupo respondieron que la comunidad se puede ver afectada por temblores, caída de arena, ríos de lodo, desgajamiento del volcán, etc. (35%). El 41% considera que el daño sería por asentamiento, es decir, el volcán se hundiría con un diámetro aproximado de 5 km y el 24% restante respondió que otros daños.

Otros aspectos importantes para la prevención de otro desastre volcánico son las medidas que se deben tomar en caso de erupción, como se observa en la Gráfica 5.25. La mayoría de la población entrevistada (82%) no sabe qué hacer, ya que nunca se les ha dicho

y sólo el 7% explicó que les han informado que deben acudir a las autoridades correspondientes del municipio. El 11% de los entrevistados dice que se deben tomar otras medidas en caso de emergencia.

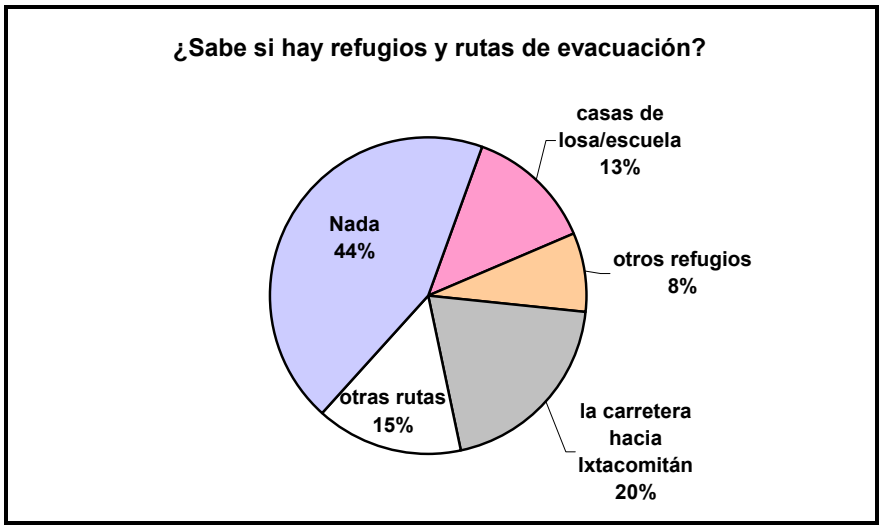


Gráfica 5.25 Se apreciar que en su mayoría la población de Chapultenango no sabe que acciones tomar en caso de una erupción.

También se les cuestionó el hecho de vivir cerca de un volcán activo y si había planes de emergencia en caso de una futura reactivación del Chichón y si los habitantes de la comunidad de Chapultenango conocían el plan y si sabían dónde se encontraban localizados los albergues y conocían las rutas de evacuación de la localidad. Sorprendentemente, la población dice no conocer ningún plan de evacuación, ni refugios. El 44% de los entrevistados no conoce absolutamente nada, ni plan de emergencia, ni albergues donde refugiarse en caso de erupción, ni rutas de evacuación de la localidad. El 21% respondió que sí hay refugios, el 13% dice que son las casas que tienen su techo de losa y el resto dice que son otros. El 35% respondió que sí hay rutas de evacuación de la localidad, el 20% mencionó la carretera que se dirige hacia Ixtacomitán y Pichucalco y el 15% restante dice que las rutas de evacuación son otras, como caminos y veredas (ver Gráfica 5.26).

Para terminar con el aspecto de los efectos que ocasionó la erupción y si éstos habían traído algún tipo de beneficio a la población, el 55% de la población respondió que

no les había traído beneficio alguno, ni a él ni a la comunidad, sino todo lo contrario, ya que después de la erupción todos habían quedado más pobres de lo que estaban y nadie les proporcionó ayuda. El 16% de los entrevistados respondió que después de todo el desastre que había dejado la erupción, las tierras se habían visto beneficiadas, ya que la ceniza había servido como fertilizante, el 22% dice que después de la erupción la comunidad se vio beneficiada, ya que después del desastre las autoridades se habían fijado en su comunidad y comenzaron a construir la carretera Chapultenango-Ixtacomitán, así como pavimentar la mayoría de las calles de la localidad y mejorar construcciones, como la iglesia, palacio municipal, escuelas entre otros mejoramientos a la zona. Sólo el 7% mencionó otros beneficios (ver Gráfica 5.27).



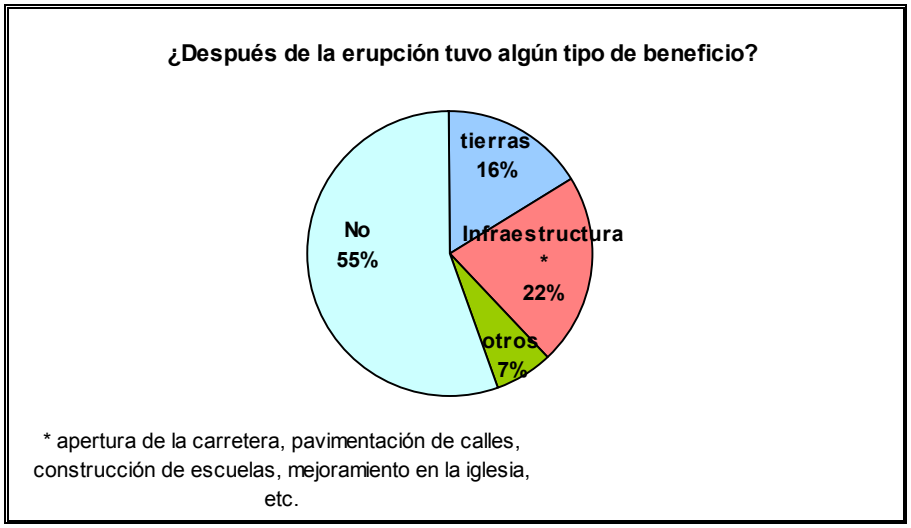
Gráfica 5.26 Resultados de la población de Chapultenango sobre el conocimiento de refugios y rutas de evacuación en caso de una erupción.

Aunque Chapultenango es la cabecera del municipio, todavía se pueden encontrar casas rudimentarias, que no cuentan con los servicios básicos, como agua, luz y drenaje.

De esta forma, el 35% de la población entrevistada cuenta con luz, el 35% con agua y el 29% con drenaje y sólo el 1% no tiene ningún servicio en su vivienda.

En relación con la infraestructura con que cuenta cada vivienda, la mayoría (83%) tiene techo de lámina de asbesto y el 2% tiene otro tipo de techo, como carrizo, cartón, entre otros. Sólo el 15% cuenta con techo de cemento y en relación con la población entrevistada, este tipo de viviendas representaría un albergue en caso de una futura

erupción. Los muros de las viviendas de las personas entrevistadas son mayoritariamente de bloque (75%), 22% de carrizo y el 3% tiene muros de madera.



Gráfica 5.27 Resultados de los beneficios que fueron obtenidos por la población de Chapultenango después de la erupción de 1982.

5.3. Análisis de las encuestas realizadas en la localidad de Guadalupe Victoria, Chiapas

La localidad de Guadalupe Victoria cuenta con una población total de 597 habitantes, de los cuales 301 son hombres y 296 mujeres (INEGI 2000). En esta localidad perteneciente al municipio de Chapultenango, el procedimiento de análisis fue el mismo que se aplicó en la localidad de Chapultenango.

5.3.1 Educación media

Las encuestas se aplicaron en una escuela de educación media (secundaria) y se escogió de manera aleatoria. La edad de los encuestados va de los 12 a los 16 años de edad.

En lo que respecta a la religión, en Guadalupe Victoria la mayoría de la población es católica (86%), le sigue la religión adventista (6%) y el resto de la población no práctica religión alguna (8%).

Del total de encuestados el 56% son hombres y el 44% mujeres. Podemos observar que el español es la lengua predominante de la zona, ya que el 100% de la población encuestada lo habla y lo entiende, mientras que sólo el 47% habla y al menos entiende un poco el zoque, el 53% sólo habla el español.

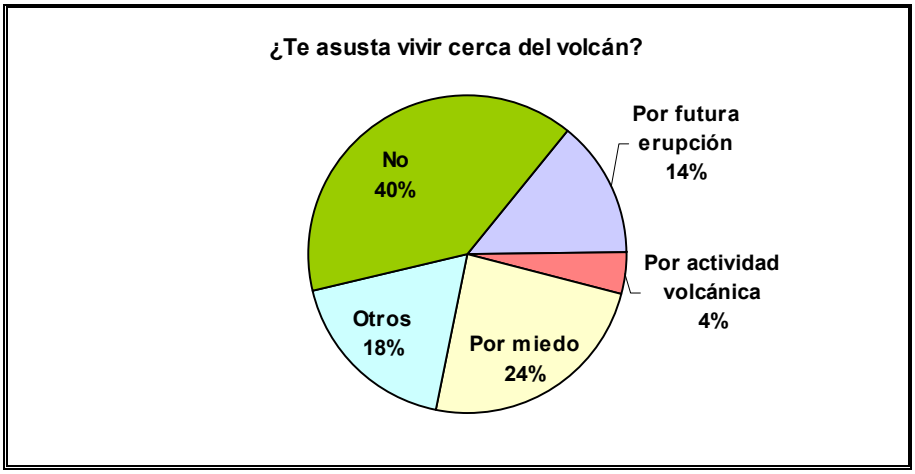
El 8% de la población encuestada no conoce el volcán, aun cuando éste aparece de fondo paisajístico en su localidad, mientras que el 92% sí lo conoce. De este último porcentaje, sólo el 40% ha visitado el volcán por curiosidad o porque ha ido de paseo, mientras que la minoría del 8% tiene otras razones para ir al volcán. Sin embargo la mayoría (60%) nunca ha ido al volcán

La Gráfica 5.28 muestra lo que los estudiantes saben sobre el volcán. El 18% de los encuestados conoce sobre la actividad volcánica y las manifestaciones sobre la Tierra. El mayor porcentaje (30%) conoce pláticas de la erupción de 1982. El 4% sólo está enterado de las leyendas sobre la erupción del volcán así como de los daños ocasionados, mientras que el 24% de los encuestados tiene otro tipo de información en relación con el volcán. Finalmente un porcentaje igual al anterior desconoce todo sobre el volcán.

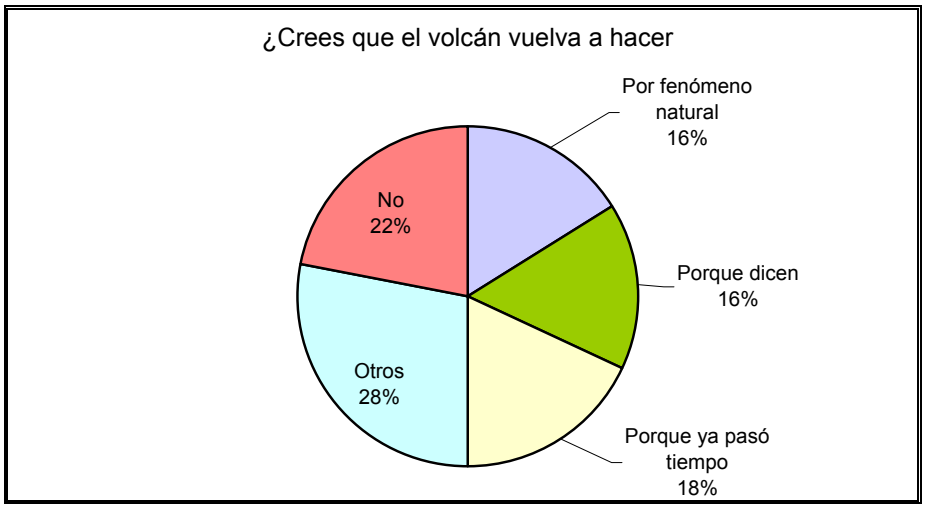
Gráfica 5.28 Información con la que cuentan los estudiantes de Guadalupe Victoria sobre el volcán Chichón.

En términos generales podemos concluir que la población encuestada vive a menos de 10 km del Chichón y que está conciente que viven cerca de un volcán activo (Gráfica 5.29). El 60% respondió que sí tiene motivos por el cual sentir miedo de vivir tan cerca del

volcán. De este porcentaje, el 14% teme a una erupción futura que afecte a su comunidad, el 4% respondió que su miedo se debe a la actividad volcánica que se ha registrado, la cual se ha llegado a sentir y a ver. El 24% teme vivir en esa zona y el 18% de los encuestados tiene otros motivos. Por ultimo el 40% de los alumnos encuestados manifestó no tener alguna razón para tener miedo de vivir cerca del volcán



Gráfica 5.29 Causas que provocan el temor de los estudiantes de Guadalupe Victoria por vivir cerca del volcán Chichón.



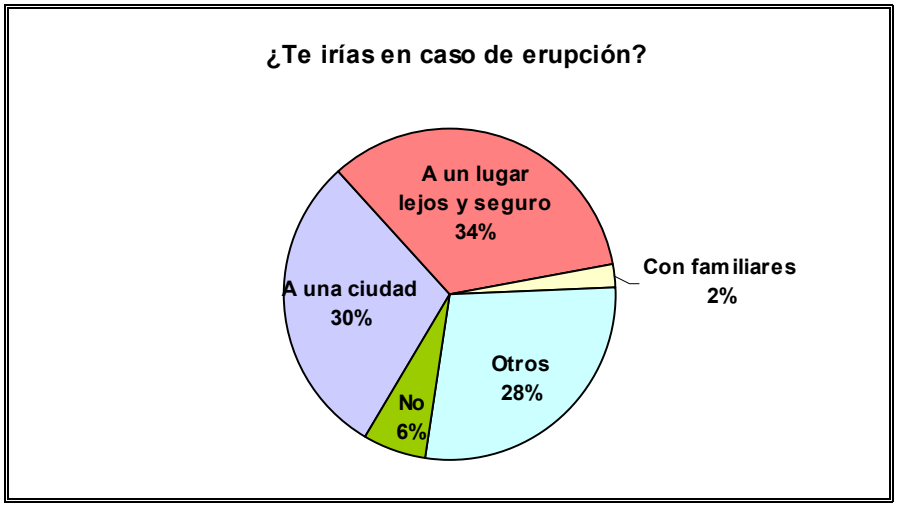
Gráfica 5.30 Diferentes razones por las cuales los estudiantes de Guadalupe Victoria piensan que el volcán volverá a hacer erupción.

De la gráfica 5.30 se puede deducir que la población tiene miedo de vivir cerca de un volcán activo, ya que el 78% cree que el volcán volverá hacer erupción con opiniones

distintas: porque es un fenómeno natural (16%), porque se rumora en la comunidad (16%), porque ya paso el tiempo suficiente para volverse a llenar y ya tiene la fuerza suficiente para volver a reventar (18%) y el 28% manifestó diversas razones. Sólo el 22% de los encuestados dice que el volcán ya no volverá a hacer erupción, porque ya hizo lo que tenía que hacer.

En caso de emergencia volcánica, el 6% de la población se quedaría en su lugar de origen y no huiría a otro lugar, mientras que el 94% sí saldría de la zona afectada a distintos lugares. Del último grupo, el 34% respondió que saldría hacia cualquier albergue que los lleven, siempre y cuando se encuentre seguro y lejos del volcán y el 30% respondió que se iría a cualquier ciudad, principalmente Villahermosa o Tuxtla Gutiérrez. El 2% de los encuestados se refugiaría con sus familiares y el 28% restante saldría hacia otros lugares donde le proporcionen albergue (Gráfica 5.31).

