

BOLETÍN TÉCNICO No. 2

EL EVENTO ERUPTIVO DEL VOLCÁN DE FUEGO: IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

Introducción

Las erupciones volcánicas y los eventos que desencadenó el Volcán de Fuego el pasado 3 de junio, provocaron pérdidas humanas y materiales que dan testimonio del colapso estructural del país, al menos, en la capacidad de planificar con sentido de largo plazo, en la capacidad de “saber” y de “hacer” con oportunidad y contundencia, en la capacidad de promover condiciones materiales tangibles para contribuir a la construcción de derechos humanos fundamentales, y en la capacidad de construir ciudadanía en el sentido amplio y profundo del término. Con la permanencia de sendas carencias ya hemos visto que no hay evento natural que, fuera de sus límites normales de ocurrencia, alcance niveles de desastre.

No es este el espacio para analizar el estado de todas las cosas en estas dimensiones en el país, pero puede resultar útil aproximarse al estado de las mismas respecto a la “gestión del riesgo”. Un enfoque por demás necesario en consideración a la relevancia objetiva que tienen en el país las dos grandes vertientes que le dan contenido. Por un lado, la vulnerabilidad, es decir ese estado de indefensión sistémica que se explica por carencias de orden ambiental, económico, sociocultural y político-institucional en todo el territorio. Por otro lado, el grado de amenazas ligado a eventos naturales que, al desencadenar y hacer sinergia con la vulnerabilidad, alcanzan niveles de desastre. Desastres que se han vuelto recurrentes y que ilustran, con crudeza, las consecuencias de la complacencia ciudadana con la, cada vez más, profunda desigualdad, otra vez sistémica, es decir, en todos los órdenes.

Las respuestas institucionales ligadas a la gestión del riesgo

Las respuestas institucionales para reducir el riesgo de sufrir desastres ante amenazas naturales en sinergia con la vulnerabilidad sistémica (económica, socio-cultural, político-institucional y ambiental) deben ser inherentes a las dinámicas de la institucionalidad pública encargada de las políticas públicas de desarrollo y de regular dinámicas territoriales de carácter privado. Asumir la gestión del riesgo en sentido integral, implica entenderlo conceptualmente.

En términos institucionales, *la gestión del riesgo* significa dirigir acciones que reduzcan la vulnerabilidad (o grado de indefensión) derivada de circunstancias estructurales y coyunturales de orden socio-cultural (ingresos, educación, vivienda, salud, accesibilidad, otros) y de orden ambiental (tipo de suelos y aspectos topográficos, saneamiento, agua para uso humano y productivo, otros) para que las poblaciones tengan suficientes capacidades de enfrentar amenazas naturales que alcanzan niveles extremos de ocurrencia. Así, la gestión de riesgo está estrechamente relacionada con el modelo de desarrollo. Esto implica la necesidad de concretar un esquema inclusivo que evite la marginación sociocultural y territorial de todas las personas.

En lo vertebral, la gestión del riesgo procura la *reducción del riesgo de desastres*, por un lado, evitando (prevención) o limitando (mitigación y preparación) el impacto adverso de las amenazas, dentro del amplio contexto del desarrollo sostenible en el que la reducción integral de los niveles de vulnerabilidad es condición *sine qua non*, como ya se indicó previamente.

En apego a una lógica de respuestas institucionales, la gestión del riesgo suele distinguir tres fases cíclicas: *pre-desastre*, *respuesta durante desastre* y *post-desastre*. En la *primera fase* la meta es el fortalecimiento de las capacidades y la resiliencia de las poblaciones y la personas para proteger sus vidas y sus bienes materiales (medios de vida), a través de medidas para evitar (prevención) o limitar (mitigación) los efectos adversos de las amenazas y para diseñar y poner en marcha sistemas de alerta temprana de amenazas que sean oportunos y contundentes. *Durante el desastre* las acciones buscan salvar vidas y los bienes materiales, así como dotar de acompañamiento de orden psicológico y espiritual si fuese necesario. En la *fase post-desastre*, el énfasis está en la recuperación, reconstrucción y resarcimiento. Al responder a una lógica cíclica, estas fases deben retroalimentarse virtuosamente de manera constante.

