

LA GESTIÓN PREVENTIVA Y REACTIVA DE RIESGOS, PARA AFRONTAR UNA POSIBLE ERUPCIÓN DEL VOLCÁN COTOPAXI, POR PARTE DEL COE DEL GOBIERNO MUNICIPAL DE RUMIÑAHUI

José Bolívar Córdova y Juan C. Polo

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

*Autor de correspondencia: jose_bolivar_cordova@hotmail.com

Recibido: 2 de septiembre de 2017 / Aceptado: 30 de septiembre de 2017

RESUMEN

El Valle de los Chillos desde muchos años atrás, se ha convertido en uno de los sectores de mayor crecimiento poblacional y polo de desarrollo, fundamentalmente por la construcción de centros comerciales, institutos de educación, industrias y residencias debido a la cercanía y la ubicación a una altura menor que la ciudad de Quito, ofrece un clima agradable con menor contaminación ambiental y proximidad a fuentes de agua termal; la población de Sangolquí se encuentra a una distancia de 40 Km. del volcán Cotopaxi y del análisis geográfico se determina que en caso de erupción o desprendimiento de lahares del volcán, en un tiempo aproximado de 62 minutos, llegarán a la población de Sangolquí, haciendo uso de los cauces de los Ríos Pita y Santa Clara, los mismos que a su paso irán arrasando lo que encuentren. Frente a este escenario la presente investigación está orientada a identificar las vulnerabilidades y los riesgos, para cuantificarlos y de alguna manera mitigarlos, mediante la implementación de medidas de prevención y reacción; una vez que se ha identificado la magnitud de los riesgos y la falta de un modelo de gestión adecuado para afrontar la eventualidad señalada. La presente investigación constituye un verdadero aporte en beneficio de la colectividad del cantón Rumiñahui y un insumo para la gestión de las autoridades del GAD-Rumiñahui y el COE cantonal, que tienen que afrontar cualquier contingencia en su territorio con los recursos que al momento disponen.

Palabras claves: gestión de riesgos, prevención, reacción, volcán cotopaxi, cantón rumiñahui

ABSTRACT

Valle de los Chillos has become one of the fastest-growing sectors of the population and center of development, mainly because of the construction of shopping centers, high schools, factories and residences. Due to its smaller altitude than Quito, it offers a pleasant climate with less environmental pollution and proximity to sources of thermal water. The population of Sangolquí is located 40 km away from the Cotopaxi volcano and the geographic analysis determines that in case of eruption or detachment of lahars from the volcano, it will take only 62 minutes until they reach the city of Sangolquí. The lahars will travel through of the stream beds of the Pita and Santa Clara Rivers destroying everything in its path. With this scenario, the present research is oriented to identify and calculate the vulnerabilities and risks, and to mitigate them through the implementation of prevention and reaction measures; once the magnitude of the risks has been identified and the lack of adequate management model to face it. This research is a real contribution for the benefit of the community of the Rumiñahui canton and an input for the management of the authorities of the GAD-Rumiñahui and the cantonal COE, who have to face any contingency within their territory with the current resources they have.

Keywords: risk management, prevention, response, cotopaxi volcano, cantón rumiñahui

INTRODUCCIÓN

Desde 1980 se han realizado varios estudios sobre el volcán Cotopaxi, exclusivamente por vulcanólogos, geólogos y glaciólogos, lo que permite llegar a conocer el contexto geológico, la historia del volcán, los posibles fenómenos eruptivos y las amenazas relacionadas. Las erupciones de este volcán evidencian la producción de flujos piro clásticos, caída de ceniza, y lahares flujos de lodo y escombros ligados al derretimiento del casquete glaciar durante una erupción, los cuales han destruido varias zonas pobladas a su paso. Los lahares son los fenómenos volcánicos más amenazantes porque pueden afectar tanto áreas próximas como distantes del volcán, en cuyo radio de alcance esta la parroquia de Sangolquí, con un alto índice poblacional central y sus zonas aledañas. (Barberi et al, 1995).

Los eventos catastróficos ocurridos en Latinoamérica y en Ecuador por la situación geográfica de esta zona, las diferentes placas tectónicas que atraviesan en su interior, el llamado Cinturón de fuego a lo largo del Pacífico, convierten a esta franja en un lugar con riesgo extremo. La naturaleza no se puede cambiar, peor aún intervenir o predecir los eventos a ocurrir, pero si se puede minimizar los daños que pudieran causar con una planificación previa, educación y capacitación para minimizar los riesgos que puedan ocasionar las amenazas.

Históricamente la ocurrencia ha estado caracterizada por incipientes esfuerzos de predicción y muy pocas acciones orientadas a la prevención; mientras tradicionalmente la principal preocupación se ha centrado en una efectiva reacción posterior a los daños causados sobre el medio y la vida humana.

El volcán Cotopaxi es uno de los volcanes activos más altos del mundo, su forma cónica, simétrica casi perfecta, se eleva hasta una latitud máxima de 5.897 m sobre el nivel del mar, la topografía circundante varía entre los 3.000 a 4.000 m de altitud, posee un diámetro basal de 22 Km y en su cima existe un cráter de forma ligeramente elíptica de 800 m x 650 m cubierto por hielo y dentro de éste, otro más pequeño de 250 m de diámetro en forma de embudo y de 125 m de profundidad.

La actividad Histórica registrada se la resume en los siguientes períodos:

1532 – 1534

II. 1742 – 1747

III. 1803 – 1840

IV. 1844 - 1886, flujos piroclásticos y lahares

V. 1903 – 1914, explosivas flujos piroclásticos y lahares

VI. 1975, de la actividad fumarolita y sísmica (Hall M. et. al 1977)

De varios estudios realizados, se estima que el volcán ha tenido por lo menos 41 erupciones importantes durante los últimos 2400 años; especialmente la erupción del 26 de junio del año 1877, misma que fue catastrófica, acompañada por grandes columnas y nubes de ceniza; esto causó fusión del hielo y nieve del cono, lo que produjo un gran volumen de agua, que bajó de los flancos, llevando mucho material piro clásticos suelto e iniciando enormes lahares.

Los lahares fluyeron hacia el norte por el río Pita, hasta Sangolquí y por el Río Guayllabamba al Océano Pacífico, llegando a Esmeraldas en 18 horas. La ceniza cayó principalmente al Noreste (Machachi, Quito), al Oeste sobre el valle del río Cutuchi, y al sur oeste hasta Guayaquil. Esto implica que el volcán ha erupcionado en el pasado con una aparente frecuencia de 59 años como promedio (HALL M. 1977).

Durante el próximo periodo eruptivo se debe esperar que por lo menos un lahar de importancia se movilice por las cuencas hidrográficas que rodean el volcán, por lo tanto, se debe considerar como áreas de máximo peligro para la población y máximo riesgo para las obras civiles, a todas las márgenes de los ríos que nacen del Cotopaxi: Pita, San Pedro, Santa Clara, Cutuchi; Tambo, Verdeyacu, así como también los ríos Guayllabamba, Esmeraldas, Patate, Pastaza, Jatunyacu y Napo. (Almeida E. 1995).

Sin lugar a dudas, el volcán Cotopaxi es el que más peligro conlleva especialmente a las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Tungurahua, Napo, Esmeraldas y Pastaza, cuya erupción traería como consecuencia grandes pérdidas económicas, así como la destrucción de bienes y recursos materiales a lo largo de las cuencas hidrográficas nacientes de los flancos del volcán.