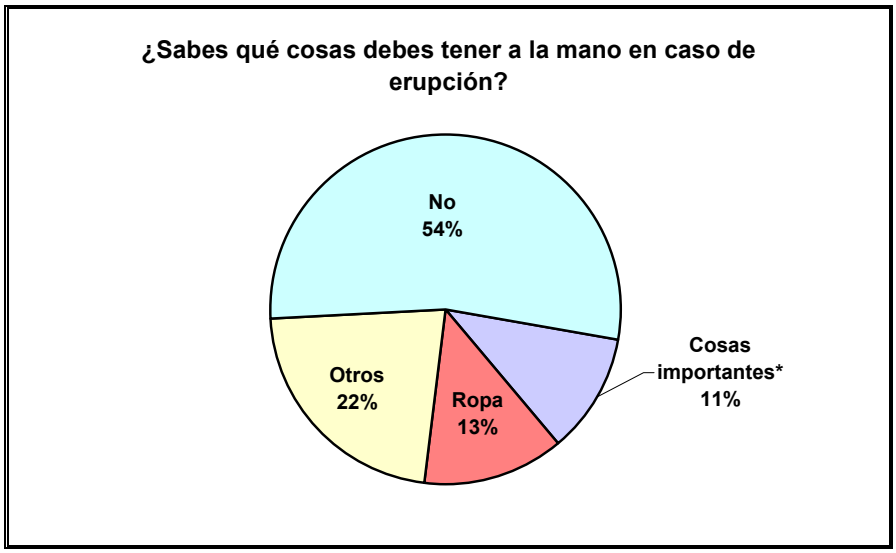
En cuanto a la información que se le proporciona a la población, el 24% mencionó se le da informes sobre la actividad volcánica y sus manifestaciones en superficie, mientras que al resto le informan de manera errónea o no se le da de información. El 14% de los encuestados, cuenta con información referente a la erupción de 1982 que ha sido proporcionada por los mismos lugareños, el 6% sólo recibe información de su familia sobre leyendas del volcán y el 12% tiene información distinta a la anterior (Gráfica 5.32)



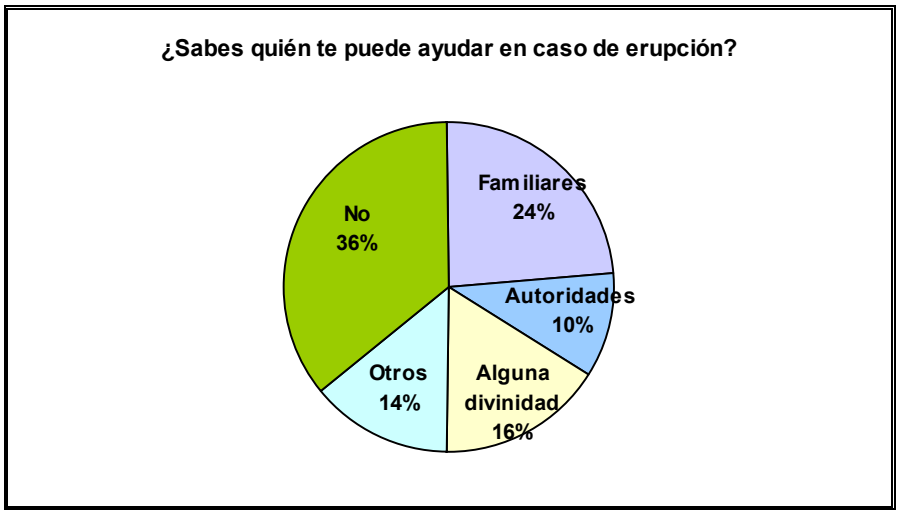
Gráfica 5.31 Lugares a donde acudirían los estudiantes de Guadalupe Victoria en caso de una erupción.

Gráfica 5.32 Tipo de información que se proporciona a los estudiantes de Guadalupe Victoria.

En caso de que las comunidades aledañas al volcán Chichón entrarán en emergencia volcánica, la mayoría de los encuestados no sabe lo que debe tener a la mano antes de ser evacuado. La gráfica 5.33 se muestra que sólo el 11% sabe lo que debe tener en caso de emergencia, el 35% mencionó solamente cosas innecesarias y el 54% no sabe lo que se debe tener en caso de emergencia.



Gráfica 5.33 Objetos que llevarían los estudiantes de Guadalupe Victoria en caso de ser evacuados.

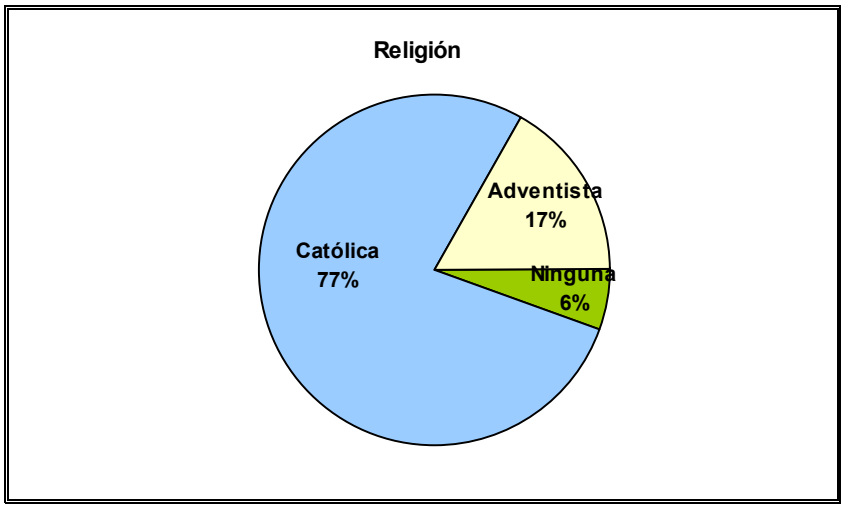


Gráfica 5.34 Personas a las que pedirían ayuda los estudiantes de Guadalupe Victoria en caso de una emergencia volcánica.

En caso de una erupción volcánica futura, el 36% de la población no sabe a quién acudir y sólo el 10% respondió que las personas indicadas para evacuarlos y proporcionarles ayuda son las autoridades municipales. El resto de la población contestó de manera variada como: pediría ayuda a alguna divinidad, ya que es un castigo de Dios (16%); a sus familiares, porque hay más confianza para pedir albergue (23%) y a otros (14%) (Gráfica 5.34). De la misma forma el 63% de la población no conoce las rutas de evacuación y sólo el 36% sabe que es la misma carretera que se dirige hacia Ixtacomitán.

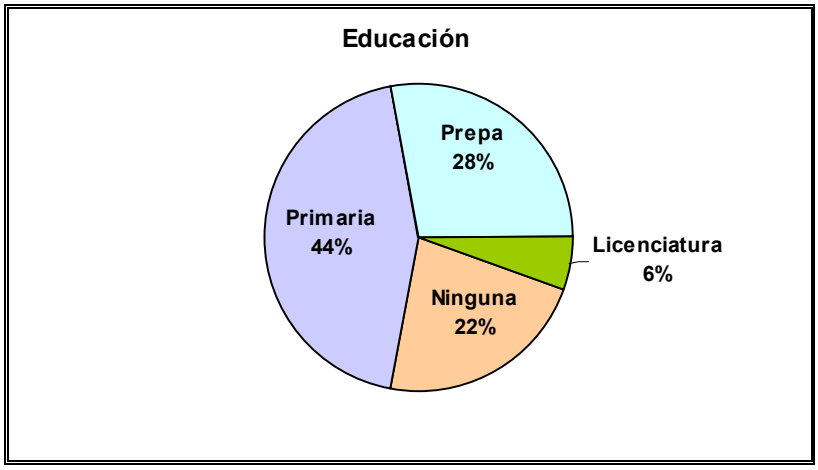
5.4. Análisis de las entrevistas realizadas en la localidad de Guadalupe Victoria, Chiapas

Las entrevistas se aplicaron a los habitantes mayores de 22 años que presenciaron la erupción de 1982. Las entrevistas realizadas en Guadalupe Victoria se realizaron en su mayoría a personas del sexo masculino, ya que las del sexo femenino se negaron a dicha entrevista hasta que estuviera su esposo para que él nos respondiera. Se aplicó un total de 18 entrevistas, 13 hombres y 5 mujeres.



Gráfica 5.35 Religiones que se practican en la localidad de Guadalupe Victoria, Chiapas.

En Guadalupe Victoria predomina la religión católica (77%) sobre la adventista (17%), y el 6% no practica religión alguna (Grafica 5.35). El 100% de los entrevistados habla o entiende el español, sólo el 45% habla la lengua zoque y más de la mitad (55%) sólo habla el español.



Gráfica 5.36 Distribución de los niveles de educación de los habitantes de Guadalupe Victoria, Chiapas

La Gráfica 5.36 muestra el grado de escolaridad que tiene la población mayor de Guadalupe Victoria, donde el 22% de la población no tiene estudios, el 44% sólo tiene la educación básica (primaria), con solo los primeros años, habiendo concluido este nivel pocas personas. El 28% llegó a concluir la educción media superior (preparatoria) y sólo el

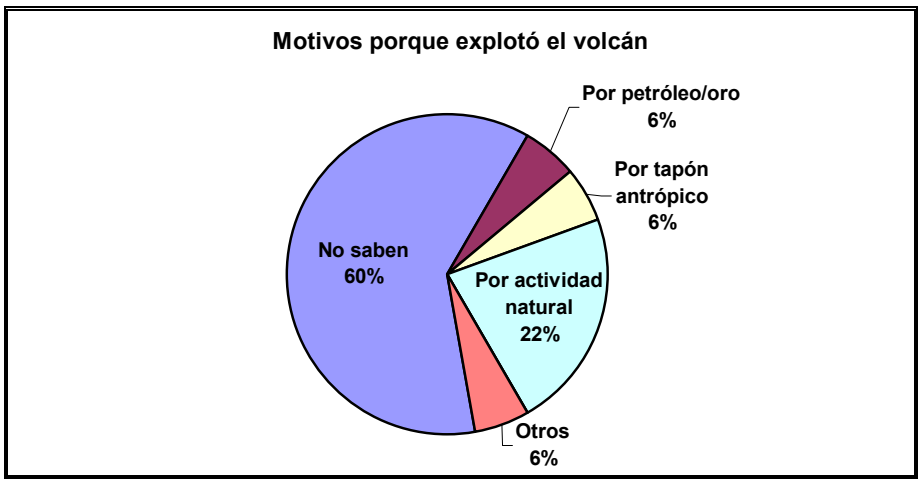
6% logró llegar a la educación superior, llegando a realizar una licenciatura o carrera técnica.

La ocupación que predomina en esta localidad es la del campo, El 89% es campesino, mientras que el 11% tiene otras ocupaciones. Estos porcentajes se deben a que los entrevistados fueron hombres mayoritariamente.

De la población encuestada el 72% es originario de Guadalupe Victoria, mientras que solo el 28% proviene de otras localidades. De este último porcentaje, el 60% se fue a vivir a Guadalupe por cuestiones de trabajo y el 40% por otros motivos. Ninguno de los entrevistados se mudó a Guadalupe Victoria debido a la erupción.

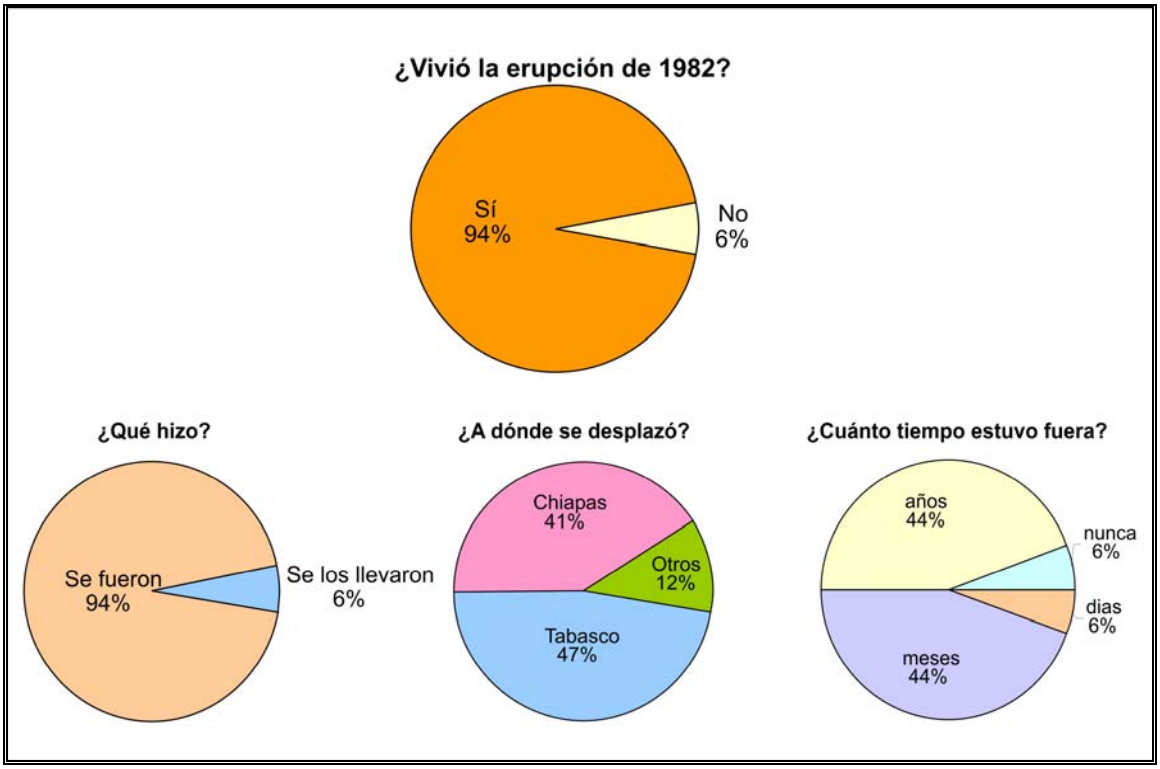
En esta localidad es muy conocida la leyenda de la *Piowacwe*, el 94% de los entrevistados la conoce, y dicen que por ahí paso la *Piowacwe* "….a invitarlos casa por casa a su gran fiesta que organizaría para el 28 marzo de 1982….."

Antes de la erupción, sólo el 22% de la población no sabía que el Chichón era un volcán. El resto (78%) sabía del volcán y de su actividad antes de la erupción de 1982. En este último grupo el 93% conocía que el volcán tenía ciertas manifestaciones de actividad, ya que en ocasiones se sentían sismos y se veían exhalaciones de vapor de agua (fumarolas y zonas con temperaturas mayores a las normales).



Gráfica 5.37 Motivos por los que los habitantes de Guadalupe Victoria creen que explotó el volcán Chichón.

En la Gráfica 5.37 se observan los distintos motivos por lo que creen que el volcán hizo erupción en 1982. Sólo el 22% de la población manifestó que fue por actividad natural, pues la erupción es la forma de liberar la energía acumulada por años; el 6% dice que personas ajenas a la comunidad taparon los respiraderos del volcán y esto ocasionó que el volcán pareciera una olla express, donde se acumuló todo el vapor y al saturarse de energía explotara lanzando el tapón; otro 6% dice que el motivo principal por lo que hizo erupción es porque dentro tiene oro y petróleo y algunas personas quisieron saquearlo, provocando con esto un desequilibrio natural que desencadenó la erupción. El 8% tiene otros motivos y el 60% dice no tener ni idea.



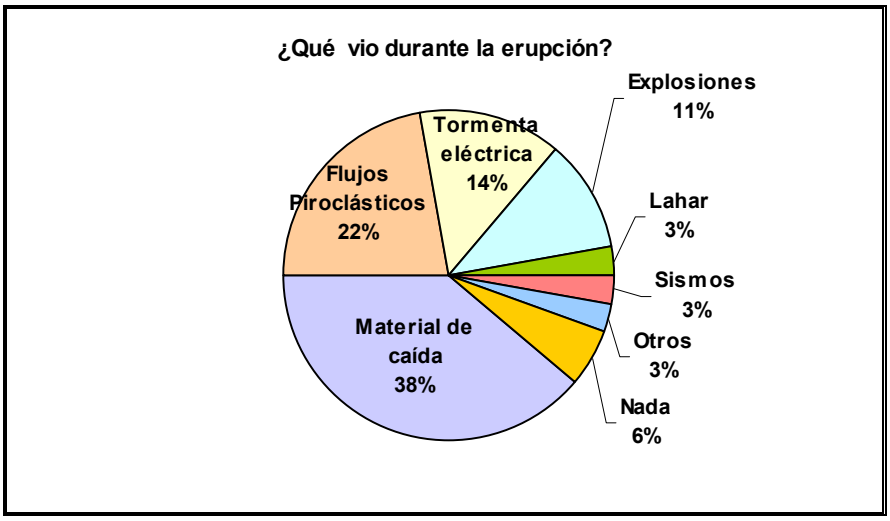
Gráfica 5.38 Movilidad de la población de Guadalupe Victoria durante la erupción de 1982, así como las reacciones que tuvieron durante el evento, lugar de desplazamiento y tiempo de retorno a su casa.