Las siguientes secciones se desarrollan con base en esta lógica conceptual y operativa recurriendo, en donde ha sido posible, a los sucesos ligados a la erupción del Volcán de Fuego. A manera de contexto, se ofrece, en principio, una revisión de las amenazas a las que están expuestas las poblaciones cercanas al Volcán de Fuego, así como una cuantificación preliminar de los daños humanos y sociales del evento.

Amenazas naturales del Volcán de Fuego¹

El macizo o complejo volcánico Fuego-Acatenango comprende una cadena de cinco o más estructuras volcánicas (centros eruptivos) alineadas de norte a sur y de manera perpendicular al denominado arco volcánico de Centroamérica. Actualmente, el punto eruptivo de mayor actividad es el Volcán de Fuego, sin embargo, en el siglo pasado se presentaron eventos eruptivos en el Volcán de Acatenango. Estas estructuras volcánicas son estratovolcanes, ya que se van formando continuamente “capa tras capa” a partir de erupciones sucesivas.

El macizo volcánico Fuego-Acatenango se ha desarrollado continuamente durante los últimos 200,000 años. Desde el punto de vista vulcanológico, esto implica la presencia de un alto dinamismo y actividades eruptivas relativamente recurrentes. El Volcán de Fuego cuenta con reportes históricos de más de 60 erupciones mayores en los últimos 500 años.

Durante las erupciones del Volcán de Fuego, se pueden generar una o varias de las amenazas siguientes (**Figura 1**):

- *Columnas de ceniza fina y tefra* (fragmentos de roca ígnea solidificados en algún momento de una erupción). En la erupción del pasado 3 de junio, la columna de ceniza y tefra alcanzó una altitud de 6,500 metros y el viento dispersó ceniza hasta a 40 kilómetros al oeste y suroeste del volcán. La [NASA](#) reporta imágenes satelitales de la ceniza expulsada por el volcán.
- *Flujos de lava* (roca ígnea pastosa o líquida). Los eventos ocurridos en 1978 en el Volcán de Fuego son representativos de erupciones de lava abundante.
- *Flujos piroclásticos*, comúnmente conocidos como nubes ardientes, que son mezcla de gases volcánicos calientes, materiales sólidos calientes y aire atrapado. La erupción recientemente ocurrida el 3 de junio de 2018 es de las más representativas de este tipo de evento. Los mapas proveídos por [COPERNICUS \(Unión Europea\)](#) muestran el área afectada por flujos piroclásticos.
- *Flujos de lava y expulsión de grandes bloques y bombas piroclásticas o bombas de gran tamaño y los gases volcánicos tóxicos*. La NASA reporta la dispersión de [dióxido de sulfuro](#) durante la reciente erupción del Volcán de Fuego.

¹ Esta sección se basa en Vallance *et al.* (2001).

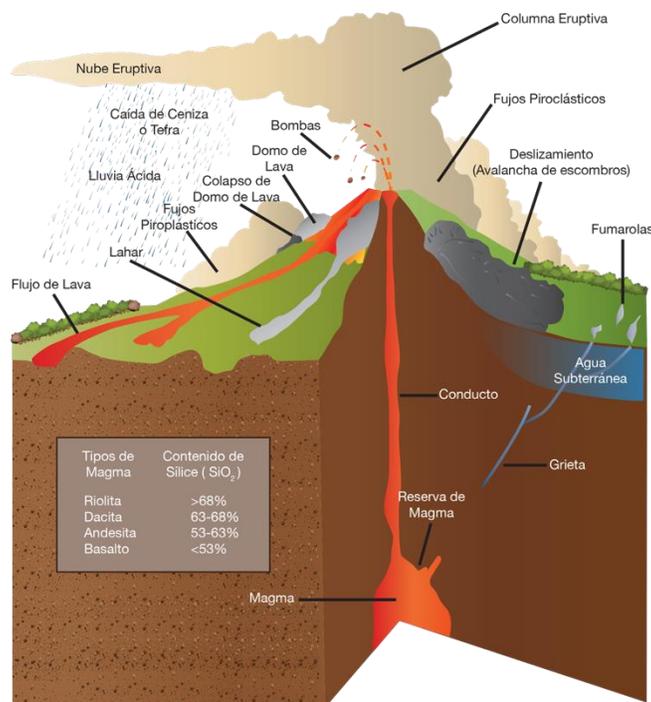


Figura 1. Esquema simplificado que muestra las amenazas de volcanes del tipo del de Fuego y Acatenango.

