

Los Peligros Volcánicos

La actividad volcánica puede tener efectos destructivos, pero también efectos benéficos. Las tierras de origen volcánico son fértiles, por lo general altas, de buen clima, y ello explica el crecimiento de los centros de población en esos sitios. Los habitantes de esas regiones y los usuarios de los servicios disponibles deben adquirir entonces una percepción clara de los beneficios y de los riesgos que implica vivir allí. Esto es especialmente importante en zonas donde hay volcanes que no han manifestado actividad reciente. Al no existir testigos o documentos de las erupciones, puede desarrollarse entre la población una percepción incorrecta del riesgo volcánico.

En el mundo existen alrededor de 1300 volcanes continentales activos (entendiendo como activos aquellos que han mostrado alguna actividad eruptiva en los últimos 10,000 años). De éstos, 550 han tenido alguna erupción en tiempos históricos (esto es, han sido presenciadas o han afectado a seres humanos). Los volcanes activos mantienen una tasa eruptiva global de 50 a 60 erupciones por año, y en promedio, existen en todo momento unos 20 volcanes en actividad en distintos puntos del globo (Simkin y Siebert, 2002).

A lo largo de la historia, poblaciones asentadas cerca de esos 550 volcanes en distintas partes del mundo han soportado los efectos de la actividad volcánica. Se estima que cerca de 270,000 personas han perecido en distintos lugares del mundo por efecto de desastres volcánicos desde el año 1700 de nuestra era.

La tabla 1 muestra una relación de los desastres volcánicos más importantes de los últimos 290 años y las causas principales de la mortandad. El potencial destructivo de los volcanes representa actualmente una amenaza a la vida y propiedades de millones de personas.



Fig. 7. Erupción del volcán Reventador, Ecuador, 2003.

Es sumamente difícil estimar el valor de los daños materiales ocasionados por las erupciones, pero en algunos casos éstas han involucrado la pérdida de ciudades enteras, la destrucción de bosques y cosechas, y el colapso de las economías de las regiones afectadas por largos períodos, especialmente cuando ocurren en países relativamente pequeños y en los que el valor de los daños puede representar un por ciento importante de su producto interno.

Tabla 1. Desastres volcánicos a nivel mundial desde el año 1700

Causa Principal de la Mortalidad						
Volcán	País	Año	Flujo Piroclástico	Flujo de Lodo	Tsunami	Hambruna
Awu	Indonesia	1711		3000		
Oshima	Japón	1741			1481*	
Cotopaxi	Ecuador	1741		1000		
Makian	Indonesia	1760		2000		
Papandayan	Indonesia	1772		2957*		
Gamalama	Indonesia	1775	1300			
Laki	Islandia	1783				9336
Asama	Japón	1783	1151*			
Unzen	Japón	1792			15188*	
Mayón	Filipinas	1814	1200			
Tambora	Indonesia	1815	12000			80000
Galunggung	Indonesia	1822		4000		
Mayón	Filipinas	1825		1500		
Nevado de Ruíz	Colombia	1845		1000		
Awu	Indonesia	1856		3000		
Cotopaxi	Ecuador	1877		1000		
Krakatoa	Indonesia	1883			36417	
Awu	Indonesia	1892		1532		
Soufriere	St. Vicent	1902	1565			
Mt. Pelée	Martinica	1902	29000			
Sta. María	Guatemala	1902	1500			
Taal	Filipinas	1911	1335			
Kelud	Indonesia	1919		5100		
Merapi	Indonesia	1930	1300			
La Mington	Papua (NG)	1951	2942*			
Agung	Indonesia	1963	1900			
El Chichón	México	1982	1700			
Nevado el Ruíz	Colombia	1985		25000		
Lago Nyoos	Camerún	1986	1746 víctimas por emisión de CO2			
Pinatubo	Filipinas	1991		800		
Totales (según causa)			56893	51889	53086	89336
Otras erupciones, más frecuentes pero con menor número de víctimas totalizan cerca de 10,000 muertes más. *Con gran avalancha de detritos, similar a la del Monte Santa Helena en 1980.						