El 94% de los encuestados presenció la erupción; de este grupo, el 94% salió huyendo del lugar para salvar su vida y la de sus familias, mientras que el 6% no quería salir de la localidad por no dejar sus propiedades y pertenencias. Estas últimas fueron sacadas contra su voluntad por las autoridades. Las personas evacuadas fueron llevadas a varios lugares de Chiapas (41%), a diversas localidades de Tabasco (47%) y sólo el 12% se

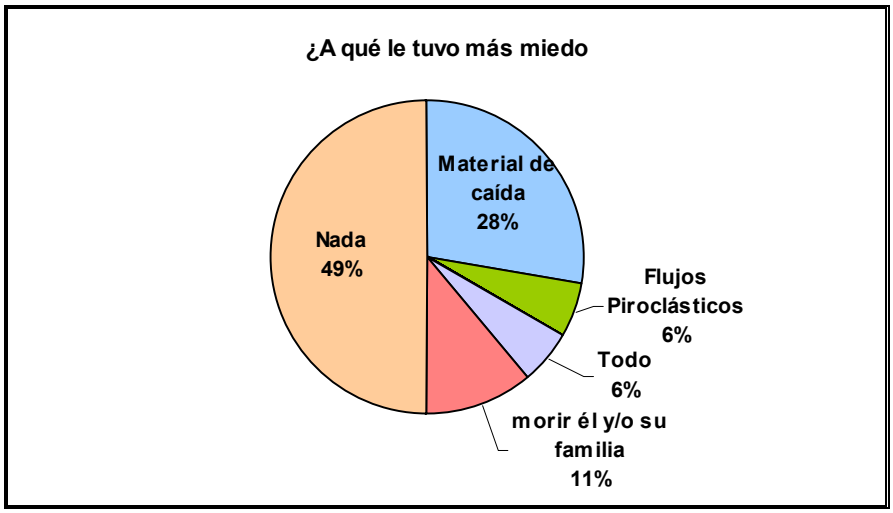
albergó en otros lugares. También se les preguntó el tiempo que se mantuvieron en estos albergues después de la erupción a lo que, el 6% respondió que sólo permaneció un período de días antes de regresar a su casa y ver los efectos que ocasionó la erupción, el 44% tardó meses antes de regresar a su localidad y el 44% tardó años en volver, ya que tenía miedo de regresar. Sólo el 6% contestó que nunca regresó a su localidad de origen por varios motivos, como el hecho de que sus colonias desaparecieron por la erupción, por miedo, por necesidad de educación y trabajo, entre otras razones. En Guadalupe Victoria hay un mayor porcentaje (44%) de personas entrevistadas que regresó a su comunidad después de varios años a diferencia de Chapultenango, donde el porcentaje fue de 22% (Gráfica 5.38).

Un aspecto importante es lo que la población observó y escucho durante la erupción de 1982 del volcán Chichón, como se muestra en la Gráfica 5.39, donde el 38% de los entrevistados observó y se vio afectado por caída de arena (ceniza), piedras con fuego (material incandescente), etc. El 22% comentó que durante la erupción se observaba fuego y humo hacia la dirección del volcán (flujos piroclásticos), el 14% comentó que antes y durante la erupción se podían observar y escuchar relámpagos y truenos (tormentas eléctricas). El 11% escuchó fuertes explosiones, ruidos y zumbidos. En Guadalupe Victoria el 3% dice haber visto corrientes de agua caliente (lahares) que bajaban del volcán que quemaban todo lo que se encontraba a su paso. El mismo 3% dice haber sentido movimientos de tierra (sismos) antes, durante y después de la erupción y solo otro 3% dice haber visto otro tipo de manifestaciones. El 6% dice no haber visto nada durante la erupción.

El 49% de la población entrevistada manifestó no haber tenido temor durante la erupción, mientras que el resto respondió que sí tuvo miedo a la caída de rocas de gran tamaño y mucha arena, lo cual los hacía pensar que iban a morir sepultados (28%), a los flujos piroclásticos (6%), ya que pensaban que llegaría hasta su comunidad y el 11% respondió que su mayor miedo era morir él y/o su familia. El 6% de la población dice que toda la erupción le dio miedo (Gráfica 5.40).



Gráfica 5.39 Principales peligros volcánicos que observó la población de Guadalupe Victoria durante la erupción del volcán Chichón.

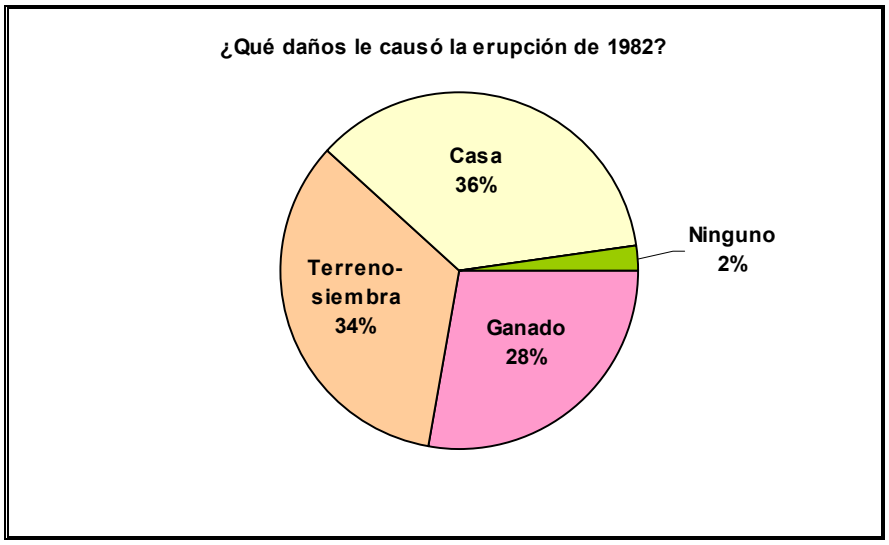


Gráfica 5.40 Peligros volcánicos a los que la población de Guadalupe Victoria tuvo mayor temor.

La Gráfica 5.41 presenta los mayores daños causados a las poblaciones por la erupción. Los daños mayores de la erupción fueron causados a las viviendas (36%) a su terreno o siembra (34%) y sólo el 2% no fue afectado de forma alguna.

La intervención de las autoridades durante la erupción y la ayuda proporcionada a la población después de la erupción fue como sigue: el 22% de los entrevistados no recibió ayuda por parte de las autoridades durante la erupción, mientras que el 78% restante dice que sí intervinieron las autoridades de la siguiente forma: el 72% dice que los soldados y/o federales son los que acudieron en su ayuda, el 14% respondió que el gobierno y otro 14%

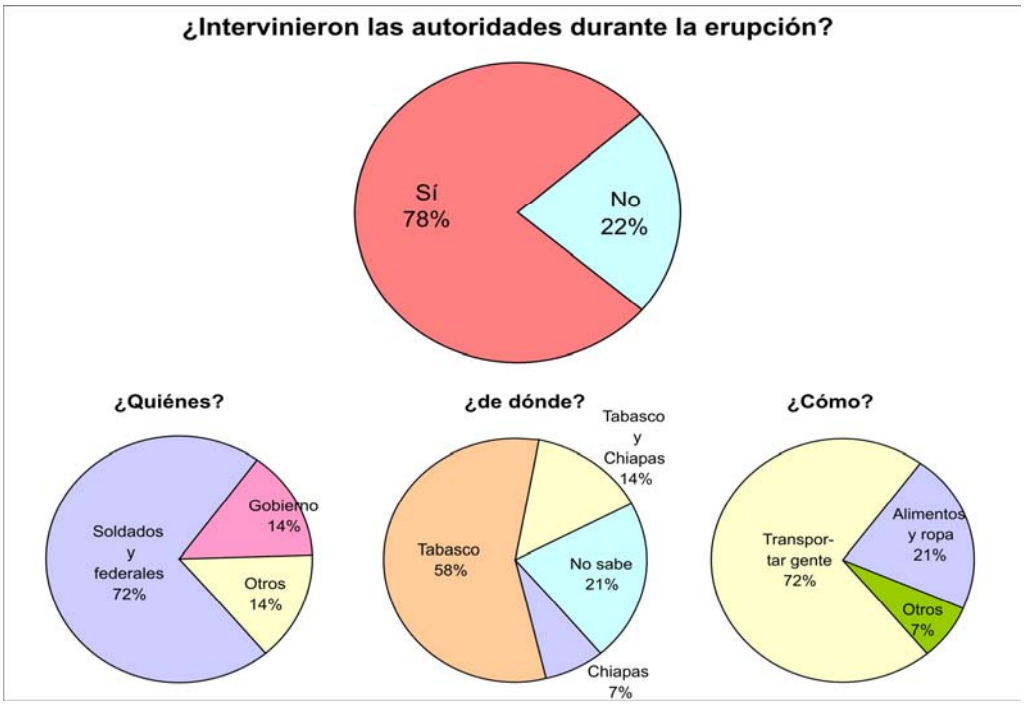
otros. Esta ayuda llegó por parte del estado de Tabasco (58%) y sólo el 7% dice que de Chiapas, mientras que el 14% piensa que de los dos estados. El 21% dice no saber el origen de la ayuda durante la erupción. La ayuda que recibieron consistió en evacuar a la población (72%), ropa y alimentos (21%) y 7% de otra forma (Gráfica 5.42).



Gráfica 5.41 Síntesis de los daños principales que causó la erupción de 1982 del volcán Chichón a la población de Guadalupe Victoria.

Después de la erupción, el 50% de los entrevistados manifestó que no recibió ayuda, el resto indicó que recibió ayuda del gobierno como láminas para sus viviendas o que fue reubicado asignándosele nuevas casas o terrenos (33%) y ropa, frazadas, agua, alimentos enlatados, entre otros (17%).

Actualmente, la población entrevistada opina que el volcán ya no volverá hacer erupción (44%), por que ya tuvo su fase eruptiva y sólo el 6% piensa que s volverá a hacer erupción porque aún está activo, pero que pasará mucho tiempo para que suceda algo similar a lo de 1982. El 50% no sabe qué sucederá con el volcán, ya que dice que no se le proporciona información al respecto.



Gráfica 5.42 Resultados de la intervención de las autoridades en Guadalupe Victoria durante la emergencia volcánica de 1982, así como el tipo de ayuda, de quién y de dónde provenía.

Gráfica 5.43 Principales motivos por los cuales la población de Guadalupe Victoria reside en la localidad.

En el caso de una nueva erupción, los entrevistados piensan que su comunidad no será afectada, porque afectaría el otro lado del volcán hacia Ostuacán (28%). El 72% piensa lo contrario, puesto que se encuentran localizados en las faldas del volcán. De este último grupo, el 23% se mantiene viviendo en Guadalupe Victoria porque no tiene otro lugar

donde vivir, mientras que el 23% por su trabajo. El 15% manifestó tener otras razones, por lo cual reside en la comunidad. El 39% de los entrevistados respondió no tener temor de vivir en la comunidad cercana al volcán (ver Gráfica 5.43).

En caso de una nueva erupción, el 61% de los entrevistados respondió que saldría de la localidad inmediatamente para salvar su vida y la de su familia y si fuera posible sacaría lo más que pudiera de su casa, mientras que el 39% restante manifestó que se quedaría en su vivienda o se refugiaría en la iglesia o en las casas con techo de concreto, ya que durante la evacuación de 1982 entraron a sus casas a robar todo lo que encontraron y cuando estuvieron fuera de su comunidad sufrieron mucho en los albergues por cuestiones de alimentos y espacios.

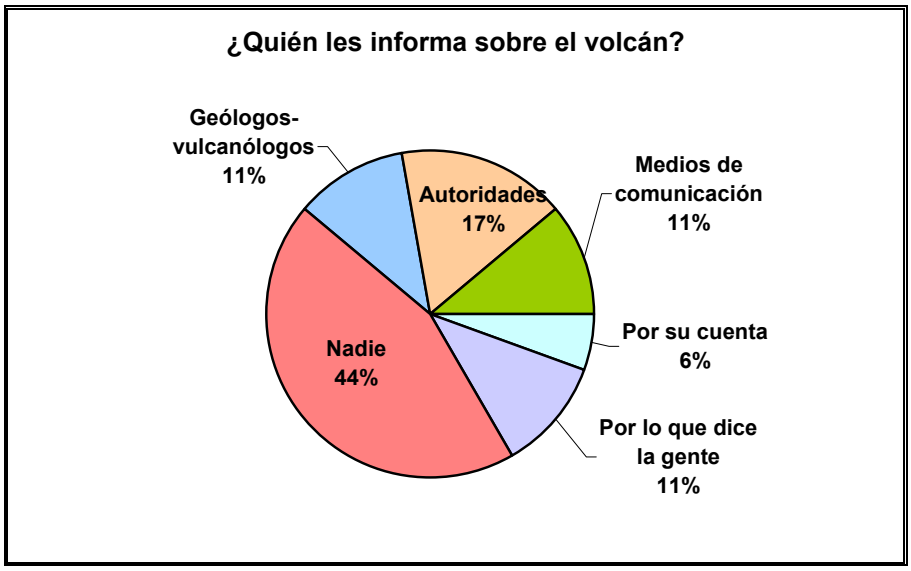
El 39% de la población manifestó no saber si alguien está estudiando o investigando el volcán y el 33% dice estar seguro que nadie lo está investigando, mientras que 28% respondió que sí lo están estudiando, ya que están enterados de que personas ajenas visitan el cráter a recoger muestras. Este último porcentaje manifestó que estas personas son extranjeros, principalmente de Estados Unidos y que el 20 % restante respondió que son otros los que estudian el volcán. La población entrevistada en Guadalupe Victoria manifestó no estar bien enterada de quiénes son los responsables de estudiar el volcán o si alguien lo esta haciendo, ya que los que están o deberían estar bien informados son las autoridades municipales de Chapultenango.

La población recibe la información sobre el estado de actividad del volcán de las autoridades del municipio (17%), de los geólogos y vulcanólogos que visitan la zona con fines de investigación (11%) y de los medios de comunicación (11%). El resto de las personas se informan por sí mismas al visitar el cráter (6%) y el 11% por lo que dicen los mismos habitantes de la zona. El 44% de los habitantes entrevistados de Guadalupe Victoria no están informados de lo que sucede con el volcán por nadie, como se observa en la Gráfica 5.44.

Toda la población entrevistada manifestó que no se le ha proporcionado información en relación con los daños que podría ocasionar otra erupción.

El 83% de los entrevistados manifestó que no sabe qué hacer en caso de que se reactive el volcán, mientras que el 6% manifestó que se le ha comunicado que debe

informar a las autoridades correspondientes cualquier anomalía del volcán. El 11% de los entrevistados dice que debe tomar otras medidas en caso de emergencia.

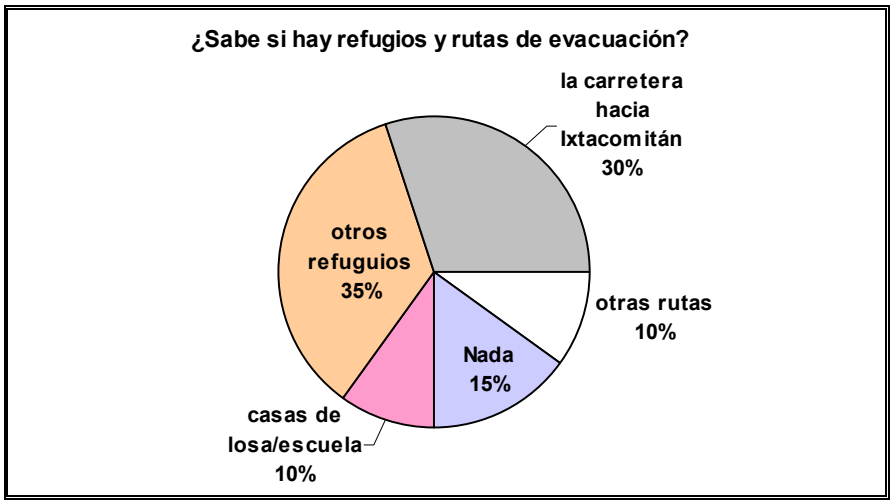


Gráfica 5.44 Responsables de informar a la población de Guadalupe Victoria sobre la actividad del volcán Chichón.