Una evaluación de los riesgos volcánicos del Cotopaxi, indica que el mayor riesgo en una futura erupción consistiría en grandes flujos de lodo (lahares) producidos por el deshielo de la nieve que descenderán del volcán por las vertientes naturales y también caída de ceniza, especialmente sobre la región este y oeste del volcán. Flujos piro clásticos y nubes de ceniza asociada y flujo de lava llegarán a regiones donde no existen poblaciones.

A esta realidad geográfica topográfica y sísmica, se suma la falta de un plan de prevención con protocolos de acción para cada una de las alertas, en caso de una eventual erupción del volcán Cotopaxi por parte del COE cantonal. Otro factor que incrementa el riesgo para las personas, es el desconocimiento de la verdadera amenaza que representa el volcán, por lo que, el Departamento de Gestión de Riesgos del GAD-Rumiñahui, debe emprender una campaña de sociabilización de la amenaza y realizar simulacros en las diferentes alertas, para preparar a la población y en lo fundamental mitigar los riesgos.

La investigación se desarrolló en el cantón Rumiñahui con su cabecera cantonal Sangolquí y es uno de los ocho cantones que integran la provincia de Pichincha, que está ubicado en el Valle de los Chillos, al sur de la ciudad de Quito y se encuentra entre los siguientes límites: **Al Norte:** Distrito Metropolitano de Quito; su límite natural es el Río San Pedro y se encuentran unido por la Autopista General Rumiñahui principal medio de circulación a la ciudad de Quito. **Al Sur:** Cantón Mejía y el Cerro Pasochoa. **Al Este:** Distrito Metropolitano de Quito, con las parroquias

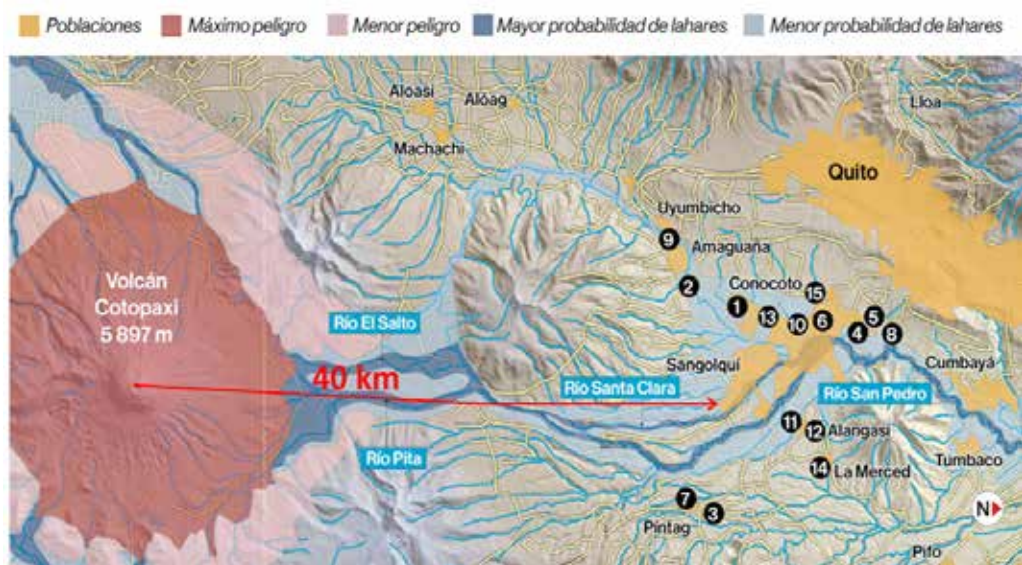


Figura 1: Distancia desde el volcán Cotopaxi al cantón Rumiñahui

de Alangasí y Pintag, el límite natural es el río Pita. **Al Oeste:** Distrito Metropolitano de Quito con las parroquias Amaguaña y Conocoto, el límite natural es el río San Pedro.

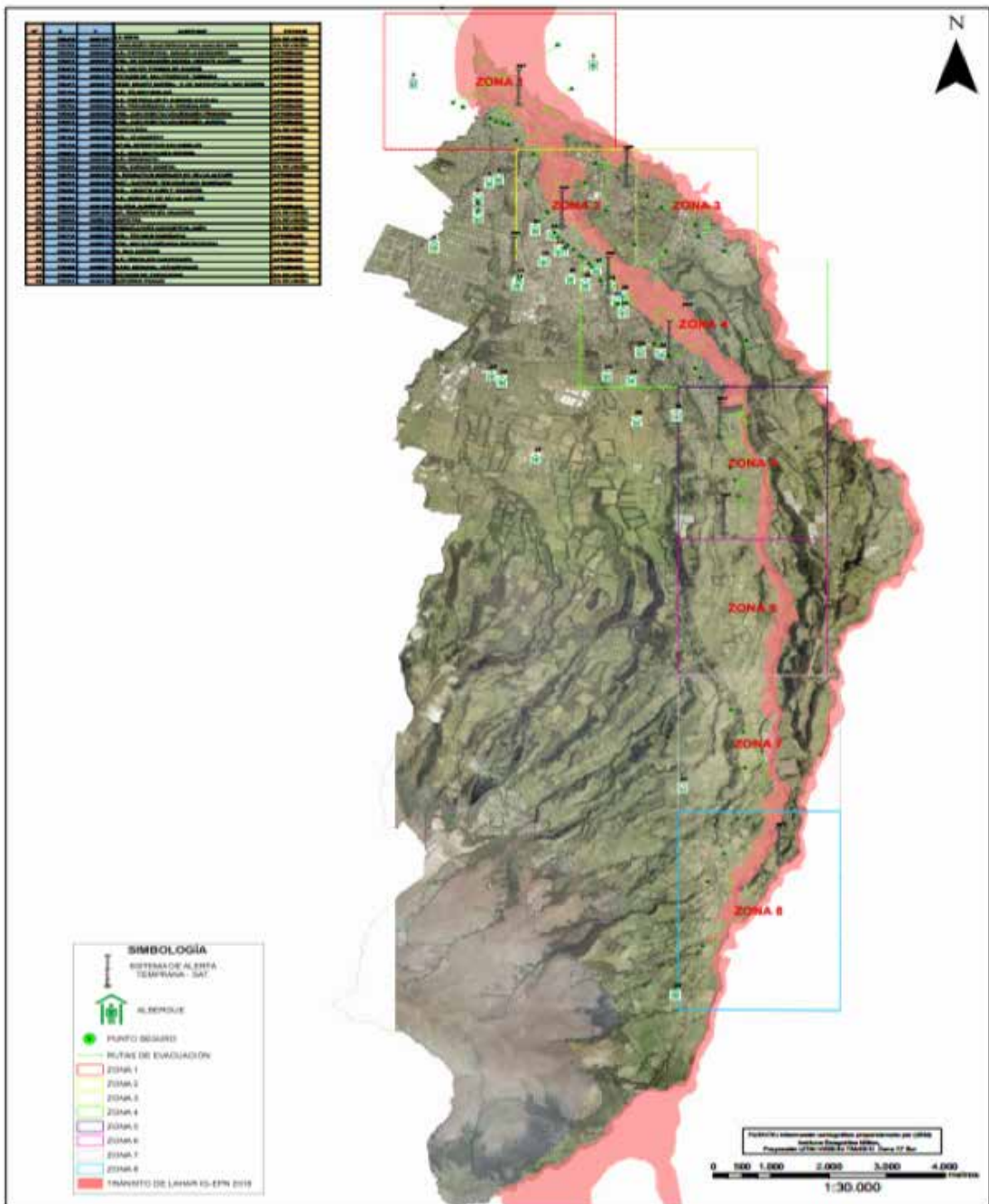


Figura 3: Zonas de la población en Riesgo del cantón Rumiñahui. Fuente: Gestión de Riesgos, GAD-Rumiñahui

Tabla 2: Identificación de Sectores de Mayor Riesgo.