Fuente: Vallance *et al.* (2001)

Después de la erupción y hasta pasados algunos meses, *pueden formarse lahares*, los cuales pueden formarse debido a la lluvia y se definen como flujos de sedimento eruptivo, rocas y agua que se movilizan desde las laderas y barrancas de los volcanes. El Insivumeh ha reportado lahares en el Volcán de Fuego, los cuales están documentados en el [portal del instituto](#).

En sitios de alta deposición de material volcánico, es posible también la ocurrencia de *deslizamientos de laderas inestables o avalanchas de sedimento y rocas*. Este tipo de fenómenos pueden estar vinculados a eventos eruptivos, sísmicos, lluvias o su combinación. Durante los últimos 100,000 años, se ha establecido la ocurrencia de deslizamientos de grandes magnitudes vinculados con el colapso parcial o total de edificios volcánicos antiguos.

De la amenaza natural (en sinergia con la vulnerabilidad) al desastre

En una revisión histórica que va de los años 1900 a 2018, los eventos naturales que han derivado en daños humanos y materiales pueden clasificarse como de tipo hidrometeorológico (como huracanes, sequías, heladas e inundaciones), los cuales representaron el 60% del total; eventos de tipo geodinámico (terremotos, erupciones volcánicas) que representaron el 28%; y otras amenazas como enfermedades y plagas que suman el 12% restante (**Figura 2**).

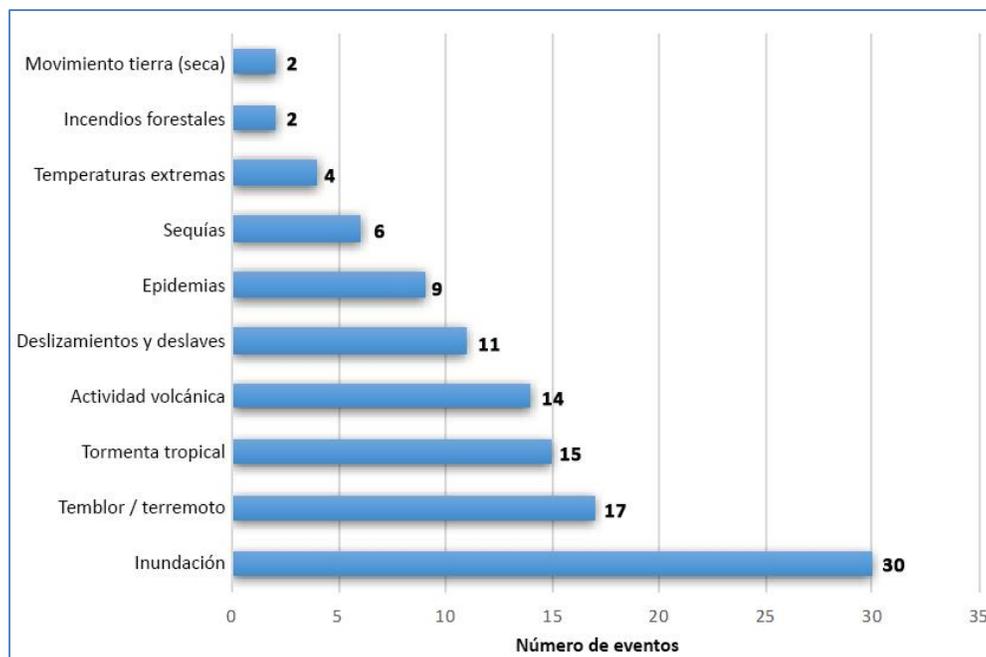


Figura 2. Número de eventos naturales asociados a desastres, años de 1900 a 2018

Fuente: Elaborado con base en EM-DAT: *The Emergency Events Database Université catholique de Louvain* (UCL) CRED, www.emdat.be, Brussels, Belgium.