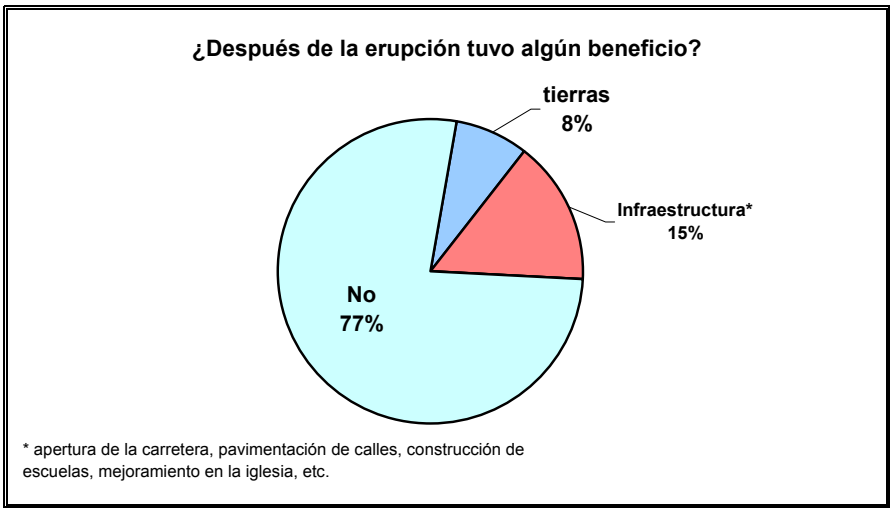
El 15% de la población no conoce la existencia de un plan de emergencia, por lo tanto niega la existencia de refugios y rutas de evacuación en la localidad. El 45% de los entrevistados dice conocer los refugios en caso de erupción, que serían las casas con techo de losa (10%) y otros (35%). El 40% respondió que sí hay rutas de evacuación en la localidad, el 30% mencionó la carretera que se dirige hacia Ixtacomitán y Pichucalco y el 10% restante dice que las rutas de evacuación son otras, entre las que se mencionaron caminos y veredas (ver Gráfica 5.45).

En relación con la percepción que tiene la población de Guadalupe Victoria por los efectos que ocasionó la erupción de 1982 del volcán Chichón y si estos de alguna manera trajeron algún tipo de beneficio a la localidad, el 77% de los entrevistados manifestó que después de la erupción la localidad no se benefició, sino todo lo contrario, lo único que trajo consigo fue destrucción y más pobreza. El 15% respondió que después de la erupción se vio un beneficio en la infraestructura, principalmente de Chapultenango, ya que en Guadalupe Victoria el único beneficio ha sido la construcción de la carretera que va hacia Ixtacomitán, así como la construcción y mejoramiento de algunas casas. Sólo el 8%

respondió que después de un tiempo, las tierras se beneficiaron, puesto que la ceniza les sirvió como abono (Gráfica 5.46).



Gráfica 5.45 Resultados de la población de Guadalupe Victoria sobre el conocimiento de refugios y rutas de evacuación en caso de una erupción.



Gráfica 5.46 Resultados de los beneficios que fueron obtenidos por la población de Guadalupe Victoria después de la erupción de 1982.

En la localidad de Guadalupe Victoria aún se pueden encontrar varias viviendas que no cuentan con los servicios básicos de agua, luz y drenaje. De manera generalizada se analizó la infraestructura de las viviendas de la población entrevistada: el 100% sólo cuenta con luz y agua y el 44% de los entrevistados no cuenta con drenaje. Todas las viviendas de la población entrevistada cuentan con techo de lámina de asbesto. El 56% de las viviendas

de las personas entrevistadas es de carrizo, el 33% muros de bloque y el 11% de las viviendas es de madera.

5.5. Análisis de las encuestas realizadas en Unión Juárez, Chiapas

El volcán Tacaná se ubica en el extremo sureste de la República Mexicana, en el estado de Chiapas y en la parte noroeste de la República de Guatemala. La localidad de Unión Juárez cuenta con una población total de 2,544 habitantes, según el censo del 2000 (INEGI), de los cuales 1,226 son hombres y 1,318 mujeres.

En esta localidad se aplicaron 260 encuestas a estudiantes de secundaria y preparatoria en el poblado de Unión Juárez, perteneciente al municipio del mismo nombre.

La población encuestada consistió de 126 hombres y 134 mujeres con edades entre los 12 y los 18 años de edad. Las encuestas aplicadas en Unión Juárez tomaron en cuenta datos generales como religión, lengua y datos específicos del volcán. El siguiente análisis es el resultado del trabajo de campo.

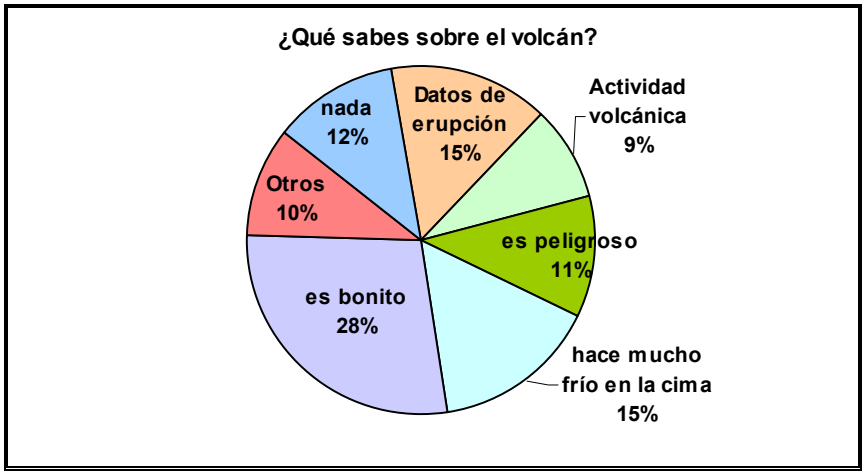
Más de la mitad de la población encuestada (61%) practica la religión católica, el 8% práctica el cristianismo, el 6% otras religiones, mientras que un porcentaje importante (25%) no practica algún tipo de religión.

5.5.1 Educación media y media superior

Todos los encuestados hablan solamente español, por lo que es muy probable que en los próximos años se pierda completamente la lengua local “Mame” en la gente joven.

La población encuestada de nivel secundaria y preparatoria afirma conocer el volcán Tacaná, dado que es visible desde la comunidad y forma parte importante del lugar. Aun cuando viven cerca del volcán, sólo el 23% de los estudiantes lo ha visitado, para pasear o conocerlo, el 8% ha ido por motivos religiosos (se realizan procesiones cada año en el cráter del volcán) y otro 8% ha ido al volcán por otros motivos, mientras que la mayoría, el 61%, nunca ha ido a la cima del volcán por diferentes razones, principalmente porque sus padres no les han otorgado el permiso, así como la lejanía y peligrosidad de la zona, entre otras

En la Gráfica 5.47 aparece el conocimiento que tienen los estudiantes de Unión Juárez sobre el volcán. El 28% de los encuestados dice que el volcán es bonito y que desde la cima se pueden observar paisajes maravillosos; el 15% dice que en el cráter del volcán hace demasiado frío y que no se puede estar mucho tiempo; otro 15% tiene datos sobre la erupción ocurrida hace algunos años; el 9% dice tener información sobre la actividad volcánica que se manifiesta en la zona; el 11% dice saber sobre la peligrosidad que representa el volcán y el 10% dice tener otro tipo de información que difiere de la anterior. Solo el 12% manifestó no tener información.

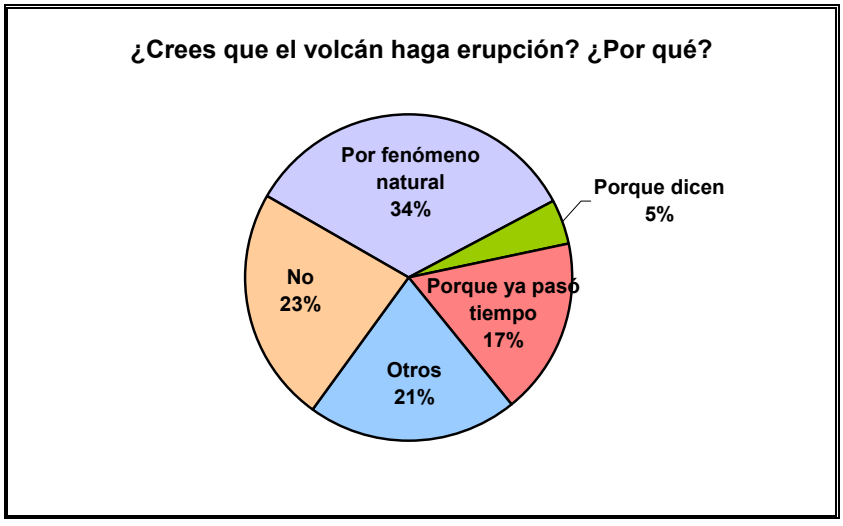


Gráfica 5.47 Información con la que cuentan los estudiantes de Unión Juárez sobre el volcán Tacaná.

Gráfica 5.48 Causas que provocan el temor de los estudiantes de Unión Juárez por vivir cerca del volcán Tacaná.

Podemos ver claramente en la Gráfica 5.48 que la población tiene varios motivos por los cuales le asusta vivir cerca de un volcán activo, como: erupciones futuras, porque dada su cercanía al volcán, se verían seriamente afectados (36%), por manifestación volcánica (3%), por el simple hecho de que esté activo y que representa un peligro latente para la comunidad (9%) y el 4% por otras razones diferentes. Un porcentaje importante (48%) de los encuestados manifestó no tener temor alguno, puesto que el volcán es vigilado por las autoridades correspondientes y en caso de una emergencia volcánica les avisarían con tiempo suficiente para evacuar la zona.

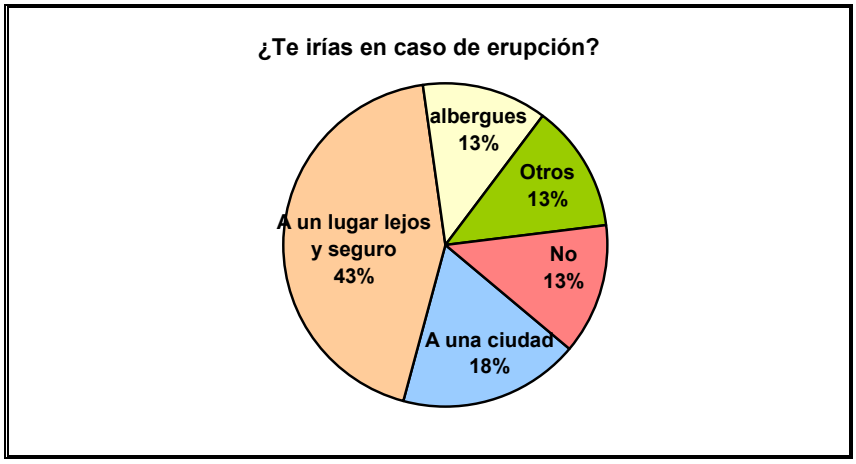
En la gráfica anterior se puede observar las diferentes razones por las cuales les asusta vivir cerca de un volcán activo y los motivos que tienen para pensar que el volcán podría hacer erupción. El 34% de la población dice que es un fenómeno natural y en cualquier momento tiene que liberar toda la energía acumulada. El 17% porque ya ha pasado mucho tiempo desde la última erupción, el 5% porque así lo dicen, ya que lo han escuchado a personas de la localidad o a personas ajenas a Unión Juárez y el 21% tiene otras razones. Sólo el 23% piensa que el volcán no hará erupción, ya que lo consideran como un volcán tranquilo (ver Gráfica 5.49).



Gráfica 5.49 Diferentes razones por las cuales los estudiantes de Unión Juárez piensan que el volcán hará erupción.

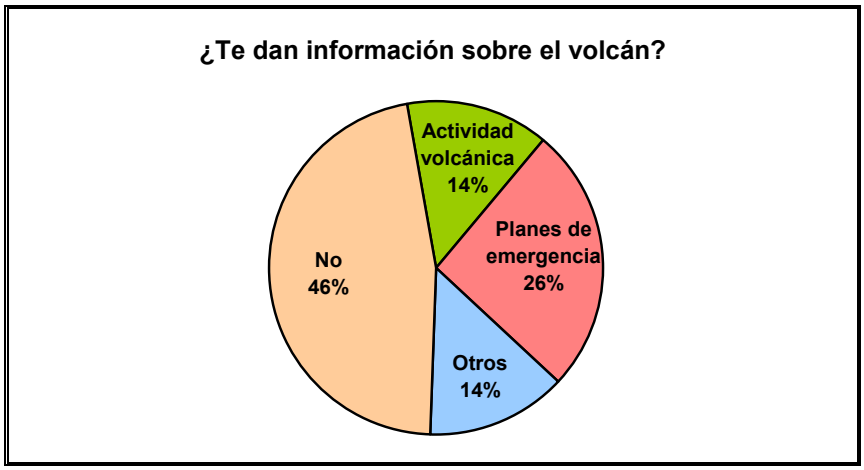
En caso de que el volcán se reactivara y las localidades aledañas al volcán Tacaná entraran en emergencia volcánica, la mayoría de la población saldría de su lugar de origen

para refugiarse en distintos lugares. Como se puede observar en la Gráfica 5.50, el 43% de los estudiantes encuestados saldría hacia un lugar lejano y seguro, sin importar cuál, siempre y cuando no se vieran afectados él y/o su familia, el 18% saldría directamente a una ciudad, cualquiera que ésta fuese, como por ejemplo, Tapachula, Tuxtla Gutiérrez, Cd. de México, Veracruz, Tijuana, entre otras. El 13% contestó que saldría de su comunidad a refugiarse a los albergues destinados por las autoridades de Unión Juárez y el 13% mencionó otras opciones de refugio. El 13% respondió que ellos no saldrían de su comunidad, ya que ahí nacieron y ahí piensan morir.

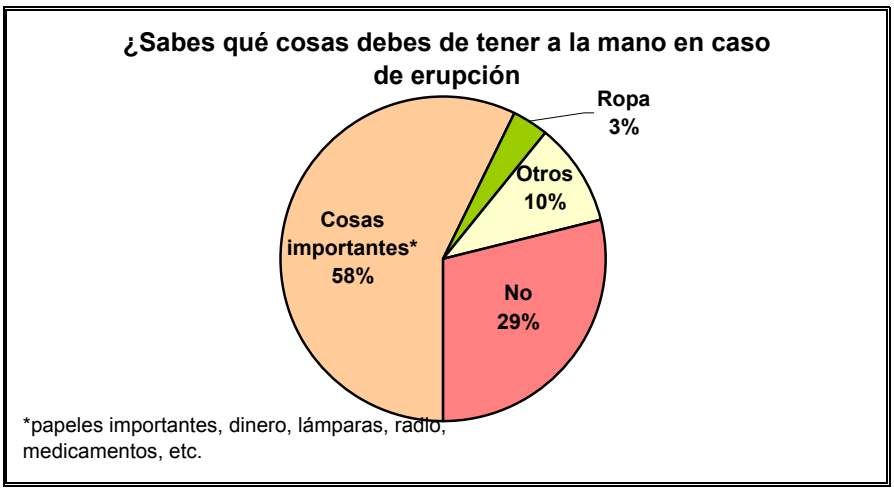


Gráfica 5.50 Lugares a donde acudirían los estudiantes de Unión Juárez en caso de una erupción.

Un punto sobresaliente de este trabajo es el tipo de información que se les proporciona a los estudiantes de Unión Juárez, ya que se puede observar que el 46% de los encuestados desconoce toda sobre el volcán Tacaná, mientras que al resto de la población se le ha dado o tiene algún tipo de información. En este grupo el 14% manifiesta que se le han dado informes sobre la actividad y manifestaciones volcánicas, al 26% se le ha proporcionado pláticas sobre los planes de emergencia que tienen que seguir en caso de que el volcán entre en erupción y al 14% se le ha dado otro tipo de información que difiere de la anterior (Gráfica 5.51).

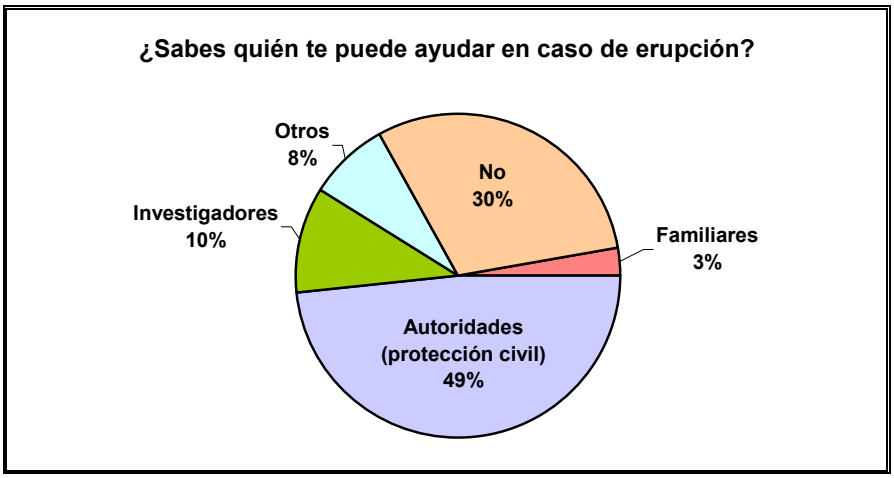


Gráfica 5.51 Tipo de información que se les proporciona a los estudiantes de Unión Juárez.