Zona	Localidad	Peligros asociados	No. Familias
No. 1	<ul style="list-style-type: none"> • Colegio Farina • El Triángulo • Urbanización Roble Antiguo • Urbanización Chiriboga • Condominios San Rafael • Conjunto El Remanso • Sector San Rafael • Conjunto Valle Verde 	Inundaciones Lahares Caída de ceniza	2000
No. 2	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización San Luis • Urbanización Yaguachi • Conjunto Alborada • Barrio Santa Bárbara • Centro Comercial River Mall • Av. Luis Cordero • Redondel del Aguacate 	Inundaciones Lahares Caída de ceniza	1500
No. 3	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio El Progreso • Av. Luis Cordero • Empresa Eléctrica • Hospital Sangolquí • Destacamento de Policía • Redondel El Choclo 	Inundaciones Lahares Caída de ceniza	1000
No. 4	<ul style="list-style-type: none"> • Conjunto San Nicolás • Conjunto El Valle • Conjunto Aguirre Ayala • Hogar de Ancianos Vilcabamba • Urb. La Colina (Parte Baja) • Ciudadela el Ejercito • Comuna Cashapamba 	Inundaciones Lahares Caída de ceniza	1000
No. 5	<ul style="list-style-type: none"> • Redondel del Choclo • Barrio La Florida • Av. Juan de Salinas • Barrio los Pinos • Urb. Carlos Olmedo Andrade • Urbanización Los Jardines • Urbanización MAG 	Inundaciones Lahares Caída de ceniza	800
No. 6	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización Copedac • Barrio Selva Alegre • Conjunto Alcántara • Capilla Chillo Compañía • Fabrica Enkador 	Inundaciones Lahares Caída de ceniza	1200
No. 7	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio Carlos Gavilanes • Barrio San Fernando • Central Hidroeléctrica Los Chillos 	Inundaciones Lahares Caída de ceniza	1500
No. 8	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio Tanipamba • Plantación Río Páramo • Barrio El Vallecito • Barrio Rumipamba • Hacienda Santa Rita 	Inundaciones Lahares Caída de ceniza	500

Fuente: GAD-Rumiñahui, actualizado enero 2017

Tabla 3: Aproximación del número de personas afectadas. Fuente: INEC, Octubre 2010

ZONAS	FAMILIAS	PERSONAS
ZONA 1	450	2250
ZONA 2	126	630
ZONA 3	60	300
ZONA 4	75	350
ZONA 5	100	500
ZONA 6	600	3000
ZONA 7	160	800
ZONA 8	50	500
TOTALES	1621	8330

El Cantón Rumiñahui tiene una población residente de aproximadamente 85.852 habitantes, con una densidad de 625 habitantes por Km², a esto se suma una población flotante, que realiza sus actividades académicas, laborales, judiciales, agrícolas y de comercio formal e informal en la cabecera cantonal Sangolquí, que producen congestión por circulación vehicular en horas pico. (Datos INEC 2010 con proyección al 2016)

Por lo mencionado anteriormente es de suma importancia realizar una investigación que guarde relación con los protocolos de actuación y los recursos humanos, materiales y logísticos que el COE cantonal dispone, para enfrentar una contingencia en las diferentes alertas, en caso de una eventual erupción del volcán Cotopaxi, la razón o importancia de este estudio no es hacer algo por sentido común, la importancia radica en adoptar medidas de prevención ante los acontecimientos o eventos que pueden surgir en cualquier momento en forma inesperada, la implementación de medidas o la articulación de los protocolos entre los actores de las mesas de trabajo en territorio, ayudarán considerablemente a reducir costos y pérdidas de vidas humanas con solo socializar estos temas con la población.

Un alto porcentaje de la población ubicada en las zonas de riesgo, desconoce cómo actuar en caso de producirse desprendimiento de grandes masas de hielo o lahares, información que no ha sido socializada, porque la oficina de Gestión de Riesgos del Municipio del cantón Rumiñahui, al momento no dispone de un Plan Integral de Contingencia en el que debe incluir:

- a. Identificación, análisis, cuantificación de los riesgos, mediante métodos científicos como el Mósler.
- b. Identificación de las zonas de mayor riesgo.
- c. Activación de los albergues con los recursos necesarios, para que acuda la ciudadanía.
- d. Actualizar la señalética tanto horizontal como vertical, para dirigirse al área segura.
- e. Conformación de brigadas de emergencia para que colaboren en el proceso de evacuación y ayuda a la ciudadanía.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El Cantón Rumiñahui y la población de Sangolquí han estado expuestos a riesgos de origen natural generados por el volcán Cotopaxi, el mismo que en el pasado ha afectado con lahares, lava y caída de ceniza; y, en los últimos años de acuerdo al monitoreo del IG-EPN ha registrado cambios con tendencia a incrementar la actividad.

El 27 de mayo de 2016, el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, luego de analizar los parámetros de monitoreo, determinó que el volcán Cotopaxi, ha mostrado cambios tendientes al incrementar su actividad con más de 180 eventos. Así, en el mes de mayo del 2016. Se registraron 3000 eventos incluyendo 9 vulcano tectónicos, de los 2220 de largo periodo (LP), 36 de tipo híbrido (HB), estos eventos son considerables con respecto al mes de abril que de registraron 628. (IG-EPN)

El 02 de junio del año 2016 según el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, se registró eventos de largos periodos, relacionados con fluidos de magma al interior del volcán, este particular se ha incrementado durante el mes de julio del 2016. (SGR. Ecuador Julio 2016).

Las proyecciones y los monitoreos realizados a partir del mes de julio del año 2016, siguen en aumento con mayores evidencias sismos sentidos, pluma de gas continua, olor a azufre, ruidos, incremento de caudal de quebradas, con aguas lodosas, en este periodo pueden ocurrir explosiones freáticas. (IG-EPN)

El volcán Cotopaxi se caracteriza por ser un estratovolcán activo localizado en la Cordillera de Los Andes del Ecuador, con una historia de actividad relativamente larga, su grado de peligrosidad radica en los fenómenos volcánicos asociados al mismo y la probabilidad de mayor afectación es para las poblaciones asentadas en las cercanías del volcán, para este caso específico la población de Sangolquí y zonas aledañas del Cantón Rumiñahui. Por lo que la presente investigación servirá como un insumo, para que el GAD- Rumiñahui a través del COE cantonal pueda contrarrestar los efectos negativos que ocasione esta amenaza en la población, infraestructura, sistema vial, la producción y los servicios básicos.