En los años 2010, 2015 y 2018 ocurrieron eventos naturales que derivaron en desastres que provocaron las mayores pérdidas humanas del período 2008-2018; mientras que, en los años 2010, 2011, 2012, 2014 y 2018, se han registrado los mayores daños monetarios. El deslizamiento de tierra sucedido en El Cambray en 2015 ha sido el evento que mayor pérdida de vidas humanas ha provocado, mientras que la tormenta tropical Agatha, juntamente con la erupción del volcán Pacaya en 2010, ocasionó los mayores daños económicos del período (**Cuadro 1**). Estimaciones preliminares propias, sugieren que el evento del Volcán de Fuego podría ser de los más dañinos en términos humanos y económicos de los últimos diez años.

Cuadro 1. Pérdidas humanas y daño económico de eventos asociados a fenómenos naturales: 2008-2018 (en miles de dólares corrientes y constantes, 1982-84= 100)

Año	Evento	Personas fallecidas	Daño económico	
			Miles de US dólares corrientes	Miles de US dólares constantes (1982-1984=100)
2008	Tormenta tropical, deslizamientos, inundaciones	74	-	-
2009	Movimiento de tierra, inundación, sequía	36	-	-
2010	Actividad volcánica, tormenta tropical, deslizamientos, inundaciones	227	1,150,000	2,507,575
2011	Tormenta tropical, deslizamientos, inundaciones, temperatura extrema, terremoto	83	61,913	139,261
2012	Actividad volcánica, sequía, terremoto	44	210,000	482,139
2013	Epidemia, terremoto	9	2,000	4,659
2014	Tormenta tropical inundaciones, temperatura extrema, terremoto, sequía	6	100,000	236,730
2015	Deslizamientos, inundaciones, epidemias	358	5,000	11,851
2016	Tormenta tropical, deslizamientos	10	-	-
2017	Tormenta tropical, deslizamientos, inundaciones, terremoto	20	-	-
2018	Inundaciones, actividad volcánica/*	110 (197 desaparecidas)	29,034	73,045
Total		977	1,557,947	3,455,260

*/ Los datos de 2018 son estimaciones propias y representan únicamente los efectos del Volcán de Fuego. Se incluyen viviendas dañadas y destruidas, tramos carreteros afectados, escuelas destruidas y dañadas, puentes destruidos y pérdidas agrícolas. No se incluyen daños del hotel La Reunión y otra infraestructura privada.

Fuente: Elaborado con base en EM-DAT (2018). Para 2018, estimaciones con base en MAGA-FAO (2018) y Conred (2018b).

Después de un desastre, debe considerarse también el gasto de la reconstrucción. Durante los años 2010 a 2013, el Gobierno de Guatemala ha destinado para reconstrucción un aproximado de US\$ 800 millones, lo que representó hasta un 5% anual del presupuesto gubernamental (Icefi, 2013). En el caso del Volcán de Fuego, se estima que solo la reconstrucción de la carretera RN14 costará al menos Q230 millones.²

² Véase, por ejemplo, Prensa Libre (13 junio 2018). Rehabilitación de la Ruta Nacional 14 costará Q230 millones. Consultado en: <http://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/erupcion-volcan-fuego-ruta-nacional-14-costara-230-millones>

Pre-desastres: alerta temprana y preparación ante amenazas

La clave de un sistema de alerta temprana es la provisión de información oportuna y eficaz a través de instituciones y actores claves, que permita a individuos expuestos a una amenaza, tomar acciones para evitar o reducir el riesgo y prepararse para una respuesta efectiva. Los sistemas de alerta temprana incluyen cuatro elementos, a saber: i) identificación y mapeo de amenazas y conocimiento del riesgo; ii) monitoreo y pronóstico de eventos inminentes; iii) proceso y difusión de alertas claras entre autoridades y la población y; iv) preparación previa y adopción de medidas apropiadas y oportunas de respuesta frente a cada alerta.