Gráfica 5.52 Pertenencias que llevarían los estudiantes de Unión Juárez en caso de ser evacuados.

En caso de una emergencia volcánica en Unión Juárez, un gran porcentaje de los estudiantes encuestados (58%) sabe que debe tener en un solo lugar todos los documentos importantes de toda la familia, así como botiquín, comida enlatada, radio, lámpara, pilas, entre otras cosas. El 3% contestó que debe tener y llevar consigo ropa, el 10% mencionó cosas innecesarias y el 29% no tiene idea que cosas debe tener cerca al momento de una evacuación (Gráfica 5.52).



Gráfica 5.53 Personas a las que pedirían ayuda los estudiantes de Unión Juárez en caso de una emergencia volcánica.

En caso de una erupción del volcán Tacaná (Gráfica 5.53) el 49% de la población encuestada acudiría a las autoridades de protección civil, el 10% a los investigadores que acuden al volcán, el 3% pediría ayuda a sus familiares y el 8% mencionó a otras personas. El 30% de los estudiantes encuestados respondió que no sabría a quien acudir.

En el caso de una evacuación de las zonas de riesgo, el 57% respondió que no conoce las rutas de evacuación, mientras que el 43% sí las conoce, que es el camino de salida de Unión Juárez, la carretera hacia Tapachula, Chiapas.

CAPITULO VI. ESTUDIOS SOBRE PERCEPCIÓN DE RIESGOS VOLCÁNICOS.

En varias partes del mundo donde están ubicados algunos volcanes activos se han realizado estudios sobre la percepción del riesgo volcánico, que sirven para comprender el grado de preparación y conocimiento que tiene la población cercana al volcán sobre los peligros que los podrían afectar en caso de una erupción. Muchos de estos estudios se han realizado durante períodos de calma o quietud volcánica (D'Ercole *et al.,* 1995; Johnston y Houghton, 1995; Perry, 1990 en Gregg *et al.,* 2003; Dominey-Howes y Minos-Minopoulos, 2004), otros se han hecho después de la crisis volcánica (Murton y Shimabukuro, 1974; Kartez, 1982; Saarien y Sell, 1985; Yoshii, 1992, todos citados en Gregg *et al.,* 2003) y otros más durante y después de la crisis volcánica (Johnston *et al.,* 1999, 2000). En la mayoría de estos estudios, la técnica empleada para conocer la percepción del riesgo volcánico fue la aplicación de encuestas y/o entrevistas a personas mayores, a estudiantes y autoridades locales.

En México, este tipo de estudios son muy escasos dado que sólo se han realizado en los volcanes de Colima (Cuevas y Ceballos, 2001) y Popocatépetl (Hernández, 2004). Esto resulta contrastante con la intensa actividad volcánica que ha tenido lugar en nuestro país durante el último siglo. Basta mencionar que México fue testigo del nacimiento del volcán Parícutin, Michoacán, en el año 1943, el cual sepultó a dos comunidades y cambió la vida de miles de personas; y de la erupción catastrófica del volcán Chichón, Chiapas en 1982, que desapareció a varias comunidades y terminó con la vida de más de 2,000 personas. Asimismo, ha presenciado las crisis de los volcanes Popocatépetl desde 1994 y Colima desde 1998. Estos eventos han causado caos social y económico en las poblaciones cercanas que se han visto afectadas de manera directa por ellos y de manera indirecta por las evacuaciones realizadas durante la emergencia volcánica. A pesar de contar con estos antecedentes, no se han llevado a cabo estudios sistemáticos para determinar el grado de información que tiene la población sobre los fenómenos volcánicos ni cuál es su percepción del riesgo, no obstante que el impacto de los peligros naturales se incrementó constantemente durante el siglo XX (Quarantelli, 1996 en Johnston *et al.,* 2000). Lo anterior no es producto del incremento de la frecuencia de los eventos peligrosos, sino del incremento de la vulnerabilidad social, que es una consecuencia del crecimiento de la

población, cambios en el uso de la tierra en áreas peligrosas, diversificación económica y avances en la infraestructura tecnológica.

Diversos estudios han mostrado que la población que percibe su vulnerabilidad ante cualquier fenómeno natural es muy probable que responda a las advertencias de peligro y por lo tanto tome las medidas de protección (Mileti y Sorensen, 1990; Lindell, 1994; Lindell y Perry, 1992; Mileti y Fitzpatrick, 1999; Mileti y O´Brien, 1993; Perry y Lindell, 1990, todos en Johnston *et al.,* 1999). Por lo tanto, es muy importante que esta clase de estudios se realice en México de manera sistemática para concientizar a la población de que es vulnerable a los fenómenos naturales y más aún si se encuentran en áreas de alto riesgo, como en las faldas de un volcán activo. Según Johnston y colaboradores (1999), el conocimiento de la amenaza está directamente relacionado con el peligro máximo, el nivel de daños ocasionados en el pasado y el grado de acercamiento con la fuente de información del peligro. En el caso del Volcán Ruapehu, Nueva Zelanda, los autores consideraron que la percepción del riesgo está directamente vinculada a la proximidad con el centro volcánico, la probabilidad de un desastre futuro y el nivel de impacto y las experiencias de desastres pasados (Paton *et al.*, 2001). Estos aspectos han sido tratados en estudios recientes en las Islas de Hawai (Greeg *et al.,* 2003), Santorini (Dominey-Howes y Minos-Minopoulos, 2004), y en los volcanes Arenal, Costa Rica (Acuña y Varela, 2003) y Ruapeu, Nueva Zelanda (Johnston *et al.,* 2000). En México se han llevado a cabo algunos estudios relacionados con el tema en el volcán de Fuego, Colima (Cuevas y Ceballos, 2001) y en el volcán Popocatépetl (Hernández, 2004), los cuales se resumen a continuación y se comparan con los resultados obtenidos en este estudio.

6.1. Volcanes Mauna Loa y Hualalai, Hawai, Estados Unidos.

La isla de Hawai está construida por los volcanes Kohala, Mauna Kea, Hualalai, Mauna Loa y Kilauea. Las comunidades principales en la Isla son Kohala, Hamakua, Hilo Kona, Ka'u y Puna. En la comunidad de Kona, cercana a los volcanes Mauna Loa y Hualalai, se realizó un estudio sobre la percepción del riesgo volcánico (Gregg *et al.,* 2003). Estos volcanes han tenido 39 erupciones desde 1832, con un período de recurrencia de 4.4 años. La comunidad de Kona se ha visto afectada directamente por derrames de lava, la

última ocasión en 1950. El estudio realizado en la comunidad de Kona arrojó resultados sorprendentes, ya que la población encuestada manifestó el riesgo que implica vivir cerca de un volcán activo. Los resultados de las 462 encuestas aplicadas a los estudiantes de secundaria y adultos mayores de la comunidad indican que aproximadamente el 68% (2/3) de los residentes encuestados conoce la fecha de las última erupción del volcán Mauna Loa (1950) que afectó su comunidad a pesar de que los intervalos de recurrencia son de 50 años (Gregg *et al.,* 2003).

Estudios previos habían demostrado que la percepción del riesgo volcánico en la Isla de Hawai es alto, pero específicamente en las comunidades de Kona es bajo (Gregg *et al.,* 2003). Las encuestas realizadas en las comunidades de Kona demostraron que el 89% conoce la actividad frecuente del volcán Kilauea, mientras que el resto sólo mencionó la baja actividad de los volcanes Mauna Loa y Hualalai.

El conocimiento que la población de la comunidad de Kona tiene sobre una futura erupción del Mauna Loa y Hualalai, es casi nulo. A la población encuestada se cuestionó cuál de los volcanes de la isla pensaba que volvería a hacer erupción y menos del 68% seleccionó el Kilauea, una minoría mencionó el Mauna Loa y Hualalai, respectivamente, y sólo menos del 8% piensa que ningún volcán de la isla volverá a hacer erupción. Aun cuando dos volcanes se encuentran cerca a su comunidad, hay diferencias de percepción sobre el futuro eruptivo del Mauna Loa y Hualalai, ya que el 71% piensa que el Mauna Loa volverá a hacer erupción pronto, mientras que el 66% opina que Hualalai tardará largo tiempo, puesto que la última erupción ocurrió hace 200 años.

El 33.9% de los encuestados sabe con certeza que un derrame de lava tardaría tres horas o menos en llegar a su comunidad, el 36.2% opinó que 12 horas, el 5.8% 3 días y el 24.1% un mes. Estos resultados son muy importantes, dado que reflejan el conocimiento que tiene la población en caso de evacuación.

En cuestiones de seguridad, se cuestionó a la población si su comunidad se vería afectada por algún peligro natural y aproximadamente el 28% opino que sí, entre los que mencionaron terremotos, deslizamientos, huracanes, tsunamis. Sólo 5.8% mencionó daños de origen volcánico, y entre estos los derrames de lava, caída de ceniza y *vog* (*smog* volcánico), los cuales podrían ocurrir en los próximos 10 años.

Las medidas de emergencia tomadas individualmente ante un peligro natural son en promedio las mismas que la gente toma cuando ocurren accidentes domésticos. Los daños que ocurren en el hogar son de mayor frecuencia pero de menor magnitud, mientras que los peligros naturales son esporádicos pero tienen un grado alto de destrucción. En la comunidad las medidas de emergencia (simulacros, evacuaciones, planes de emergencia, etc.) que se deben tomar para afrontar fenómenos naturales son raramente adoptadas y con facilidad se delega la responsabilidad a las autoridades. Esto quedó demostrado al preguntar a la población de Kona ¿quiénes son los responsables de tener un plan de evacuación en caso de emergencia volcánica? El 83% respondió que los encargados son los de defensa civil, el 64% opina que los responsables son los del Servicio Geológico o los del Observatorio Vulcanológico Hawaiano, el 60% contestó que la policía o el departamento de bomberos y un 53% piensa que los encargados de estar al tanto de lo que sucede en relación con la actividad volcánica serían cada uno de los individuos de la comunidad. Estos resultados indican claramente que la población percibe que la responsabilidad en los planes de emergencia descansa en los oficiales y el gobierno.

6.2. Caldera de Santorini, Grecia

La isla de Santorini, Grecia, tiene una extensión aproximada de 78 km^2, está compuesta por un complejo de cinco islas: Thera, Therasia, Aspronisi, Palea Kameni y Nea-Kameni; esta última es uno de los volcanes activos de la isla que junto con el Monte Columbo, representa el complejo volcánico del Santorini. Según el censo de población realizado en 1991, Santorini cuenta con 8,000 habitantes distribuidos en 11 poblaciones más la población flotante debida al turismo; en verano la población total de la isla llega a ser de hasta 900,000 habitantes, mientras que en otras temporadas del año solo alcanza los 50,000 habitantes (Dominey-Howes y Minos-Minopoulos, 2004).

Fritzalas y Papadopoulos determinaron la magnitud y la distribución del riesgo en la isla, resaltando la alta vulnerabilidad de los residentes, turistas e infraestructura. Estos autores consideraron que los peligros que tienen mayor probabilidad de afectar a la isla son: terremotos de origen volcánico, tsunamis, gases tóxicos, caída de ceniza y proyectiles balísticos así como factores secundarios como hora, día, año, dirección y velocidad de los

vientos predominantes que pueden intensificar los daños por la erupción del volcán Santorini (Dominey-Howes y Minos-Minopoulos, 2004).

El estudio realizado sobre la percepción del riesgo volcánico en Santorini (Dominey-Howes y Minos-Minopoulos, 2004) se aplicó a 57 personas (43 residentes y 14 autoridades locales). El cuestionario se construyó con preguntas específicas sobre la historia de la Caldera de Santorini, efectos del pasado y medidas que tomaran las autoridades locales en caso de una erupción. Las entrevistas se aplicaron a la población de distintas edades y grados de educación para conocer la percepción del riesgo volcánico de cada grupo. De esta forma se observó que los residentes mayores recuerdan los efectos de la última erupción ocurrida hace 50 años, pero los jóvenes no tienen conocimiento de la misma. De los cuestionarios aplicados a los residentes de la isla se obtuvieron los siguientes resultados: El 95% de las personas entrevistadas es residente permanente de la isla. El 93% de los mismos sabe que el Nea Kameni es un volcán activo y sólo el 60% sabe que el Monte Columbo lo es, mientras que el 27% creía que era un volcán inactivo.

Los encuestados relacionan la actividad volcánica del Nea Kameni con productos volcánicos tales como la ceniza volcánica (35%), derrames de lava (62%), gases venenosos y pómez (28%), bombas volcánicas (18%) y el sulfuro (16%). En el caso del Monte Columbo resultaron ser los gases venenosos (40%), derrames de lava (18%) y tsunamis (12%). En el caso de una erupción futura, los encuestados creen que las comunidades de Fira y Oia se verían directamente afectadas por gases tóxicos (44%), caída de tefra (27%), sismos volcánicos (21%), bombas volcánicas (12%) y sólo el 9% cree que se verían afectados por tsunamis.

Los principales efectos que tendría una nueva erupción serían: pérdida de vidas humanas (41%), daño a las construcciones (69%), a las tierras (44%) y al turismo (67%). En este sentido, los encuestados indicaron que en caso de una emergencia volcánica las personas encargadas de proporcionarles información serían: el mayor o alcalde (44%), la policía y/o gobierno (23%), los militares (20%) y los medios de comunicación (12%). En caso de una erupción repentina del volcán Nea Kameni su reacción inmediata sería: mantener la calma y analizar la situación para tomar la decisión adecuada (46%), abandonar la isla inmediatamente (37%) y llenarse de pánico (12%).

6.3 Volcán Ruapehu, Nueva Zelanda

El Ruapehu es un volcán activo de composición andesítica de la Zona Volcánica Taupo, Nueva Zelanda (Hacket y Houston, 1989 en Johnston *et al.,* 2000). Tiene una elevación de 2,530 m, con un lago cráter en la cumbre y cinco valles glaciares. Durante el siglo XX ocurrieron explosiones freáticas y freatomagmáticas pequeñas que modificaron la base del lago (Johnston *et al.,* 2000). Estas erupciones ocurrieron en 1945 y 1995-1996 lo que tuvo un impacto social y económico en las zonas afectadas. Al respecto, Johnston y colaboradores (2000) realizaron un estudio comparativo de ambas erupciones sobre los daños causados en las poblaciones circundantes y la vulnerabilidad social.

La duración de la actividad volcánica del Ruapehu, junio a diciembre de 1945, ocasionó diversos daños en las poblaciones cercanas, especialmente por la caída de ceniza. Los efectos fueron diversos; por ejemplo, en la salud pública, provocó irritación de garganta y ojos, en el transporte redujo la visibilidad en los caminos, causó daños corrosivos en la pintura de autos y en la infraestructura de los tanques de agua domésticos que se contaminaron y los suministros de luz se vieron afectados. Las cenizas finas también afectaron comercios y casas, ya que éstas penetran con facilidad en lugares cerrados causando daños irreparables en maquinaria y electrodomésticos. La caída de ceniza interrumpió la pista de esquí en Whakapapa, donde a finales de agosto los esquiadores abandonaron la zona (Dominion, 27 agosto de 1945, en Johnston *et al.,* 2000). Los impactos por caída de ceniza en 1995-1996 fueron mayores que los de 1945, porque las capas de ceniza de la primera cubrieron más de 30,000 km^2 y afectaron a más de 20 comunidades, así como áreas para la agricultura y el desarrollo forestal.

La última fase eruptiva del volcán Ruapehu tuvo lugar de septiembre de 1995 a agosto de 1996, tras un período de calentamiento del lago cráter y pequeñas explosiones freáticas y freatomagmáticas (Cronin *et al.,* 1997 en Johnston *et al.,* 2000). Las descargas elevadas de dióxido de azufre produjeron *smog* volcánico que cubrió el centro y sur de la Isla del Norte (North Island). El material piroclástico expulsado se depositó en los flancos del volcán, éste fue removilizado por las lluvias, dando origen a los primeros lahares entre octubre de 1995 y mayo de 1996 a lo largo de cinco cuencas (Hodgson y Manville, 1996 en Johnston *et al.,* 2000). Los lahares causaron gran impacto en el canal del río Whangaehu,

ya que en algunas partes erosionó 5 m del canal y en otras depositó más de 2 m de sedimentos. Este lahar contaminó la costa de Wanganui a 90 km del volcán, donde causó la muerte de peces y mariscos.