UNIDAD EJECUTORA DEL PROYECTO

La institucionalidad para la gestión de riesgos en los diferentes ámbitos territoriales y administrativos tanto en el sector público como en el privado está en formación. La Secretaría de Gestión de Riesgos es el ente rector, cuya misión es liderar el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, para garantizar la protección de personas y colectividades de los efectos negativos que causan los desastres de origen natural o antrópico, mediante la generación de políticas, estrategias y normas que promuevan capacidades orientadas a identificar, analizar, prevenir y mitigar riesgos en eventos adversos; así como para recuperar y reconstruir las condiciones sociales, económicas y ambientales afectadas por eventuales desastres.

Sin embargo con el objetivo de dar cumplimiento al Art. 390 de la Constitución, la Dirección de Seguridad Ciudadana y Riesgos del GAD-Rumiñahui, acogiendo la solicitud del maestrante José Bolívar Córdova, del Programa de Maestría en Gerencia en Seguridad y Riesgos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, autoriza para que el mencionado pueda desarrollar como requisito de graduación la investigación con el tema: “La Gestión Preventiva y Reactiva de Riesgos, para afrontar una posible erupción del volcán Cotopaxi, por parte del COE del Gobierno Municipal de Rumiñahui”. Esta aprobación considera que a la par de solucionar un problema, se da cumplimiento a lo que determina la Constitución, al Plan Nacional del buen Vivir y servirá como una guía de actuación en un momento dado, luego de la validación y sociabilización de la presente investigación con la población.

ESTADO DEL ARTE

El 13 de noviembre de 1985 el cráter Arenas de la cadena volcánica Nevado del Ruiz, entró en erupción sepultando a 25.000 pobladores de Armero, un pueblo agrícola de los Andes colombianos. En esa noche se generó la mayor tragedia natural en toda la historia del país: Armero desapareció y el 90% de sus 25.000 habitantes murieron sepultados 200 kilómetros al oeste de Bogotá.

El volcán se hallaba apagado desde 1845, y su última actividad volcánica de magnitud se había producido cuatro siglos atrás. En los días anteriores, los geólogos habían anunciado que el deshielo que se produciría al entrar en erupción el volcán, podría tener graves consecuencias. En efecto, el calentamiento provocado por las emanaciones de gases y cenizas del volcán originó el deshielo de los glaciares que coronaban el cráter del Nevado. Las cenizas del volcán fundidas con el hielo, conformaron torrentes de lodo y rocas que aplastaron al asentamiento ubicado en el valle, por donde se encauzó la corriente. El lodo se solidificó sepultando a los sorprendidos pobladores. Como una tromba apocalíptica, más de 350.000 metros cúbicos de lodo, rocas, árboles y animales aumentaron paulatinamente el caudal de esa masa que se inició a 5.400 metros de altura sobre el nivel del mar, descendió por la cordillera andina, arrastró todo a su paso y llegó a los llanos del departamento del Tolima. (<http://historiaybiografias.com>, 2017)

La erupción de 1877 del Cotopaxi empezó con ceniza, la gente se acostumbró y se descuidó. Entre el 25 y el 26 de junio de 1877, hace 140 años, las regiones aledañas al volcán Cotopaxi empezaron a vivir la última erupción fuerte del nevado, que duró hasta 1880. En aquella ocasión, seis meses antes del 25 de junio, ya se registraron muestras claras de lo que luego provocaría la erupción. En abril se observó un inicio de explosión con incandescencia en el cráter y un poco de ceniza, recuerda una crónica de Diario El Universo. Pero, la explosión más importante se produjo



Figura 5: Erupción de volcán Nevado de Ruiz. Fuente: <https://10lmlvolcanoes.wikispaces.com>, 2017

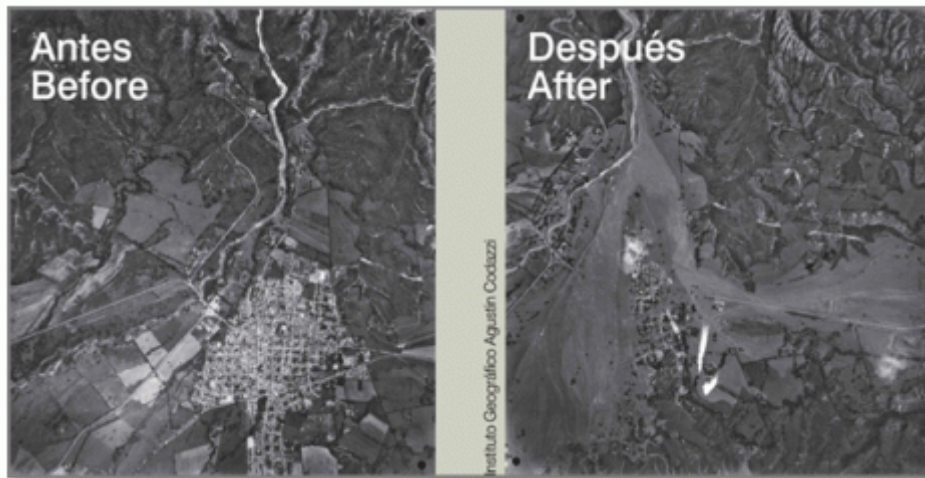


Figura 6: Ciudad de Armero, antes y después de la erupción. Fuente: <https://www.elpensante.com>, 2017

el 25 después del mediodía. En la tarde, grandes columnas de ceniza se hicieron visibles y al día siguiente los pobladores evacuaron las zonas de peligro en medio de una columna de ceniza de 8 kilómetros de altura. Los sitios afectados fueron Latacunga, el Valle de los Chillos y las regiones occidental y noroccidental del volcán. Horas después, la ceniza llegó a Quito y ensombreció la tarde; mientras que entre el 27 y 28 de junio la ceniza alcanzó a Manta y a Guayaquil. La erupción del 26 de junio de 1877 (Texto: IG) Desde principios de 1877, el Cotopaxi había empezado nuevamente a presentar emisiones de ceniza y explosiones de tamaño pequeño a moderado. Para junio del mismo año, la actividad se había incrementado notablemente, tanto así que el día 26 se produjo una fase eruptiva de magnitud suficiente para formar flujos piroclásticos. Las descripciones de los hechos ocurridos en ese día, realizadas por Luis Sodiro (1877) y Teodoro Wolf (1878), hablan de “derrames de lavas” que se desbordaron desde el cráter del Cotopaxi.

Sin embargo, el fenómeno que ambos autores describen no corresponde a una “colada de lava”, sino más bien a “flujos piroclásticos”. Este tipo de confusión de términos es común en las descripciones antiguas, pero toda duda se despeja cuando existen descripciones detalladas de los fenómenos ocurridos y de sus depósitos, lo que es el caso en las reseñas de Sodiro y Wolf. Textualmente Wolf indicó que “la lava no se derramaba en una o algunas corrientes, sino igualmente en todo el perímetro del cráter, sobre el borde más bajo, así como sobre la cúspide más alta”. Wolf explica también que las lavas” fueron derramadas en un intervalo de tiempo de entre 15-30 minutos, y enfatiza que el fenómeno tuvo lugar de forma violenta, con una gran ebullición de las masas ígneas desde el cráter que rápidamente cubrieron todo el cono del Cotopaxi. Estas descripciones no dejan duda alguna de que los fenómenos ocurridos fueron flujos piroclásticos. Sin embargo, para ambos autores, los fenómenos más remarcables de los sucedidos el 26 de junio de 1877 fueron los lahares (flujos de lodo y escombros) que ocurrieron en los ríos Pita, Cutuchi y Tamboyacu, sobre todo por la gran destrucción que provocaron a todo lo largo de los tres drenajes. Ya en aquella época, ambos autores concluyeron que el origen de los lahares fue el súbito y extenso derretimiento que sufrió parte del glaciar del Cotopaxi al tomar contacto con los “derrames de lava” (flujos piroclásticos). Lo que vale resaltar es que, en la mayoría de los casos, los lahares fueron tan caudalosos que rebosaron fácilmente los cauces naturales de los ríos, provocando extensas inundaciones de lodo y destrucción en las zonas aledañas. Según Wolf, los lahares tuvieron velocidades tales que se tardaron algo más de media hora en llegar a Latacunga, poco menos de 1 hora en llegar al Valle de los Chillos, cerca de tres horas en llegar a la zona de Baños (Tungurahua) y cerca de 18 horas en llegar a la desembocadura del río Esmeraldas en el océano Pacífico.