Respecto al Volcán de Fuego, en Guatemala existe información y conocimiento acerca de las amenazas asociadas a los fenómenos vulcanológicos, específicamente relacionadas con las erupciones volcánicas. La información técnica y científica general está disponible en línea y mantenida en el portal electrónico de INSIVUMEH (www.insivumeh.gob.gt), el cual incluye datos del Observatorio Volcán de Fuego (Ovfgo). También es posible encontrar información vulcanológica nacional proveída por entidades internacionales, tales como el Servicio Geológico de Estados Unidos (<https://pubs.usgs.gov>), y el Programa Global de Vulcanismo del Instituto Smithsoniano (<https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=342090>).

Con respecto al monitoreo y pronóstico de eventos, el estudio de Webley *et al.* (2008) analizó el uso de sensores remotos que proveen información casi en tiempo real, para realizar monitoreo del Volcán de Fuego. Posteriormente, Lyons *et al.* (2010) determinaron el patrón eruptivo del Volcán de Fuego, utilizando observaciones de campo e información satelital (sensores remotos).

Lyons *et al.* (2010) sugieren que el comportamiento eruptivo del Volcán de Fuego tiene un patrón definido por tres etapas, a saber: (1) efusión pasiva de lava y explosiones estrombolianas³ subordinadas, seguido por; (2) erupciones paroxismales⁴ que producen columnas eruptivas sostenidas, largas, que rápidamente emplazan flujos de lava, y flujos de bloques y ceniza, y finalmente; (3) períodos de explosiones gaseosas discretas sin efusión de lava.

³ Erupción estromboliana: erupción explosiva, con material incandescente a una altura de 200 metros sobre el cráter. Véase: <https://www.conred.gob.gt/www/images/4056.gif>

⁴ Erupción paroxismal: El término paroxismo se usa para referirse a la fase de erupción más poderosa.

Vallance *et al.* (2001) indican que, aunque los científicos pueden reconocer y monitorear los indicadores de las erupciones volcánicas, existe un rango de incertidumbre muy amplio. Además, añaden que “los oficiales gubernamentales y el público deben conocer las limitaciones de las predicciones de erupciones y deben estar preparados para lidiar con la incertidumbre” (pág. 21, traducción libre).

Por ello, Vallance *et al.* (2001) indican que el conocimiento y la planificación anticipada son los elementos más importantes para lidiar con las amenazas naturales. Los autores indican que las comunidades, las empresas y los ciudadanos necesitan planificar con anticipación para mitigar los efectos de futuras erupciones volcánicas, avalanchas de escombros y lahares de los volcanes de Fuego y Acatenango. A largo plazo los esfuerzos de mitigación deben incluir el uso información sobre los peligros del volcán al hacer decisiones sobre el uso de la tierra y la ubicación de instalaciones.

El proceso y difusión de alertas claras entre autoridades y la población es fundamental. León (2012) estudió las amenazas del Volcán de Fuego en Panimaché, San Pedro Yepocapa, Chimaltenango (comunidades ubicadas en zonas alto riesgo) y encontró que existe la posibilidad de mejorar la comunicación y la implementación de alertas.

El Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012⁵ plantea cinco elementos que deben ser considerados para una institucionalidad efectiva e integral para la atención de amenazas derivadas de eventos naturales. Estos son: i) implementar protocolos de respuesta a nivel territorial que permitan una comunicación y actuación efectiva; ii) disposición de recursos físicos, financieros y capacidades humanas con suficiencia, oportunidad y continuidad; iii) fortalecimiento de los mecanismos formales de participación ciudadana, donde se buscan objetivos comunes y se comprometan los actores sociales; iv) suficiente base técnico-científica para dar rigor y certeza a los procesos de información y prevención de desastres en los territorios; y v) adaptabilidad, flexibilidad y capacidad de respuesta institucional.