El turismo se vio muy afectado porque las pistas de ski en Nueva Zelanda tuvieron que ser cerradas por razones de seguridad, resultando en pérdidas económicas para la región. Este daño continuó aún después de la actividad volcánica pues disminuyó el número de turistas. Las consecuencias económicas de la erupción de 1995-1996 fueron cercanas a los $130 millones de dólares (Johnston *et al.,* 2000).

6.4 Volcán Arenal, Costa Rica

El Arenal es un estratovolcán de forma cónica que se localiza en la región norte de Costa Rica al norte de la Sierra de Tilarán, entre la Cordillera Volcánica de Guanacaste y la Cordillera Volcánica Central. El Arenal es considerado como uno de los más peligrosos del mundo, ya que a partir de 1968 reinició su actividad volcánica con erupciones de tipo estrombolianas, peleanas y vulcanianas. En 1968 una erupción vulcaniana arrasó con el caserío de Pueblo Nuevo ubicado a 5 km al oeste del cráter. En junio de 1975 se produjeron varias avalanchas incandescentes que afectaron la parte norte del volcán. En agosto de 1993, marzo de 1994 y 1996, mayo de 1998, agosto del 2000, junio 2001, septiembre del 2003 y noviembre del 2004 se presentaron erupciones con coladas de lava hacia el norte y noroeste del cráter (Arroyo *et al.,* 2000).

Acuña y Varela (2003) consideran aspectos de percepción de la amenaza volcánica respecto al crecimiento urbano y turístico, de los habitantes de La Fortuna de San Carlos y sus alrededores. Los resultados de las 47 entrevistas (23 mujeres y 24 hombres) aplicadas a los residentes permanentes que han vivido experiencias de eventos volcánicos y propietarios de infraestructura turística respecto a la vulnerabilidad y amenaza volcánica, indican que la principal ocupación en la zona está altamente relacionada con el turismo y que el 53% de la población entrevistada vive en La Fortuna por cuestiones de trabajo y sólo el 8% vive en la zona por gusto.

La mayoría de los pobladores de La Fortuna (76%) considera que el Arenal no representa un riesgo para su comunidad, mientras que el 23% sí se siente amenazado. En

caso de una erupción del Arenal, el 61% respondió que sí saldría si se le informara que la comunidad está dentro de las zonas de alto riesgo. De hecho, el 40 % desconoce la existencia de un plan de emergencia y la reacción de la mayoría de los entrevistados sería correr durante una erupción, lo cual refleja la falta de educación y conocimiento de los planes de emergencia local. Este estudio demostró que la población entrevistada tiene el conocimiento del riesgo que implica vivir cerca de un volcán activo que, por otra parte, lo hace atractivo para el turismo que representa la base de su economía.

6.5 Volcán de Fuego o Colima, México

El volcán de Fuego es un estratovolcán que se localiza en los estados de Colima y Jalisco al oeste del país. Es considerado como el volcán más activo de México por la frecuencia de sus erupciones y uno de los más peligrosos. La actividad reciente del volcán de Fuego o Colima se presenta en el cono central, de aproximadamente 4,000 m. A lo largo de la historia eruptiva de este volcán, se han reconocido numerosas erupciones con diferente grado de explosividad que han producido lluvia de ceniza y pómez, derrames de lava, flujos piroclásticos de bloques y cenizas, oleadas piroclásticas, lahares y avalanchas de escombros. De éstos, llama la atención el depósito producido por la erupción pliniana de 1913, cuyas cenizas llegaron hasta 700 km de distancia en la ciudad de Saltillo (Saucedo 1997; Martín *et al.,* 2002). En las faldas del volcán se encuentran varias comunidades que podrían ser afectadas en caso de una erupción, como: La Yerbabuena, La Becerrera y Quesería en el estado de Colima, mientras que en el estado de Jalisco se encuentran: Tonila, San Marcos, Cofradía de Tonila y Juan Barragán, que en conjunto suman 15,480 habitantes aproximadamente, que se encuentran en riesgo (Cuevas y Ceballos 2001).

En las comunidades de Colima y Jalisco se llevó a cabo un trabajo sobre la percepción de los peligros Volcán de Fuego con la aplicación de 409 encuestas a personas de ambos sexos mayores de 15 años en las comunidades de La Yerbabuena, La Becerrera, Quesería, Tonila, San Marcos y Cofradía de Tonila (Cuevas y Ceballos, 2001).

Los resultados del muestreo indicaron que más del 77% de la población encuestada en Quesería, Col. ubicada a 14.5 km del volcán, dice no estar suficientemente informada sobre los riesgos que implica vivir cerca de un volcán activo. En San Marcos, Jal., ubicado

a 14 km del cráter, el 74% de los encuestados opina lo mismo, al igual que en las comunidades de Tonila, Jal., a 13.5 km con el 74%, La Becerrera, Jal., a 12 km con el 49% y más del 66% en Cofradía de Tonila, Jal., a 10.5 km del volcán. Solamente en La Yerbabuena, Col., ubicada a sólo 7 km del cráter, más de la mitad de la población opinó que estaba lo suficientemente informada sobre los riesgos de vivir cerca de un volcán en constante actividad (Cuevas y Ceballos 2001).

Según estos mismos autores, el 34% de la población encuestada en La Yerbabuena opina que el principal peligro volcánico que la podría afectar es el material de caída aérea y el 14% se refirió a los derrames de lava, omitiendo el resto de los peligros volcánicos (flujos piroclásticos, lahares), lo cual refleja un desconocimiento y falta de información sobre erupciones de gran magnitud como la de 1913. Al respecto, la mayoría considera que los daños que sufrirían durante una erupción mayor serían a sus bienes y servicios de la comunidad, mientras que un porcentaje menor consideró que su vida se vería en peligro. La mayoría de la población manifestó que le gustaría estar informada sobre la actividad del volcán de Fuego, así como de los peligros a los que se encuentra expuesta viviendo cerca del volcán y sobre qué deben hacer antes, durante y después de una emergencia volcánica.

Según la definición de la UNESCO (1987) "La acción rápida y efectiva en una emergencia se puede llevar a cabo solamente si la población está debidamente informada de la naturaleza y grado de los peligros, así como de los riesgos derivados de ellos y de lo que se puede hacer colectiva e individualmente para reducir los riesgos". Esto ocurrió en la comunidad de La Yerbabuena, Colima, antes de la erupción de 1998: tanto el Comité Científico Asesor como las autoridades de Protección Civil de Colima, mantuvieron a la comunidad constantemente informada sobre los peligros y riesgos volcánicos, lo que resultó en la evacuación exitosa de la comunidad una vez iniciada la crisis volcánica.

Un segundo muestreo realizado en 1999 (meses después de la erupción de 1998) en la misma comunidad por Cuevas y Ceballos (2001) arrojó los siguientes resultados: el 80% manifestó que sí puede ocurrir una erupción de gran magnitud que afecte su comunidad. El 62% manifestó que el peligro de mayor riesgo serían los flujos piroclásticos, seguidos de materiales de caída con un 22%. En este estudio quedó demostrado que las campañas de información realizadas en 1997 habían servido para que la población adquiriera un mayor

conocimiento sobre los peligros volcánicos y por consiguiente su percepción sobre el riesgo volcánico.

6.6 Volcán Popocatépetl, México

El Popocatépetl (5,452 ms.n.m.) se localiza en el centro-sur del Cinturón Volcánico Mexicano y junto con el Iztaccíhuatl, el Telapón y el Tláloc forman y dan nombre a la Sierra Nevada, de más de 100 km de longitud y 40 km de anchura (Gómez y Zamorano, 2002). Su actividad eruptiva durante el Holoceno muestra que han ocurrido erupciones voluminosas cada 1,000 ó 3,000 años (Siebe *et al.,* 1996). Esta información fue utilizada para realizar un mapa de peligros volcánicos (Macías *et al.,* 1995). El mapa de riesgos del Popocatépetl se divide en cuatro círculos concéntricos a partir del cráter con distancia concéntrica de 15, 20, 25 y 80 km respectivamente. La primera zona cubre un área aproximada de 674.69 km^2 y en caso de erupción se vería gravemente afectada principalmente por flujos piroclásticos, material de caída aérea y lahares. La segunda zona cubre un área de 1,704.78 km^2 y sus principales peligros son los mismos que en el primer círculo, pero en menor grado. La tercera zona, con un área de 3,863.77 km^2, se vería afectada por la caída de ceniza y lahares, mientras que la zona cuatro de gran extensión, que se extiende 55 km a partir de la zona 3, estaría afectada en menos grado por la caída de ceniza (De la Cruz y Ramos*,* 1995).

En un estudio sobre la percepción del riesgo volcánico en el volcán Popocatépetl (Hernández, 2004) se aplicaron encuestas a 107 personas, 51 mujeres y 56 hombres. Este estudio incluyó las cuatro zonas de riesgo del volcán; las personas que viven más cerca del volcán (zonas 1 y 2), son de población rural y bajo nivel económico y las dos zonas restantes (3 y 4) son de diferente nivel socioeconómico; hay áreas rurales pero también zonas urbanas con mejores condiciones de vida (López-Vázquez *et al.,* 2005). El muestreo se realizó en zonas urbanas con 50 encuestas (Atlixco, Puebla y Cholula) y 57 en la zona rural (Nealtican, Santa María Tonanzintla y San Bartolo) (Hernández, 2004). Los resultados indican que la vulnerabilidad incrementa en donde los niveles socioeconómicos son bajos, porque, los grupos más vulnerables son los que pertenecen a poblaciones de escasos recursos y que viven en zonas de alto riesgo, como las laderas del volcán (Macías 1999).

El estudio realizado por Hernández (2004) arrojó los siguientes resultados: el 77.5% cree que el lugar donde reside actualmente es seguro, del cuál, el 35.5% corresponde a la zona rural y el 42% a la zona urbana y más de la mitad de la población encuestada (50.5%) teme de que suceda algo malo en el futuro, de la que el 20.5% teme al volcán, el 11.2% a los sismos, el 16.8% a la delincuencia, el 4.7% no teme nada y el resto a otros. En caso de que ocurriera una erupción en el volcán Popocatépetl, sólo el 42% esta preparado para enfrentar la erupción, del cual, el 17.8% corresponde a la zona urbana y el 24.3% a la rural; en caso de que ocurriera una erupción el 70% cree que sí se verían afectados de manera directa, de este, el 16.8% coincidía que los efectos más dañinos serían por los materiales de caída, pánico por falta de preparación sobre los riesgos de vivir cerca de un volcán activo y pérdidas de bienes (30.8%), percepción de riesgo volcánico cercano (17.7%) y otros.

El 34.6% de la población encuestada respondió que sí le da miedo pensar que el volcán haga erupción (19.6% urbana, 15% rural) y los principales efectos que tendría una nueva erupción serían los daños a la salud física y mental (13%), pérdidas de materiales y humanas (61%), daños al medio ambiente (14%), ninguno (5%) y el resto opina que otros. En este sentido, los encuestados manifestaron que la forma de mantenerse informados sobre la actividad del Popocatépetl es estar atentos a la información que es proporcionada por los medios de comunicación (63.6%), buscar información por cuenta propia (33.6%) y otras.

Se puede deducir que las personas que viven en zonas rurales se guían por un razonamiento mítico y religioso, mientras que la población de zonas urbanas con mayor influencia de los medios de comunicación, tiene un razonamiento de tipo científico (CENAPRED, 1990). Además, se puede observar que los campesinos tienen mayor conocimiento de las manifestaciones que podría presentar el volcán, ya que han aprendido a convivir con él, se han acostumbrado a él y ya no lo ven como una amenaza sino como beneficio.

VII. DISCUSION

El peligro volcánico en Chiapas está representado principalmente por los volcanes Chichón al NW y Tacaná al SE del estado. En estos volcanes se efectuó un muestreo en algunas localidades cercanas para conocer su percepción sobre los peligros y el riesgo volcánico, así como las medidas de seguridad que se deben de tomar en caso de una emergencia. Con este fin, se aplicaron 264 encuestas a los estudiantes de diferentes grados escolares y 110 entrevistas a los adultos mayores que presenciaron la erupción de 1982 del volcán Chichón. En el caso del volcán Tacaná se muestreó en la localidad de Unión Juárez, donde se aplicaron 260 encuestas a los estudiantes de la localidad.

Debido a la complejidad de su localización geográfica, topografía, clima e hidrología, las comunidades del estado de Chiapas son altamente vulnerables, pues están expuestas a sufrir daños por fenómenos naturales como sismos, huracanes, erupciones volcánicas e inundaciones, ente otros. Si a esto sumamos la marginalidad y sobrepoblación en algunas zonas, es muy factible que estos fenómenos causen grandes desastres. Un ejemplo tangible fue la erupción de 1982 del volcán Chichón que causó estragos en las comunidades indígenas del norte de Chiapas, en particular en el municipio de Chapultenango, donde perecieron alrededor de 2,000 personas (Báez, 1985). Otra erupción volcánica de menor magnitud que no llegó a convertirse en desastre fue la erupción de 1986 del Volcán Tacaná en el extremo sur del mismo estado. Este evento afectó parcialmente al municipio de Unión Juárez. En este estudio se compara a estas comunidades para determinar el grado de conocimiento que tiene la población sobre los peligros volcánicos, su percepción sobre el riesgo que representa vivir cerca de un volcán activo y con qué información cuentan en caso de que estos volcanes entren en una etapa eruptiva. Dado que tanto las entrevistas como las encuestas se realizaron en grupos de edades distintas, en el siguiente análisis se comparan los resultados obtenidos de estudiantes contra adultos y Chichón contra Tacaná. Con fines prácticos, a continuación se comparan y se discuten los muestreos realizados (encuestas y entrevistas) en las localidades de Chapultenango y Unión Juárez:

7.1 Estudiantes contra Adultos

Este estudio se llevó a cabo con 110 adultos mayores que presenciaron la erupción de 1982 del volcán Chichón y 264 estudiantes de diferentes grados escolares. El estudio realizado con los adultos mayores se basó en las experiencias que vivieron antes, durante y después de la erupción de 1982. El análisis con los estudiantes se basó en el conocimiento que tienen del volcán cercano a su comunidad y en el tipo de información que se les proporciona principalmente en las escuelas, así como la información que éstos recaban de otras fuentes, como familiares, vecinos y personas ajenas a la comunidad.

Los resultados indican que los estudiantes tienen un mayor conocimiento, ya que el 82% conoce algún tipo de información referente al volcán o a la erupción, mientras que sólo el 43% de las personas adultas entrevistadas tenía conocimiento de que vivían cerca de un volcán activo. La diferencia en los resultados indica que a pesar de que la erupción ocurrió hace 23 años, la comunidad en general recuerda y tiene presente al volcán Chichón; los estudiantes han recibido de alguna manera algún tipo de información al respecto, ya sea de manera verbal (experiencia de sus familiares) o escrita (enseñanza académica).

En general, la percepción que tienen tanto niños como adultos difiere en algunos aspectos. Por ejemplo, el 80% de los estudiantes piensa que el volcán volverá a hacer erupción, dado que es un fenómeno natural, y que entre más tiempo pase mayores serán las posibilidades de que vuelva a entrar en actividad. Por el contrario, el 51% de las personas adultas opina que el volcán ya no volverá a hacer erupción, porque ya arrojó todo lo que tenía acumulado y sólo hace erupción una vez. De la misma forma, el 54% de los niños teme vivir cerca del volcán, ya que en caso de una erupción piensan que no tendrían tiempo de salir de su comunidad y quedarían sepultados por cenizas y rocas; mientras que el 100% de los adultos, está consciente de que en caso de una erupción su comunidad se vería afectada directa o indirectamente, pero no tienen temor, ya que dicen que ellos ya sobrevivieron una erupción y saben lo que puede llegar a ocurrir y cómo deben actuar. Sin embargo, esto contrasta con el conocimiento que los adultos tienen sobre los planes de emergencia y las rutas de evacuación: sólo el 44% conoce la ruta, mientras que entre los estudiantes el 66% la conoce. Esto quiere decir que los adultos tienen la experiencia recogida de la erupción, pero no necesariamente están bien informados sobre los peligros

volcánicos, los planes de emergencia, etc., y esto se refleja en las medidas que tomaría la población de Chapultenango en caso de una emergencia volcánica. El 91% de los estudiantes evacuaría la zona para poner a salvo su vida, mientras que 49% de la población adulta se negaría a abandonar la localidad. La razón que señalan es que durante la evacuación de 1982, sufrieron más las personas albergadas que las que se mantuvieron o regresaron de inmediato a sus respectivas localidades.