Asombrado, Sodiro escribió que los lahares fluían con gran ímpetu “sin que nada pudiese [...] oponer algún dique a su curso destructor, ni siquiera presentarle la más mínima resistencia”. Finalmente, como en todas sus erupciones, el Cotopaxi también se produjo una importante lluvia de ceniza el 26 de junio de 1877. Este fenómeno ocurrió principalmente en las zonas que se encuentran al occidente y nor-occidente del volcán, debido a la dirección predominante de los vientos. Una de las poblaciones más afectadas por la lluvia de ceniza ese día fue Machachi, donde se depositó una capa de casi 2 cm de espesor. (<https://www.metroecuador.com.ec>, 2017)

“!!La peor desgracia de los pueblos es olvidar el pasado y repetir los errores cometidos!!”, lo dice un fragmento de las anécdotas del volcán Cotopaxi escritas por Sodiro (1877) y Wolf (1878), quienes realizaron una prolija descripción del evento, al igual que de los daños causados y que entre otras cosas refieren que: “.. Eran inmensos raudales de agua con enormes masas de hielo, lodo, piedras y peñascos que con ímpetu inconcebible se precipitaban del cerro. A poco rato brotaban ya de las grandes quebradas del austro-occidental arrancando árboles, destruyendo casas y arrebatando consigo ganados, personas y cuanto encontraban en su curso...” (Sodiro, 1877).



Figura 8: Lahar secundario del volcán Cotopaxi, 13 de enero del 2016. Fuente: <http://www.elcomercio.com>

De las investigaciones realizadas se puede colegir, que las erupciones volcánicas al ser actividades impredecibles, sus efectos son devastadores, porque afectan directamente la infraestructura de una ciudad, los servicios básicos y causan pérdidas humanas por la expulsión de lahares, ceniza y lava.

Actualmente son más de 80.000 los habitantes del cantón Rumiñahui y la población está en aumento, la mayoría de construcciones se han implantado al borde de los ríos Pita, Santa Clara y San Pedro por donde se prevé recorran los lahares del Cotopaxi, esta población en riesgo se ubica en las parroquias de Alangasí, Conocoto, Guangopolo y Píntag en el Distrito Metropolitano de Quito, y en la parroquia de Sangolquí y Rumipamba en el cantón Rumiñahui. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo INEC, Octubre 2010),

Por mandato constitucional el Estado debe asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión. Para implementar este mandato la SGR promueve la transversalización de la gestión de riesgos en las herramientas de planificación y gestión de las distintas entidades y la formación de sus unidades de gestión de riesgos; asimismo, para fortalecer los mecanismos y prácticas de coordinación y complementariedad interinstitucional en los diferentes niveles territoriales, la SGR establece los Comité de Gestión de Riesgos (CGR)/ y los Comites de Operaciones de Emergencia (COE). Según su modelo de gestión, la SGR tiene tres objetivos estratégicos: Mitigar y reducir el nivel de riesgos ante amenazas naturales y/o antrópicas, Incrementar las capacidades institucionales y sociales para la gestión de riesgos, Incrementar la efectividad de las operaciones. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016)

MÉTODO Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS DEL RIESGO

Esta segunda fase tiene por objeto una vez definidos los riesgos, la determinación y cálculo de los criterios que posteriormente nos darán la evaluación del riesgo, el procedimiento a seguir consiste en la identificación de las variables y el análisis de los factores obtenidos de las variables y ver en qué medida influyen en el criterio considerado, los criterios o parámetros con valores numéricos entre 1 al 5 que interactúan entre sí por cada escenario son:

Función	F
Sustitución	S
Profundidad	P
Extensión	E
Agresión	A
Vulnerabilidad	V

Criterio de función (F)

Se valoran las consecuencias negativas o daños que pueden alterar o afectar de forma diferente la actividad normal de la población, la infraestructura y los servicios básicos, su escala de valoración es la siguiente:

La media aritmética de los resultados obtenidos en estas subdivisiones reflejará un número que indicará la graduación equivalente.

Tabla 6: Criterio de función (F).

Los daños a las personas ubicados en las zonas de riesgo pueden afectar		Los daños a los bienes en las zonas de riesgo puede afectar		La destrucción de los servicios básicos puede afectar	
Muy gravemente	5	Muy gravemente	5	Muy gravemente	5
Gravemente	4	Gravemente	4	Gravemente	4
Medianamente	3	Medianamente	3	Medianamente	3
Levemente	2	Levemente	2	Levemente	2
Muy levemente	1	Muy levemente	1	Muy levemente	1

Criterio de sustitución (S)

Esta referido al grado de dificultad que puede tenerse para sustituir los bienes, se considera cinco graduaciones su escala de valoración es la siguiente:

Tabla 7: Criterio de sustitución (S)

El bien a sustituir se puede encontrar en:		Para la reposición de infraestructuras dañadas deben realizarse:		Los trabajos de sustitución tendrán un plazo:	
El extranjero	5	Una obra general	5	Muy largo	5
El propio país	4	Una gran obra local	4	Largo	4
La región	3	Una obra normal	3	Corto	3
En la provincia	2	Una pequeña obra	2	Muy corto	2
La misma localidad	1	No necesita obra	1	Inmediato	1

La media aritmética de los resultados obtenidos en estas subdivisiones reflejará un número que indicará la graduación equivalente.

Criterio de profundidad (P)

Se valora la perturbación y los efectos psicológicos que puede producir el desastre en la población afectada y se valora según la siguiente escala:

Tabla 8: Criterio de profundidad (P)

Los daños en la población pueden causar perturbaciones:		Las pérdidas humanas de esta población pueden causar perturbaciones:		La imagen de los organismos de emergencia puede causar perturbaciones:	
Muy graves	5	Muy graves	5	Muy graves	5
Graves	4	Graves	4	Graves	4
Limitadas	3	Limitadas	3	Limitadas	3
Leves	2	Leves	2	Leves	2
Muy leves	1	Muy leves	1	Muy leves	1

La media aritmética de los resultados obtenidos en estas subdivisiones reflejará un número que indicará la graduación equivalente.

Criterio de extensión (E)

Referido al alcance que los daños o pérdidas pueden causar, su escala de valoración es la siguiente:

Tabla 9: Criterio de extensión (E)

El alcance de las repercusiones económicas puede ser:		El alcance de las repercusiones de los daños puede ser:	
Internacional	5	Internacional	5
Nacional	4	Nacional	4
Regional	3	Regional	3
Local	2	Local	2
Individual	1	Individual	1

La media aritmética de los resultados obtenidos en estas subdivisiones reflejará un número que indicará la graduación equivalente.