La gráfica siguiente, obtenida a partir de datos publicados por UNDRO/UNESCO (1985), nos muestra la distribución del número global de víctimas causadas por efecto de manifestaciones volcánicas directas (flujos de ceniza, de lodo y de lava) en lapsos de 50 años desde 1500. En esa gráfica no se muestran decesos causados por efectos secundarios derivados de las erupciones, como hambrunas o tsunamis para el caso de erupciones en islas volcánicas. La figura indica que el número de víctimas causadas directamente por efecto de erupciones ha mostrado una tendencia a aumentar con el tiempo. Esto indica que, no obstante los avances en materia de ciencia y tecnología en el campo de la vulcanología y ciencias afines, que se han traducido en una crecientemente exitosa capacidad de pronóstico de la actividad eruptiva, los desastres volcánicos continúan ocurriendo en distintos lugares del mundo por efecto del acelerado crecimiento de la población y de

asentamientos en sitios susceptibles a ser afectados por erupciones. Es necesario entonces identificar y eliminar o al menos reducir las causas de esos desastres.

Para tratar el problema de los daños provocados por fenómenos naturales y buscar soluciones que permitan reducir su impacto, es necesario proceder metódicamente. En primer lugar es necesario definir y cuantificar los conceptos que relacionan los fenómenos naturales con su impacto sobre la sociedad.

“Riesgo” es un concepto complejo, que involucra varios componentes. En términos generales se define al Riesgo asociado a los fenómenos naturales, y en particular al fenómeno volcánico, como la combinación de dos componentes:

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

El **“peligro”** o **“amenaza”** se define como la probabilidad de que alguna manifestación volcánica específica, como por ejemplo los flujos piroclásticos o la lluvia de ceniza, descritos en la siguiente sección, pueda presentarse en un área o región particular del entorno del volcán en un intervalo de tiempo dado.

La **“vulnerabilidad”** se define como el grado o porcentaje de pérdida o daño que puede sufrir un elemento de la estructura social (población, infraestructura, productividad) por efecto de alguna de las manifestaciones volcánicas.

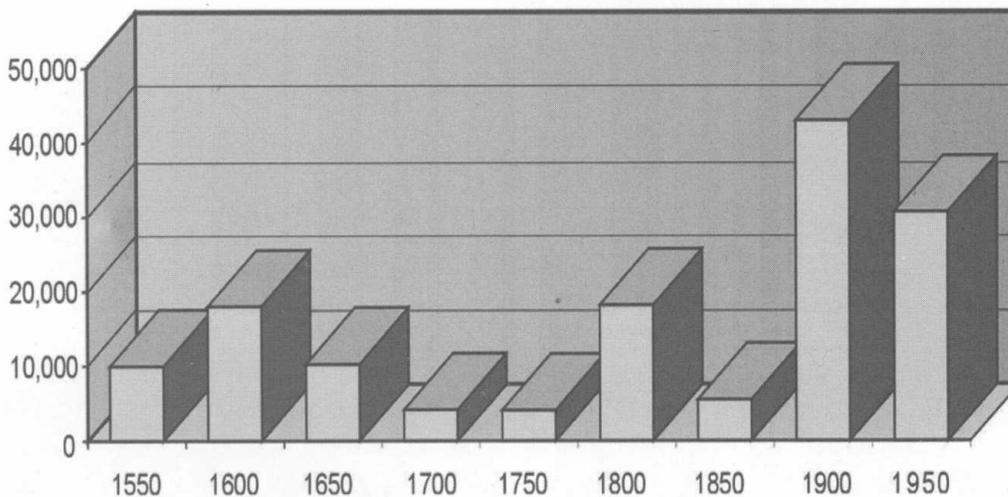


Fig. 8. Distribución temporal de fatalidades causadas en el mundo por efectos primarios de erupciones volcánicas desde el año 1500 (Datos de UNDRO/UNESCO, 1985).

Si el peligro o probabilidad de ocurrencia, y la vulnerabilidad se expresan como fracciones entre 0 y 1, el riesgo se puede cuantificar como una cantidad entre 0 y 1 que representa la proporción o probabilidad de que ocurra una pérdida o daño de vidas, bienes, o productividad en una zona volcánica por efecto de una manifestación eruptiva. Este concepto es compatible con el principio que establece que la probabilidad de que se presenten dos condiciones independientes, se obtiene del producto de las probabilidades de ocurrencia de cada una de ellas.