Síntesis: la gestión del riesgo en Guatemala debe ser inherente al modelo de desarrollo

La **gestión de riesgo** es el enfoque requerido para disminuir impactos negativos de las amenazas naturales en sinergia con la vulnerabilidad sistémica (económica, socio-

⁵ Iarna-URL (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012: Vulnerabilidad local y creciente riesgo*. Guatemala: Autor.

cultural, político-institucional y ambiental) de las poblaciones. Esto aplica a cualquiera de los eventos naturales a los que las poblaciones del territorio nacional están expuestas, y se pueden resumir en los siguientes cinco aspectos:⁶

1) Integralidad y necesidad de arreglos institucionales compatibles e integrados, que se concreten a nivel nacional y local. La actual separación institucional entre las políticas públicas de desarrollo y los procesos centrados en la atención a desastres, deben reemplazarse por sistemas integrados y complementarios donde exista reconocimiento de que el riesgo es producto de procesos mal logrados de desarrollo sectorial en territorios con características biofísicas concretas. Se requiere un alto nivel de conocimiento y convicción en las entidades de planificación y ejecución de iniciativas de desarrollo acerca de la existencia objetiva de elevados niveles de vulnerabilidad y amenazas que mantienen latente diferentes niveles de riesgo que pueden desencadenar en desastres. La observancia de tales aspectos es requerida, tanto para las iniciativas públicas, como de orden privado.

2) Las visiones “correctivas” que dominan el gasto y el quehacer de las instituciones encargadas de la política pública, deben ceder ante visiones “prospectivas”, donde prevalezca la “anticipación y el control” de los nuevos y cambiantes factores del riesgo. La relación costo-beneficio de este enfoque es claro.

3) Es necesario iniciar o incrementar el monitoreo de las amenazas derivadas de eventos naturales (ambientales) y de los cambios en *vulnerabilidad por exposición*, en escalas territoriales menores. Los datos e información a nivel nacional, que tradicionalmente se producen, deben ser complementados con los del nivel local, así como con información sobre la influencia que tienen las pérdidas, daños y costos acumulados para la sociedad y los medios de vida de las personas.

4) La importancia de la *dimensión local* en la conformación del riesgo y la relevancia de los efectos o procesos no locales en su constitución, indican que debe darse mayor atención al fortalecimiento de los niveles locales con procesos reales de descentralización y desconcentración. Ello, integrado con otros niveles de gestión relativos a lo regional, lo nacional y lo global.

5) Frente a la incertidumbre de los impactos de eventos naturales globales en el nivel local, la promoción del enfoque de adaptación debe fundamentarse en “el hoy” y en la

⁶ Estos aspectos se reproducen de: Lavell, A. (2011). El riesgo de ocurrencia de desastres: El cambio climático, el ámbito local y la gestión. *Observatorio Ambiental, año 1, número 1*. Guatemala: URL-IARNA.

“expresión coyuntural” del riesgo. La adaptación se facilitará donde la vulnerabilidad cotidiana se disminuye. Resalta la importancia de dedicar tiempo y energía a mejorar los sistemas de uso del suelo, a la preservación de los servicios ambientales de los ecosistemas, al fortalecimiento de los medios de vida y a la mejora de la gobernanza local y nacional. De no resolverse el presente, las mejoras a futuro serán efímeras.

Post-desastre: la reconstrucción, algunas aproximaciones

El financiamiento para la atención a desastres puede analizarse nuevamente en función de los conceptos anteriormente abordados, tal como lo muestra el **Cuadro 2** para el periodo 2010-2013. Puede verse que el rubro de atención a desastres es el de menor presupuesto, seguido del rubro de gestión de riesgo (i.e. gasto o inversión ambiental), el cual representa el 30% del presupuesto de reconstrucción. Los daños provocados por los desastres, por su parte, llegan a ser más de Q11,395 millones, lo que representa una cuarta parte del presupuesto gubernamental del 2010. El financiamiento para reconstrucción ha llegado a ser de hasta un 50% del costo de los daños.

Cuadro 2. Gasto público en gestión de riesgo y reconstrucción (Millones de Quetzales de cada año)

Año	Gestión del Riesgo (Gasto ambiental) /^a	Atención a desastres /^b	Reconstrucción /^c	Daños de Desastres /^d
2010	302.8	101.6	2,086.8	9,268.2
2011	531.4	249.9	2,814.7	482.3
2012	443.7	153.9	771.7	1,645.1
2013	548.6	171.4	642.1	N/A
Total	1,826.50	676.7	6,315.24	11,395.60