Criterio de agresión (A)

Se valora la posibilidad o probabilidad de que el riesgo se manifieste, su escala de valoración es la siguiente:

Tabla 10: Criterio de agresión (A)

Ubicación de las zonas de riesgo:		Medidas preventivas en las zonas de riesgo:	
En el centro de la ciudad	5	No existe	5
Edificios a su alrededor	4	Hace falta incrementar	4
Poco movimiento peatonal	3	Existe pero no funcionan	3
Con poca población	2	Existe pero desconocen	2
Zona despoblada	1	Si existe	1

La media aritmética de los resultados obtenidos en estas subdivisiones reflejará un número que indicará la graduación equivalente.

Criterio de vulnerabilidad (V)

Se valora la probabilidad de que se produzcan daños si el riesgo se manifieste, su escala de valoración es la siguiente:

Tabla 11: Criterio de vulnerabilidad (V)

Alarmas en las zonas de riesgo		Restricción a la circulación de personas	
No existe	5	Libre circulación	5
Existe pero no funcionan	4	Control solo visual	4
Funcionan a medias	3	Controlada por zonas	3
Hace falta incrementar	2	Restringida por zonas	2
Si existe y funcionan	1	Circulación restringida	1

La media aritmética de los resultados obtenidos en estas subdivisiones reflejará un número que indicará la graduación equivalente.

Evaluación del riesgo

Esta tercera fase tiene por objeto cuantificar el riesgo una vez que éste ha sido definido y analizado, el procedimiento considera tres aspectos a seguir que son:

Cálculo del carácter del riesgo C

Se refiere al resultado de sumar la Importancia del suceso (I) más los Daños ocasionados (D).

$$C = I + D$$

Dónde:

I. Importancia del suceso	$I = F \times S$
D. Daños ocasionados	$D = P \times E$

Cálculo de la probabilidad Pb

Se parte de los datos obtenidos y se multiplica el criterio de Agresión (A) por el criterio de (V).

$$Pb = A \times V$$

Cuantificación del riesgo considerado ER

Se obtiene multiplicando los datos resultantes del cálculo del carácter del riesgo (C) por los datos resultantes en el cálculo de la probabilidad (Pb).

Dónde: $ER = C \times Pb$

Cálculo de la clase del riesgo

El objeto de esta fase es clasificar el riesgo en función del valor obtenido en la evaluación del mismo, tabulando dicho valor que estará comprendido entre 2 y 1.250, con la siguiente escala:

Tabla 12: Matriz del Método Mósler evaluado
ANÁLISIS DE RIESGOS PARA LA POBLACIÓN DE SANGOLQUI

No.	TIPO DE RIESGO	ANÁLISIS DE RIESGO					EVALUACIÓN DE RIESGO					CLASE DE RIESGO	
		F	S	P	E	A	V	I	D	C	Pb		ERI
1	PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS	5	4	5	4	4	3	20	20	400	12	480	REDUCIDO
2	PÉRDIDA DE LA PRODUCCIÓN	5	4	4	4	4	5	20	16	320	20	720	NORMAL
3	DESTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA	5	5	5	5	5	5	25	25	625	25	1250	MUY ELEVADO
4	SUSPENSIÓN DE LOS SERV. BASICOS	5	5	4	5	5	5	25	20	500	25	1125	MUY ELEVADO

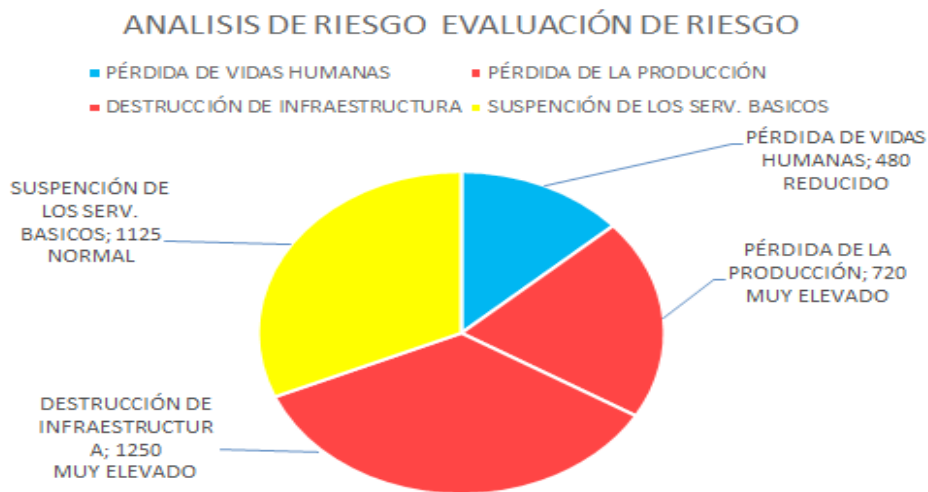


Figura 9: Análisis de riesgos para del cantón Rumiñahui

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los riesgos han sido identificados en la matriz del Método Mósler y el desconocimiento de una buena parte de la población en protocolos de actuación en las diferentes alertas de la misma manera identificadas en la encuesta, hace necesario y prioritario el desarrollo de un plan integral de gestión con protocolos de actuación tanto para la prevención como para la reacción, específicamente para el caso de una eventual erupción del volcán Cotopaxi.

El análisis se fortaleció con la utilización de instrumentos como los programas de Excel para la elaboración de cuadros, gráficos estadísticos y tabulación de resultados, que permitieron analizar de una manera cuantitativa la información y concurda con los objetivos de la investigación.

MÉTODO MÓSLER

La matriz del Método Mósler es el método principal que se ha incluido en esta investigación, en vista que la metodología para analizar los riesgos a los que están expuestas las personas y los bienes del área en estudio, permitió valorar de una manera cuantitativa los siguientes riesgos:

- Pérdidas de vidas humanas
- Destrucción de Infraestructura
- Suspensión de los servicios básicos
- Pérdida de la producción

La principal amenaza para los habitantes del cantón Rumiñahui, particularmente para la población ubicada en las 8 zonas de riesgo es el volcán Cotopaxi, ya que del estudio histórico y bibliográfico de los volcanes, la tendencia es que los mismos tienen un periodo de descanso y estadísticamente en un promedio de unos 100 años retoman la actividad, por existir el periodo de tiempo entre la última erupción y la fecha actual, la amenaza de que el volcán entre en actividad y afecte con caída de ceniza, objetos piroclásticos y/o lahares es alta e irreversible, por lo que debemos estar preparados y preparar a la población para responder de una manera eficiente con todos los recursos que el COE cantonal dispone y de esta manera minimizar sus efectos.

Encuestas

De la misma manera es importante recalcar la colaboración de la población en el desarrollo de las encuestas, ya que luego de la tabulación de resultados reflejaron que un alto porcentaje de los habitantes del cantón Rumiñahui, no conocen a plenitud la ubicación de las zonas de riesgo, creen que es necesario mantener en buen estado y visible la señalética para dirigirse a un lugar seguro y que el COE cantonal, debe realizar simulacros de evacuación a las zonas seguras o albergues por lo menos una vez al año, estos resultados nos permiten colegir, que tanto la población como los organismos de emergencia, no están preparados para responder de una manera eficiente en caso de una eventual erupción del volcán Cotopaxi.