Considerando al riesgo volcánico como la probabilidad de pérdida ante la posible ocurrencia de una erupción, surge el planteamiento del problema de **reducción o mitigación del riesgo**. Este planteamiento resulta de la posibilidad de modificar el valor del riesgo. Si bien el peligro es una característica del fenómeno que no puede ser modificada, la vulnerabilidad puede ser reducida en forma considerable a través de la “**preparación**”. La preparación se deriva de la comprensión de los efectos de las diferentes manifestaciones volcánicas y de la adecuada percepción del riesgo, y consiste en una respuesta organizada de la sociedad encaminada a realizar una serie de medidas coordinadas y precisas que reduzcan la exposición y fragilidad de los bienes amenazados por esas manifestaciones.

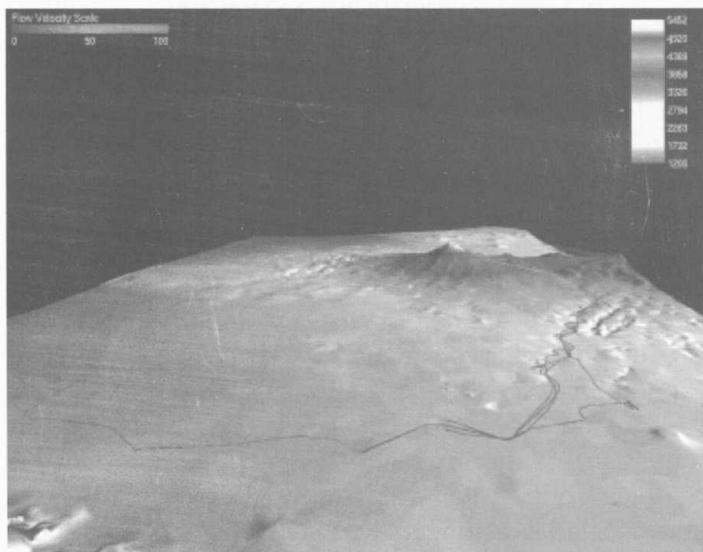


Fig. 9. Modelo tridimensional del volcán Popocatepetl.

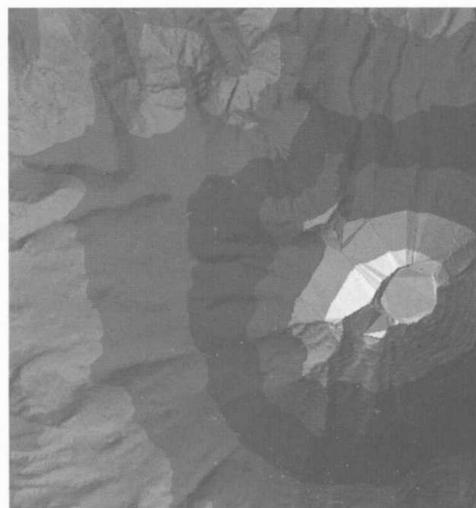


Fig. 10. Modelo digital de elevación del volcán Popocatepetl

El efecto de la preparación en la reducción del riesgo puede visualizarse a través de un nuevo parámetro que defina la capacidad de respuesta de la sociedad para disminuir la vulnerabilidad. Si definimos un número **Q** que refleje el grado de preparación, el riesgo reducido puede representarse como:

$$\text{Riesgo Reducido} = \frac{\text{Peligro} \times (\text{Vulnerabilidad})}{Q}$$

En la otra sección se analizan algunas medidas de preparación aplicadas en México.

En el análisis del riesgo volcánico es muy importante distinguir claramente la diferencia entre el fenómeno volcánico —esto es las erupciones— y su impacto, es decir el efecto que pueden llegar a tener sobre el entorno del volcán, que, si es grande, puede transformarse en un desastre. Esta distinción nos lleva a comprender que si bien no podemos evitar la ocurrencia de erupciones, si es mucho lo que podemos hacer para evitar que se transformen en desastres. Para ello, el primer paso es entender el fenómeno volcánico y sus diferentes manifestaciones.