Notas: ^a/Representa el presupuesto del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap), del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), de los programas ambientales del Ministerio de Cultura y Deportes (Micude), del Ministerio de Agricultura (MAGA) y de los presupuestos de las Autoridades del Manejo de Cuencas de Amatitlán y Atitlán. ^b/Representa el presupuesto asignado en el renglón ‘Atención a desastres y gestión de riesgos’, dentro del presupuesto de ‘Obligaciones del Estado a Cargo del Tesoro’, como se reporta en Sicoin (2018). No incluye donaciones nacionales o internacionales que se canalizan fuera de la estructura gubernamental. ^c/Es la suma de todos los programas específicos para reconstrucción vigentes en cada año fiscal. Por ejemplo, durante 2012 estaban vigentes los programas de reconstrucción de Stan, Ágatha y Pacaya y N7. ^d/Representa estimaciones de EM-DAT (2018).

Fuente: Elaborado con base en Icefi (2013), Sicoin (2018) y EM-DAT (2018).

El **cuadro 2** ejemplifica la importancia de realizar inversiones para la gestión del riesgo, pues se requiere minimizar los impactos de los desastres naturales. En una investigación reciente, Healy y Malhotra (2009) muestran que, por cada dólar invertido en gestión de riesgo, puede evitarse el gasto de hasta quince dólares equivalente en daños futuros provocados por eventos naturales extremos. En Guatemala, la gestión del riesgo es una demanda urgente, donde las políticas de crecimiento económico representen una visión integral de desarrollo.

Literatura consultada

- Bohnenberger, O. H. (1969). Los focos eruptivos cuaternarios de Guatemala. *Publicaciones Geológicas del Icaiti, Número II*. P. 23-24. (Reproducido por Insivumeh).
- Conred (2018a). *Informe general 14 de junio de 2018, 07:00 hrs.* Guatemala: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. Recuperado el 14 de junio de 2018, de https://pbs.twimg.com/media/DfqRGWHWkAA_zoL.jpg
- Conred (2018b). *Informe General al 21 de junio de 2018, 07:00 horas.* Guatemala: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. Recuperado el 21 de junio de 2018, de https://pbs.twimg.com/media/DfqRGWHWkAA_zoL.jpg
- EM-DAT (2018). *The Emergency Events Database Université Catholique de Louvain (UCL) CRED*, www.emdat.be. Brussels, Belgium.
- Gimbot (2014). *Mapa de bosques y uso de la tierra 2012 y mapa de cambios en uso de la tierra 2001-2010 para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero.* Documento informativo. Guatemala: Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra.
- Healy, A. & Malhotra, N. (2009). Myopic voters and natural disaster policy. *American Political Science Review*, 103(3): 387-406.
- Icefi. (2013). *Base de datos fiscales de desastres en Guatemala.* Hoja electrónica. Guatemala: Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales
- León Ramírez, A.X. (2012). *Evaluación de la vulnerabilidad asociada a la amenaza del Volcán de Fuego en la Aldea Panimaché.* Tesis de Maestría en Ciencias en Gestión para la Reducción de Riesgos. Facultad de Arquitectura, USAC. Guatemala.
- Lyons, J.J.; Waite, G.P.; Rose, W.I. & Chigna, G. (2010). Patterns in open vent, strombolian behavior at Fuego volcano, Guatemala, 2005-2007. *Bullentin of Volcanology*, 72:1-15.
- MAGA y FAO (2018). *Informe de percepción de pérdidas ocasionadas por la erupción del Volcán de Fuego.* Consultado en: <https://www.humanitarianresponse.info/>

Vallance, J.W.; Schilling, S.P.; Matías, O.; Rose, W.I. & Howell M.M. (2001). *Volcano Hazards at Fuego and Acatenango Volcano, Guatemala*. U.S. *Open-File Report 01-431*. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. Estados Unidos.

Webley, P.W.; Wooster, M.J.; Strauch, W.; Saballos, J.A.; Dill, K.; Stephenson, P.; Stephenson, J.; Escobar Wolf, R. & Matias, O. (2008). Experiences from near-real-time satellite-based volcano monitoring in Central America: case studies at Fuego, Guatemala. *International Journal of Remote Sensing*, 29 (22): 6621-6646.