Interpretación de resultados del método Mósler

La matriz del método Mósler facilitó la identificación de los riesgos de origen natural que se pueden generar en las zonas de riesgo del cantón Rumiñahui, en caso de una eventual erupción del volcán Cotopaxi de una manera cuantitativa, de tal manera que en los de mayor ponderación se deberá priorizar las medidas de prevención.

De acuerdo al análisis de riesgos de origen natural utilizando la metodología Mósler, se puede mencionar que toda la infraestructura y los servicios básicos ubicados en las zonas de riesgo del cantón Rumiñahui tienen una cuantificación MUY ELEVADO, por lo que, de materializarse una eventual erupción del volcán Cotopaxi, las consecuencias o daños serán catastróficas.

El riesgo de la pérdida de la producción luego del análisis, tiene una cuantificación NORMAL, en vista que algunas empresas e instituciones desarrollan su actividad en las zonas de riesgo y muy difícilmente se las puede reubicar a un lugar seguro.

El riesgo de pérdida de vidas humanas de acuerdo a la matriz tiene una cuantificación REDUCIDO, en vista que se están implementando medidas de prevención y de evacuación de la población ubicadas en las zonas de riesgo, capaz de poder minimizar sus efectos, mediante la capacitación y realizando simulacros para estos eventos.

Interpretación de resultados de la Encuesta

1. ¿Conoce usted las zonas de riesgo en caso de erupción del volcán Cotopaxi?
El 49% de los encuestados indican que si conocen las zonas de riesgo y el 51% de los encuestados indican que no conocen las zonas de riesgo; por lo que hace falta socializar este tema con la comunidad.
2. ¿Conoce usted porqué vías y a qué lugar seguro, dirigirse en caso de erupción del volcán Cotopaxi?
El 59% de los encuestados indican que si conocen porque vías y a qué lugar seguro dirigirse en caso de una erupción volcánica, mientras que el 41% de los encuestados contestaron que no conocen porque vías y a qué lugar seguro dirigirse en caso de una erupción volcánica.
3. ¿Conoce usted la alarma en caso de una erupción del volcán Cotopaxi?
El 65% de los encuestados indican que si conocen la alarma, en caso de una erupción volcánica, mientras que el 35% de los encuestados indican que no conocen la alarma, para el caso de una erupción volcánica.
4. ¿Está usted preparado para una eventual erupción del volcán?
El 55% de los encuestados indican que si se encuentran preparados, para una eventual erupción volcánica y el 45% de los encuestados indican que no se encuentran preparados, para una eventual erupción volcánica.
5. ¿Si usted se encuentra en una zona segura, conoce que hacer con los familiares que están en la zona de riesgo?
El 57% de los encuestados indican que en caso de encontrarse en una zona segura, si saben qué hacer con sus familiares que se encuentren en la zona de riesgo, mientras que el 43% de los encuestados indican que en caso de encontrarse en una zona segura, no saben qué hacer con sus familiares que se encuentren en la zona de riesgo.
6. ¿En caso que su vivienda haya sido destruida por efectos de una eventual erupción volcánica, dispone de un lugar donde alojarse en forma indefinida?
El 51% de los encuestados indican que sí disponen de un lugar donde alojarse en forma definitiva, mientras que el 49% de los encuestados indican que no, por lo que en caso de una erupción del volcán Cotopaxi, mientras que el restante 49% indicaron que no disponen donde alojarse, por lo que se debe prever el albergue para este porcentaje de la población de la zona de riesgo.
7. ¿La señalética tanto horizontal como vertical para dirigirse a un lugar seguro, se la puede ubicar fácilmente?
El 46% de los encuestados supieron indicar que si pueden identificar fácilmente a la señalética para dirigirse a un lugar seguro, mientras que el restante 54 % supieron indicar que no.
8. ¿Cree usted que es necesario mantener en buen estado y visible la señalética para dirigirse a un lugar seguro?

El 59% de los encuestados indican que si es necesario mantener actualizada la señalética tanto vertical como horizontal para dirigirse a un lugar seguro, mientras que el restante 41% de los encuestados indican que no es necesario.

9. ¿Cree usted que el COE cantonal, debe realizar por lo menos una vez al año un simulacro de evacuación de las personas que se encuentran en zonas de riesgo?

El 54% de los encuestados indican que si es necesario que el COE cantonal realice por lo menos una vez al año simulacros de evacuación con las personas que se encuentran en zonas de riesgo y el 46% de los encuestados supieron indicar que no es necesario.

10. ¿Confía usted en la información que proporcione la Secretaria de Gestión de Riesgos o COE cantonal?

El 63% de los encuestados indicaron que si confían en la información que proporcione la Secretaria de Gestión de Riesgos o el COE cantonal en relación a las alertas, sin embargo un 38% manifestaron lo contrario, por lo que se debe socializar este tema con la comunidad.

11. ¿Conoce usted la existencia de Planes de Emergencia o de Contingencia en caso de erupción del volcán Cotopaxi?

El 57% de los encuestados indican que si conocen de la existencia de Planes de Contingencia, para el caso de una eventual erupción volcánica, sin embargo el restante 43% de los encuestados manifestaron no conocer.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el estudio de este análisis y para la discusión de los resultados se utilizó la matriz del Método Mosler y como técnica a la encuesta, que no obstante de existir diferencias entre el uno y el otro, fácilmente se puede advertir que el COE cantonal de Rumiñahui al momento no cuenta con protocolos de actuación que estén articulados con todos los actores, por lo tanto, no se encuentran preparados para afrontar una contingencia y responder de una manera eficiente, un evento generado por la naturaleza como es la erupción del volcán Cotopaxi y minimizar los riesgos en la población, la infraestructura, los servicios básicos y la producción de los habitantes asentados en las 8 zonas de riesgo del cantón Rumiñahui.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De la investigación realizada se concluye que los lahares es el fenómeno que afectaría mayormente a las poblaciones ubicadas en zonas de riesgo, por lo que de producirse una eventual erupción del volcán Cotopaxi, las afectaciones a la población e infraestructura del cantón Rumiñahui son eminentemente graves y al momento el COE cantonal no dispone de un plan preventivo, para minimizar los riesgos que ocasionen esta amenaza.

El riesgo se incrementa para el Valle de los Chillos, por el alto índice de crecimiento poblacional, generado por la menor contaminación ambiental y por el desconocimiento de los protocolos de actuación en caso de erupción del volcán.

El riesgo de que el volcán erupcione es impredecible, pero por tratarse de un volcán activo, que ha estado en reposo por 140 años desde su última erupción en junio de 1877 y que en el año

2016 el IG-EPN luego de analizar los parámetros de monitoreo, el volcán ha mostrado cambios en su actividad con evidentes ruidos, pluma de gas con olor a azufre y el incremento del caudal de las quebradas con aguas lodosas, nos advierte que en cualquier momento pueden ocurrir eventos que pueden afectar a la población, la infraestructura y los servicios básicos, de los habitantes ubicados en las zonas de riesgo.

La elaboración, planificación y la ejecución del Plan de Contingencia, permitirá a los organismos de emergencia, reaccionar adecuadamente ante los procesos de erupción del volcán Cotopaxi, cumpliendo los protocolos y asumiendo las responsabilidades que están establecidas en el presente Plan.