Por lo tanto, se puede deducir que no existe un programa eficaz de información que esté actualizando a la población del peligro y riesgo que representa el volcán Chichón. Los estudiantes tienen mayor facilidad para obtener información referente a la actividad volcánica que se les proporciona en las escuelas o en los medios de comunicación, mientras que los adultos están renuentes, porque aseguran haber adquirido la experiencia que les dio la erupción de 1982.

7.2 Chichón contra Tacaná

Los resultados finales del muestreo indican que la población de Unión Juárez, ubicada al sur del volcán Tacaná, está mucho más relacionada con el volcán. El 100% de la población encuestada conoce el volcán, mientras que en Chapultenango sólo el 28% conoce al Chichón. A pesar de esta diferencia, el 55% de los individuos ha visitado el Chichón mientras que sólo el 40% ha visitado el Tacaná. Esto último podría explicarse por el hecho de que el volcán Tacaná es una cumbre más alta (4,060 ms.n.m.) que requiere de mayor esfuerzo para escalarla.

Existen similitudes importantes en los resultados obtenidos en ambas comunidades. En Chapultenango, el 54% de la población teme vivir cerca del Chichón, y en Unión Juárez el 54% tiene la misma percepción. En Unión Juárez, el 77% cree que el volcán Tacaná hará erupción a corto plazo, número muy similar (80%) encontrado en Chapultenango.

Estos datos son sobresalientes si consideramos que la población de Unión Juárez no ha vivido una erupción catastrófica como Chapultenango en 1982. Sin embargo, esto concuerda con los resultados del estudio realizado en la localidad de Unión Juárez, donde la población demostró que está mejor preparada para una emergencia volcánica que la de Chapultenango. El 57% de los estudiantes al sur del estado sabe qué tipo de cosas debe

llevar en caso de ser evacuados de la zona, ya sea por peligro volcánico u otro y sólo el 40% de los estudiantes de Chapultenango sabe lo que debe tener cerca en el momento de una evacuación de la zona.

En la comunidad de Unión Juárez, la mayoría de los encuestados sabe que debe acudir a las autoridades de protección civil o municipal para informarse de lo que sucede con el volcán y en caso de emergencia volcánica solicitar ayuda (47%); mientras que en Chapultenango solo el 35% lo sabe con precisión. En este sentido, el 66% de los encuestados en Unión Juárez conoce la ruta de evacuación, mientras que el 58% de la población de Chapultenango no la conoce.

Figura 7.1 Estación de monitoreo del volcán Chichón, Chiapas. Fotografía: José Luis Macías, mayo 2004

En la zona del Tacaná, la población sabe que el volcán está siendo monitoreado con dos estaciones sísmicas y vigilado por las autoridades de protección civil, las cuales informan a las autoridades municipales, y éstas, a su vez, a la población (53%). En el caso del volcán Chichón que cuenta con una estación sismológica (ver Fig. 7.1), la población no recibe información al respecto por parte de las autoridades, sólo manejan información recogida en la comunidad (62%).

7.3 Educación del riesgo

En este rubro se puede determinar el grado de percepción y educación que tienen y se les ha proporcionado a los habitantes que residen cerca de un volcán activo. Antes de la erupción de 1982 del volcán Chichón, la población no tenía información al respecto; de hecho, creen que el volcán hizo erupción por culpa de los geólogos, los cuales iban al cráter a formar un tapón para que éste explotara y perjudicar así al gobierno del estado; otra razón de la erupción fue por castigo divino.

Otro aspecto importante que se quería estudiar entre los habitantes de Chapultenango y Unión Juárez era el tipo de información que se les proporciona. En Chapultenango, el 28% de la población recibe información respecto a la actividad volcánica, a la erupción de 1982 y al origen de las manifestaciones volcánicas. En Unión Juárez se les informa de la actividad que presenta un volcán activo, así como los planes de emergencia que se deben llevar en caso de crisis volcánica (39%).

Tabla 7.1 Resumen de los principales peligros volcánicos que identifican diferentes poblaciones asentadas alrededor de volcanes activos en el mundo.

Volcán/Peligros	Material de caída	Flujos piroclásticos	Sismos	Derrames de lava	Gases	Tsunamis	Tormenta eléctrica	Explosiones
Nea Kameni, Grecia[1]	53%			62%	44%			
Monte Columbo, Grecia[1]				18%	40%	12%		
Volcán de Fuego, Colima[2]	34%				14%			
Chichón, Chiapas	33%	20%	8%				11%	18%

[1]Dominey-Howes y Minos-Minopoulos, 2004, [2]Cuevas y Ceballos, 2001

En la Tabla 7.1 aparecen los diferentes peligros volcánicos que la población identifica como riesgosos para sus comunidades. Por ejemplo, uno de los peligros más identificados son los materiales de caída aérea (ceniza, bombas balísticas, etc.). Este peligro es identificado por el 53% de la población encuestada en el volcán Nea Kameni, Grecia, por el 33% de la población en el Volcán de Colima y de manera muy similar por el 34% en el volcán Chichón, Chiapas. Dos peligros que identifican muy bien en los volcanes Monte Columbo, Santorini y Colima, México son los derrames de lava y los gases volcánicos que, sin embargo, no aparecen entre los pobladores del Chichón. Por otra parte los pobladores

del Chichón identificaron muy bien la ocurrencia de flujos piroclásticos (20%), sismos volcánicos (8%), tormentas eléctricas (11%) y explosiones (18%).

En la isla de Santorini, Grecia, donde es evidente la actividad volcánica, el 93% de los encuestados sabía que el volcán Nea Kameni es activo. En el caso del volcán Monte Columbo, el 60% de los encuestados sabía que es un volcán activo, el 27% pensaba que estaba extinto y el 12% no sabía al respecto. Esta última cifra contrasta con el 43% de la población entrevistada en la localidad de Chapultenango, quien no sabía que el Chichón era un volcán antes de la erupción de 1982 y mucho menos que era activo.

En relación con el futuro eruptivo de estos volcanes, las personas encuestadas y entrevistadas manifestaron lo siguiente: el 80% piensa que sí volverá a hacer erupción el Volcán de Colima, el 68% cree que el volcán Kilauea, Hawai, sí hará erupción nuevamente mientras que en el Chichón esta cifra es de 47%, pero opinan que tardará entre 100 y 500 años para que vuelva hacer erupción.

Los entrevistados perciben de manera diferente el hecho de vivir cerca de un volcán y el riesgo que esto implica. Sólo el 8% de los entrevistados en las islas de Hawai considera que su comunidad sí se vería afectada por algún peligro volcánico del Mauna Loa y/o Kilauea (Greeg *et al.,* 2003), el 76% de los entrevistados en La Fortuna, Costa Rica percibe que su comunidad no corre peligro por el volcán Arenal (Acuña y Varela, 2003) y el 78% de la población cercana al Popocatépetl (Cuevas y Ceballos, 2001) considera su localidad como un lugar seguro, aunque el 70% de ésta opina que sí se vería afectada por una erupción del volcán; porcentaje similar (65%) al obtenido en Chapultenango, Chiapas.

A pesar de que un número importante de los encuestados en Chiapas cree que el Chichón volverá a hacer erupción, el 47% reside en la zona por no tener otro lugar donde vivir o por cuestiones de trabajo, algo muy parecido a lo que ocurre en la localidad de La Fortuna, Costa Rica (53%), quienes viven en la zona de riesgo por su trabajo, en esa zona turística.

En caso de que los volcanes Nea Kameni en la isla de Santorini (Grecia), Arenal (Costa Rica) y el Chichón (México) hicieran erupción, el 46, 49 y 49 % de los encuestados, respectivamente, se quedaría en su localidad analizando la situación para tomar la decisión correcta. Estas cifras son sorprendentemente similares; en Chiapas los encuestados ligaron

su decisión al hecho de que habían sufrido mucho en los albergues durante la erupción de 1982.

En cuestiones de seguridad y planes de emergencia volcánica, del volcán Arenal, Costa Rica (40%) y del volcán Chichón, Chiapas el 44% no conoce algún plan de evacuación de las zonas afectadas así, ni la localización de las rutas de evacuación y de los albergues. Esto denota claramente la carencia de información que existe en las poblaciones asentadas en torno a estos volcanes activos que constantemente están en riesgo, y esto contrasta con la necesidad que tiene la población de ser informada al respecto. En este sentido, existe una gran variedad de opiniones entre los encuestados sobre quién debería proporcionarles esta información. En Santorini, consideran al mayor o alcalde (44%), la policía (23%), el gobierno (23%), los militares (20%) y los medios de comunicación (12%). En el Popocatépetl la población dice estar informada de lo que sucede con en el volcán por los medios de comunicación (64%) y por cuenta propia (34%). En el caso del volcán Chichón, mencionan a los geólogos y vulcanólogos (10%), a las autoridades municipales (25%), a los medios de comunicación (3%) y por cuenta propia (25%), o simplemente nadie les informa y desconocen todo al respecto (37%). Estas últimas cifras sugieren que los medios de comunicación prestan una enorme atención a la actividad del Popocatépetl, dado que representa un símbolo nacional y se encuentra muy cerca de las ciudades de Puebla y México, lo que contrasta con la lejanía a una ciudad importante y la localización remota del volcán Chichón. De cualquier manera, es muy claro que en el estado de Chiapas existe una carencia de programas sistemáticos de información a la población que sirvan para orientarla y educarla sobre los peligros y riesgos volcánicos. Estos programas de educación deberían de ser instrumentados por las autoridades estatales y municipales.

Las diferencias que existen entre las poblaciones muestreadas de Chiapas (Chapultenango y Unión Juárez) sobre la percepción del riesgo volcánico se debe al grado de educación e información que se proporciona a los habitantes de las zonas sobre el peligro que implica vivir cerca de un volcán activo, ya que los estudiantes de Unión Juárez tienen igual o mejor información referente al volcán Tacaná que los estudiantes de Chapultenango, aun cuando no han pasado por una crisis volcánica. Sin embargo, en esta última localidad ya vivieron la erupción de 1982 del volcán Chichón, donde, desaparecieron nueve pueblos (Fig. 3.9), murieron cerca de 2,000 personas, se vio afectado

el ganado y la vegetación de la región. Aun con esta experiencia negativa, no se han creado programas enfocados a informar a la población para saber qué es lo que deben hacer antes, durante y después de una erupción, a quién deben de acudir para solicitar ayuda e información de los planes de emergencia, dónde se encuentran localizadas las rutas de evacuación de la localidad y dónde pueden refugiarse durante una erupción. Chapultenango padece de este tipo de información, en cambio, la localidad de Unión Juárez, que no ha pasado por experiencia grave referente a la actividad del Tacaná, cuenta con mejor información de quiénes serían los responsables de tener informada a la población y a quién tienen que acudir en caso de una actividad volcánica (protección civil), así como dónde se encuentran las rutas de evacuación y lo que deben tener en el caso de tener que evacuar la zona.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio de percepción de los peligros y el riesgo volcánico en las comunidades de Chapultenango en el volcán Chichón y Unión Juárez en el volcán Tacaná arrojó los siguientes resultados:

El volcán Chichón hizo erupción del 28 de marzo al 4 de abril de 1982, causando desastres en las comunidades cercanas. Los habitantes que vivieron dicho evento y que aún habitan, piensan que la erupción se debió a causas divinas o míticas. Durante el evento los habitantes identificaron varios peligros volcánicos como flujos piroclásticos (fuego), materiales de caída (arena) y lahares (corrientes de lodo). El día de hoy piensan que el volcán no volverá a hacer erupción en poco tiempo. En cambio, los habitantes más jóvenes que son ajenos o no tienen memoria de la erupción, tienen una percepción distinta, ya que ellos piensan que la posibilidad de una nueva erupción es real, debido en gran medida a la información que se les proporciona en las escuelas. En caso de una nueva erupción del volcán Chichón, parte de la gente no evacuaría porque no saben dónde ir, piensan que salvarse es cuestión divina, o por el miedo de que sus pertenencias sean saqueadas.

La situación en el volcán Tacaná es distinta, la localidad de Unión Juárez cuenta con mayor cantidad de servicios y tiene una posición cercana a la frontera con mayor vigilancia por parte de las autoridades. Por lo tanto, la población de esta comunidad cuenta con mayor y mejor información sobre la actividad volcánica del Tacaná.

El Tacaná se reactivó en 1986 mediante una erupción freática de pequeña magnitud, que no representó riesgo para las poblaciones circundantes. Sin embargo, este evento sirvió para sensibilizar a la gente y para que las autoridades (locales y de protección civil) pusieran mayor atención en la creación e implementación de planes de emergencia.

Los habitantes de Unión Juárez están mejor informados que los habitantes de Chapultenango sobre qué hacer en caso de una probable erupción; por ejemplo, hacia dónde ir (albergues), qué documentos deben tener a la mano y a quién deben acudir. Sin embargo, ambas comunidades no conocen la información respecto a cuáles son las posibles rutas de evacuación, a pesar de que ambas cuentan con una sola ruta.

En comparación, resulta paradójico que en Unión Juárez (Tacaná) donde no ha ocurrido una erupción violenta en tiempos históricos, estén mejor informados en cuanto a

los riesgos volcánicos que en Chapultenango (Chichón), donde todavía hay personas que sufrieron y recuerdan la erupción de 1982. También es curioso y hasta cierto punto entendible el hecho de que los habitantes jóvenes cuenten con información más veraz respecto al volcán, que los adultos que vivieron dicho evento y que se dejan llevar por la información proporcionada por los medios de comunicación que comúnmente es alarmista y amarillista.

También se hizo una comparación entre este trabajo y estudios similares realizados en otros volcanes de México y alrededor del mundo, encontrando gran similitud en los resultados. Como común denominador se encontró que existe una delimitación clara de quien o quienes son los responsables de informar adecuadamente a la población. Por consiguiente existe un desconcierto generalizado del lugar al que debería acudir para ponerse a salvo en caso de una emergencia volcánica. De manera general, la gente que habita áreas bajo riesgo volcánico, permanece en el lugar por mantener su fuente de trabajo o por no tener las posibilidades para emigrar a otros lugares.

Las diferencias encontradas en los estudios radican en el tipo de peligro volcánico que se presenta en el volcán en cuestión, las condiciones de seguridad y los medios para evacuar su comunidad. De manera generalizada, la población asentada cerca de los volcanes activos en México no tiene la información suficiente sobre los peligros volcánicos, por lo que es muy difícil implementar programas de contingencia.

Es recomendable que la población que habita en las cercanías de un volcán activo conozca la situación geográfica de su localidad, cuente con información de los peligros volcánicos, sus alcances, sus pronósticos, los efectos mediatos e inmediatos que una erupción puede tener en su comunidad, en la actividad económica y en la vida diaria de los habitantes. Por tal razón, es urgente que las autoridades competentes inicien campañas de educación sistemáticas sobre los peligros y planes de emergencia, para que en caso de una nueva crisis volcánica el peligro natural no se torne en desastre.

REFERENCIAS

Acuña O. y Varela A., (2003), *"Análisis de la percepción de riesgo en la Fortuna de San Carlos y alrededores",* Universidad de Costa Rica.

Alcántara I., (2000), *"Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología"*, Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, Núm. 41, México pp. 7-25.

Arroyo, Alvarado, Taylor, Madrigal y Arias, (2000), *"La actividad del Volcán Arenal durante el año 2000"*, Boletín del observatorio sismológico y vulcanológico de Arenal y Miravalles. OSIVAM-ICE Año 8, N° 15-16, Junio 1997, San José.pag 15-29.

Astiz, M. y García, A., (2000), *"Curso Internacional de Volcanología y Geofísica Volcánica"*, Edit. Excmo. Cabildo Insular de Lanzarote, Madrid.

Báez-Jorge, F., Rivera Balderas, A. y Arrieta Fernández, P., (1985), *"Cuando el cielo ardió y se quemó la tierra"*, Instituto Nacional Indigenista, México.

Bell, F., (1999), *"Geological hazards. Their assessment, avoidance and mitigation",* E & FN SPON, London, pp 648.

Bitran D., (2001*), "Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el periodo de 1980-1999"*, CENAPRED, México.

Blaikie, P., (1993), *"At Risk-Vulnerability and Disasters*", Routledge, Londres y Nueva Cork.

Blaikie, Piers. Cannon, Davis and Wisner, (1994), *"At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters",* Edi. Routledge, London.

Blaikie, P., Cannon, T, Davis, I. y Wisner, B., (1996), *"Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres"*, Colombia, ITDG, La Red.

Blong, R.J., (1981), *"Some effects of tephra falls on buildings"*, in Tephra Studies, ed by Self, S., Sparks, R., Advanced Study Institutes Series, D. Reidel Publishing Company, Boston, pp 405-420

Blong, R.J., (1984), *"Volcanic hazards: A Sourcebook on the Effects of Eruptions"*, Academic Press, Orlando, Florida.

Borja, R., (2003), *"Análisis de susceptibilidad y riesgos asociados a procesos de remoción en masa en Zacapoaxtla, Puebla*", Tesis Licenciatura-UNAM, México.

Böse, F., (1903), *"Informe sobre los temblores de Zanatepec y sobre el estado actual del Volcán Tacaná"*, Parergones del Instituto Geológico de México, Boletín No. 20.

Calderón, G., (1998), *"Geografía de los riesgos: fundamentos económicos y sociales*", UNAM.

Canul, R. y Rocha, V., (1981), *"Informe geológico de la zona geotérmica de "El Chcihonal" Chiapas"*, Comisión Federal de Electricidad, Morelia, Mich., México, pp 38.

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES, (1990), *"El comportamiento humano en caso de desastre"*, En: La prevención de los desastres en México, Fascículo 1 (enero), México.

Cruz, J., (2003), *"Estudio y clasificación de riesgos y vulnerabilidad de los asentamientos de la Sierra Santa Catarina, Delación Iztapalapa, D.F."* Tesis Licenciatura- UNAM, México.

Cuevas A. y Ceballos, E., (2001), *"Información a las comunidades. La clave en la mitigación del riesgo volcánico*", En: Macías, J.M. "Reubicación de comunidades humanas. Ente la producción y la reducción de desastres", Universidad de Colima, México, pp 237-250.

Cutter, S. L. (1996), *"Vulnerability to environmental hazards"*, Progress in Human Geography, Columbia, USA.

Dacy, D., y Kunreuther, H., (1969), "*The Economics of Natural Disasters",* New York, Free Press.

Damon, P. and Montesinos, E., (1978), *"Late Cenozoic volcanism and metallogenesis over an active Benioff Zone in Chiapas, Mexico"*, Arizona Geological Society Digest, num. 11 pp 155-168

De la Cruz Reyna, S., (1986), *"Tacaná (México/Guatemala): Local seismicity continues",* SEAN Bull., 11, 2, pp 4-5

De la Cruz Reyna, S., (1986b), *"Tacaná (México): Earthquake swarm then small phreatic eruption"*, SEAN Bull., 11, 4, 14.

De la Cruz, Reyna S. y Ramos, J.E., (1995), *"Definición y clasificación de calamidades de origen volcánico y sus efectos",* Volcanes, Secretaria de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil, CENAPRED.

Dominey-Howes Dale and Minos-Minopoulos Despina, (2004), *"Perceptions of hazards and risk on Santorini"*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, pp 1-26

Duffield, W.A., Bacon, C.R. and Rocquemore, G.R., (1982), *"Huge landslide blocks in the growth of Piton de la Fournaise, La Reunion, and Kilauea volcano, Hawaii"*, J. Volcanol. Geotherm. Res., num.12, pp 147-160.

Espíndola, J.M., Macías, J.L., Tilling, R.I. and Sheridan, M.F. (2000), *"Volcanic history of El Chichón Volcano (Chiapas, Mexico) during the Holocene, and its impact on human activity*", Bull Volcanol Vol. 62, pp 90-104.

Espíndola J.M., Macías J.L., Godínez M.L. y Jiménez Z., (2002), *"La erupción de 1982 del volcán Chichonal, Chiapas, México"*, En: Lugo, J. e Inbar, M (Edis.) "Desastres Naturales en América Latina" Fondo de Cultura Económica, México, pp 37-65

Espíndola, V.H., (1996), *"Sismicidd asociada a la zona de subducción en Chiapas*", Tesis de Maestría en Ciencias, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada aja California, México.

Fisher, R.V. y Schmincke, H., (1984), *"Pyroclastic rocks",* Springer-Verlag, New York, pp 472

Flores, P., (2002), "*Inestabilidad de las laderas y riesgos asociados en Teziutlán, Puebla",* Tesis Licenciatura-UNAM, México.

García-Palomo, A., Macías, J.L., and Espíndola, J.M., (2004), "*Strike-slip faults and K-Alkaline volcanism at El Chichón volcano, southeastern Mexico*", Journal of Volcanology and Geothermal Research, 136: 247-268.

García-Palomo, A., Macías J.L., Arce J.L, Mora, J.C., Hughes, S., Saucedo, R., Espíndola, J.M., Escobar, R., and Layer, P., (2005), "*Geological evolution of the Tacaná Volcanic Complex, Mexico-Guatemala*", GSA Special Paper "Natural Hazards in Central America"

García, A., (1993), *"Análisis geomorfológico de la distribución de riesgos naturales en la Delegación Cuajimalpa de Morelos, D.F.",* Tesis Licenciatura-UNAM.

García-Pelayo y Gross, (1976), "*Pequeño Larousse"*, México.

Gavilanes, J.C., Saucedo, R., Ceballos, G., Valdovinos, A. y Cortés, A., (1997), *"¿Cuáles son los peligros del Volcán de Colima?"*, Universidad de Colima

González-Salazar, A., (1973), *"Informe geológico de la zona geotérmica de "El Chcihonal" Chiapas"*, Comisión Federal de Electricidad, México.

Gómez, A. y Zamorano, J., (2002), *"El Popocatépetl ("cerro que humea"), pasado y presente"*, En: Lugo, J. e Inbar, M (Edis.) "Desastres Naturales en América Latina" Fondo de Cultura Económica, México, pp 103-122

Gregg C.E., Houghton B.F., Johnston D.M, Paton D., and Swanson D.A., (2003), *"The perception of volcanic risk in Kona communities from Mauna Loa and Hualalai volcanoes, Hawaii"*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, pp 1-18.

Hansen, A., (1984), *"Landslide hazard analysis",* In: D. Brunsden and D.B. Prior (eds) Slope Inastability. Chichester: John Wiley & Sons. pp 523-602

Hernández, Y., (2004), *"Percepción de riesgo volcánico y estrategias de afrontamiento de habitantes de zonas rurales y urbanas entorno al Popocatépetl",* Tesis-UDLA, México.

Houghton, B.F., Latter, J.H. and Hackett, W.R., (1987), *"Volcanic hazard assessment for Ruapehu composite volcano, Taupo volcanic zone, New Zealand"*, Bull. Volcanol., 49 pp 737-751

INEGI, (1994), *"Anuario Estadístico del Estado de Chiapas"*, México

INEGI, (2000), *"XII Censo General de Población y Vivienda",* México

Instituto de Geofísica, (1983),*"El volcán Chichonal",* Ponencias presentadas en el Simposio sobre el Volcán Chichonal durante la VI Convención Geológica Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana, Instituto de Geología, UNAM, México, DF.

Jiménez Z, Espíndola, V.H and Espíndola, J.M., (1999), "*Evolution of the seismic activity from the 1982 eruption of el Chichon volcano, Chiapas"*, Mexico, Bulletin of Volcanology, 61: 411-422.

Johnston D.M., Bebbington M.S., Lai C.D., Houghton B.F and Paton D., (1999), *"Volcanic hazard perceptions: comparative shifts in knowledge and risk"*, Disaster Prev. Manage 8, pp 118-126

Johnston D.M., Hougton B.F., Neall V.E., Ronan K.R., and Paton D., (2000), *"Impacts of the 1945 and 1995-1996 Ruapehu eruptions, New Zealand: An example of increasing societal vulnerability"*, Bulletin of Geological society of America, Vol. 112 N° 4-6 pp 720-726

Kates, R.W. and Kasperson, J. (1983),*"Comparative risk analysis of technological hazards",* Proccedings of National Academic of Science, USA, 80, pp 7027-7038

Lavell, A., (1992), *"Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso"*, En Memoria del Seminarios de Desastres Naturales, Sociedad y Protección Civil, Comecso, México.

Lomnitz C., (1999), *"Temblores",* Edi. CONACULTA, México.

López-Vázquez, E., Marván, M., Peyrefitte, A., and Flores-Espino, F., (2005), *"Risk perception, stress and doping strategies adopted to face a volcanic risk",* Universidad de las Américas-Puebla.

Lugo, J. e Inbar, M., (2002), *"Desastres Naturales en América Latina",* Edi. Fondo de Cultura Económica, México, pp 9-33

Macías, J.L., Carrasco, G., Delgado, H., Del Pozzo, A.L., Siebe, C., Hoblitt, R., Sheridan M.F. and Tilling, R.I., (1995), *"Mapa de peligros volcanicos del Popocatépetl",* Publicación especial del Instituto de Geofísica, UNAM. Junio.

Macías, J.L., Sheridan, M.F. and Espíndola, J.M., (1997), *"Reappraisal of the 1982 Eruptions of El Chichon volcano, Chiapas, Mexico: New data from the Proximal Deposits"*, Bulletin of Volcanology, 59 (6): 459-471.

Macías, J.L., Bursik, M.I., Espíndola, J.M., and Sheridan, M.F., (1998), *"Development of coarse-lithic-concentration zones in the 1982 block-and-ash flow deposits at El Chichon Volcano, Mexico",* Journal of Volcanology and Geothermal Research, 83: 173-196.

Macías, J.L., Espíndola, J.M., García-Palomo, A., Scott, K.M., Hughes, S., and Mora, J.C., (2000), *"Late Holocene Peléan style eruption at Tacaná Volcano, Mexico–Guatemala: Past, present, and future hazards"*, Bulletin of the Geological Society of America, 112 (8): 1234-1249.

Macías, J.L., Arce, J.L., Mora, J.C., Espíndola, J.M., Saucedo, R., and Manetti, P., (2003), *"A 550-year-old Plinian eruption of el Chichón volcano, Chiapas, Mexico: Explosive volcanism linked to reheating of a magma reservoir"*, J. Geophys. Res., 108 (B12), 2569.

Macías, J.M., (1992), *"El significado de la vulnerabilidad social frente a los desastres"*, en Revista Mexicana de Sociología, UNAM, México, núm. 4.

Macías, J.M., (1999), *"Desastres y protección civil. Problemas sociales, políticos y organizacionales",* México: Antropologías, CIESAS

Martín, A.L., Fonseca, R. y Barrera, D., (2002), *"El volcán de Colima, la erupción de 1913"*, En: Lugo, J. e Inbar, M (Edis.) "Desastres Naturales en América Latina" Fondo de Cultura Económica, México, pp 37-65

Maskrey, A., (1993), *"Los desastres no son naturales"*, Colombia, Tercer Mundo-La red.

Medina-Martinez, F., (1982), *"El volcán Chichón*", Geos, Boletín de la Unión Geofísica Mexicana, 2 , 4, pp 4-19.

Mena, M. y De la Cruz Reyna, S., (1986), *"Tacaná (México): Gas emisión continues but seismicity declines",* SEAN Bull., 11, 5, 3.

Mercado, R. y Rose, W.I., (1991*), "Reconocimiento geológico y evaluación preeliminar de peligrosidad del volcán Tacaná, Guatemala/México"*, Geofísica Internacional, Instituto de Geofísica, Vol. 31, N° 3-septiembre 1992 pp 205-237,

Molina-Berveyer, R., (1974), *"Informe geológico de la zona geotérmica de "El Chcihonal" Chiapas"*, Comisión Federal de Electricidad, México.

Mullerried F., (1951), *"La reciente actividad del volcán de Tacaná estado de Chiapas, a fines de 1949 y principios de 1950",* Instituto de Geología, UNAM, México.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), (1987), *"Manejo de emergencias volcánicas"*, México

Paton D., Millar M., and Johnston D., (2001), *"Community Resilience to Volcanic Hazard Consequences"*, Natural Hazards, Vol. 24 N° 1-3

Perry, R. y Montiel, M. (1996), *"Desastres y sociedad*", enero-junio, número 6, año 4.

Romero, G. y Maskrey, A., (1993), *"Como entender los desastres naturales",* En: Maskrey, A. (Edi), "Los desastres no son naturales", Colombia, Tercer Mundo-La Red. pp 1-7.

Salas, O., (1995), *"Estudio de riesgos naturales en la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo: Un enfoque geomorfológico",* Tesis Licenciatura-UNAM, México.

Salinas, A., (1994*), "Geomorfología de la Sierra de Guadalupe y riesgos naturales",* Tesis Licenciatura-UNAM, México

Scott, W., (1993), *"Los peligros volcánicos"*, En: Tilling, R. "Los peligros volcánicos", Organización Mundial de Observatorios Vulcanológicos, California, EE.UU.

Silva-Mora, L., (1983),"*La erupción del volcán Chichonal, Chiapas, México (una particularidad del volcanismo en México)",* En: Ponencias presentadas en el Simposio sobre el Volcán Chichonal durante la VI Convención Geológica Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana, Instituto de Geología, UNAM, México, DF.

Sapper, K., (1927), *"Vulkankunde"*, J. Engelhorns Nachf. Stuttgart.

SEGOB, (1989), *"Enciclopedia de los municipios de México",* Tomo IV (Chiapas), Centro Nacional de Estudios Municipales, 1987-1988, México, D.F.

SEGOB, (1993), *"Guía técnica para la implementación del Plan Municipal de Contingencias",* Secretaría de Gobernación, México.

Siebe, C., Abrams, Macías, J.L., and Obenholzner, J., (1996), *"Repeated volcanic disasters in Prehispanic time at Popocatépetl, Central Mexico: Past key to the future?",* Geology, Vol. 24, No. 5, p. 399-402, Geological Society of America, Boulder, Colorado.

Sigurdsson, H., Carey, S. and Espíndola, J., (1984), *"The 1982 eruption of El Chichón volcano, Mexico: Stratigraphy of pyroclastic deposits"*, Journal of Volcanology, num. 49, pp 467-488.

Simarski, L.T., (1992), *"Volcanism and Climate Change",* AGU Special Report, American Geophysical Union, Washington, D.C.

Sorkin, A., (1982), *"Economic Aspect of Natural Hazards",* Lexington MA, Heath-Lexington Publishers.

Sparks, R., (1986), *"The dimensions and dynamics of volcanic eruption columns",* Bull. Volcanol., 48, pp 3-15.

Tanguy, J., Ribiere, Ch., Scarth, A. and Tjetjep, W., (1998), *"Victims from volcanic eruptions: a revised database",* Bulletin of volcanology, Vol. 60 Num. 2, pp. 137-144.

Tamayo y Tamayo, M., (1998), *"El Proceso de La Investigación Científica",* Edi. Megabyte, México

Tilling, R. I., (1993), *"Los peligros volcánicos",* Organización Mundial de Observatorios Vulcanológicos, California, EE.UU.

Torres, F., (2003), "*Análisis de la distribución de zonas de riesgo socio-naturales en la Magdalena Contreras"*, Tesis Licenciatura-UNAM, México.

USGS, (2000), *"¿Cuáles son las Amenazas o Peligros Volcánicos?"*, USGS Fact Sheet 144-00

Voight, B., Young, R.,Hidayat, D., Ubandro, Purba, Winata, M., Ratdomopurbo, A., Suharma, Panut, Sayudi, D., LaHusen, R., Marso, J., Muray, T., Dejean, M., Iguchi, M. and Ishihara, K., (2000), *"Deformation and seismic precursors to dome-collapse and fountain-collapse nuées ardents at Merapi Volcano, Java, Indonesia 1994-98",* Journal of Volcanology and Geothermal Research, vol. 100, pp 261-282.

Wallace, A., (1956), *"Human Behavior in Extreme Situations",* Washington D.C., National Academy of Sciences Press.

Wilson, C., (1984), "*The role of fluidization in the emplacement of pyroclastic flows, 2: Experimental results and their interpretation",* J. Volcanol. Geotherm. Res., 20, pp 55-84

Wright, J., Smith A. and Self, S., (1980), *"A working terminology of pyroclastic deposits",* J. Volcanol Geotherm Res., 8 pp 315-336.