Los peligros a los que están expuestas las poblaciones ubicadas en las zonas de riesgo entre otras son: flujos piroclásticos, caída de ceniza y lahares, que el COE cantonal debe estar preparado para responder en forma eficiente y mitigar sus efectos en las zonas de riesgo.

El riesgo de afectación para los habitantes asentados en las zonas de riesgo aumenta, debido a que los lahares utilizan las cuencas hidrográficas que nacen del volcán y entre ellos tenemos a los Ríos Pita y Santa Clara que cruzan las poblaciones de Sangolquí y San Rafael

De acuerdo a estudios del IG-EPN, el flujo de lahares luego que abandonen el cono volcánico, estarían cruzando la población de Sangolquí y San Rafael en un lapso aproximado de una hora, por lo que los organismos de emergencia deben estar preparados para responder con la evacuación de la población en este periodo de tiempo.

RECOMENDACIONES:

El COE cantonal con los organismos de emergencia, deben realizar simulacros con la población ubicada en las zonas de riesgo, para evitar pérdida de vidas humanas por falta de preparación y minimizar los efectos en caso de producirse la amenaza, en vista que los flujos de lahares cruzaran la población de Sangolquí y San Rafael en un tiempo aproximado de una hora de acuerdo a estudios realizados por e IG-EPN.

El GAD-Rumiñahui debe promover una campaña de prevención de riesgos, frente a la amenaza del volcán Cotopaxi, basado en las políticas de la Secretaria de Gestión de Riesgos y fortalecer la participación y las capacidades de respuesta ciudadana ante desastres.

Mejorar los sistemas de alerta temprana para mitigar el riesgo que pueda causar una eventual erupción volcánica y hacer de conocimiento general el contenido del presente Plan, a todos los funcionarios del COE cantonal, con la finalidad de que actúen conforme lo establecido en el presente documento.

Los integrantes de las Mesas Técnicas de Trabajo del COE cantonal, deben socializar con la población los protocolos de actuación del Plan de Seguridad Integral, para mitigar los efectos de los peligros volcánicos.

El GAD-Rumiñahui debe hacer cumplir las ordenanzas en lo relacionado al uso del suelo y restringir las construcciones en las zonas consideradas de riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, E. (1995). Flujos de lodo del Volcán Cotopaxi. *Revista Geográfica*, 34, 153-162.
- Andrade D., Hall M., Mothes P., Troncoso L., Eissen J.P., Samaniego P., Egred J., Ramón P., Rivero D., Yepes H. (2005). Los Peligros Volcánicos asociados con el Cotopaxi. Serie: Los peligros volcánicos en el Ecuador, N° 3. Corporación Editora Nacional. IG-EPN e IRD.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). <http://www.asambleanacional.gob.ec/es>. Recuperado el 05 de Mayo de 2017, de <http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/private/asambleanacional/filesasambleanacionalnameuid-20/transparencia-2015/literal-a/a2/Const-Enmienda-2015.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2009). <http://www.defensa.gob.ec>. Recuperado el 5 de Mayo de 2017, de http://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/LEY_DE_SEGURIDAD_PUBLICA_Y_DEL_ESTADO.pdf
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). <http://www.finanzas.gob.ec>. Recuperado el 7 de Mayo de 2017, de http://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/CODIGO_PLANIFICACION_FINAZAS.pdf
- Ayala F. (2000). Introducción a los riesgos geológicos. Madrid: Instituto Geológico de España.
- Barberi, F., Coltelli, M., Frullani, A., Rosi, M., & Almeida, E. (1995). Chronology and dispersal characteristics of recently (last 5000 years) erupted tephra of Cotopaxi (Ecuador): implications for long-term eruptive forecasting. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 69(3-4), 217-239.
- Chuquisengo O y Ferradas P. (2005). Gestión de Riesgo en los gobiernos locales. Obtenido de Minam: http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4e4a8d954da40_Gestion_de_riesgo_en_los_gobiernos_locales.pdf
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. (2010).
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Montecristi.
- Foro de Seguridad. (12 de 07 de 2017). <http://www.forodeseguridad.com/artic/segcorp/7220.htm>. Obtenido de [forodeseguridad.com](http://www.forodeseguridad.com): <http://www.forodeseguridad.com/artic/segcorp/7220.htm>
- Hall, M. L. (1977). *El volcanismo en el Ecuador*. IPGH, Sección Nacional del Ecuador.
- <http://historiageneral.com>. (2017). <http://historiageneral.com>. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de <http://historiageneral.com/2009/03/01/pompeya-y-la-erupcion-del-vesubio/>
- <http://historiaybiografias.com>. (2017). <http://historiaybiografias.com>, Erupción volcánica del Nevado Ruiz tragedia del nevado Ruiz en Colombia. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de http://historiaybiografias.com/nevado_ruiz/
- <http://www.t13.cl>. (Mayo de 2017). <http://www.t13.cl>. Obtenido de <http://www.t13.cl/noticia/nacional/Interactivo-Como-son-los-tipos-de-erupciones-volcanicas>
- <https://10lmvolcanoes.wikispaces.com>. (2017). <https://10lmvolcanoes.wikispaces.com>. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de <https://10lmvolcanoes.wikispaces.com/Nevado+del+Ruiz,+Columbia>
- <https://internacional.elpais.com>. (junio de 2017). <https://internacional.elpais.com>. Obtenido de https://internacional.elpais.com/internacional/2015/04/23/actualidad/1429743995_487214.html
- <https://www.elpensante.com>. (2017). <https://www.elpensante.com>. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de <https://www.elpensante.com/el-rostro-de-la-tragedia-omaira-sanchez-y-el-desastre-de-armero-parte-1/>
- <https://www.metroecuador.com.ec>. (julio de 2017). <https://www.metroecuador.com.ec>. Obtenido de <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2015/08/16/mas-de-un-siglo-desde-la-ultima-erupcion-del-cotopaxi.html>
- INEC, I. (2010). Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador.
- Instituto Geofísico. (2015). *Informes Especiales Cotopaxi*. Quito.
- Ley de Seguridad Pública y del Estado. (2009).
- Presidencia de la República del Ecuador. (2010). <http://www.oas.org>. Recuperado el 5 de Mayo de 2017, de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

- Presidencia de la Republica del Ecuador. (2010). Recuperado el 5 de Mayo de 2017, de http://www.contraloria.gob.ec/documentos/transparencia/2016/REGLAMENTO_A_LA_LEY_DE_SEGURIDAD_PUBLICA_Y_DEL_ESTADO.pdf
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016). <http://www.gestionderiesgos.gob.ec>. Recuperado el 7 de Mayo de 2017, de <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/PEI-2014-2017.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017.
- SNGR. (2008). Propuesta Estratégica Nacional para la Reducción de Riesgos y desastres. Quito: Secretaría Técnica de Gestión del Riesgo.
- SNGR. (2013). Obtenido de <http://www.snriesgos.gob.ec/riesgos/glosario-gr.htm>
- Sodiño, L. (1877). Relación sobre la erupción del Cotopaxi acaecida el día 26 de junio de 1877.
- UNESCO. (2012). Análisis de riesgos de desastres en Chile. Recuperado el 10 de septiembre de 2016, de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Analisis-de-riesgos-de-desastres-en-Chile.pdf>
- Wolf, T. (1878). *Memoria sobre el Cotopaxi y su última erupción, acaecida el 26 de junio de 1877, por Teodoro Wolf: Con una lámina y una carta topográfica*. Imp. El Comercio.