

Memoria Técnica del Mapa de Escenarios de Amenaza del Volcán de San Miguel

1. Introducción

El Mapa de Escenarios de Amenaza del Volcán de San Miguel fue construido considerando la probabilidad de ocurrencia de eventos volcánicos peligrosos y los respectivos niveles de magnitud eruptiva. El volcán de San Miguel es uno de los más activos de la Cordillera Volcánica salvadoreña y ha tenido diversas erupciones históricas, por lo cual se ha considerado prioritario en los análisis de peligrosidad volcánica que realiza el Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

Cada mapa de escenarios de amenaza ilustra las zonas amenazadas por los diferentes procesos eruptivos que puede desarrollar el Volcán de San Miguel en futuros eventos y los posibles alcances que podrían tener los productos emitidos. Para cada tipo de proceso eruptivo: flujos de lava, flujos de escombros (lahares), caída de ceniza, caída de balísticos y flujos piroclásticos se han construido tres escenarios, que muestran las áreas alcanzadas considerando diferente magnitud de las erupciones. Cada uno de los escenarios se presenta en esta memoria como un mapa individual, que constituye una herramienta cartográfica que permite identificar con precisión las poblaciones, infraestructuras y áreas agrícolas expuestas a la amenaza. Los mapas, junto a esta memoria técnica, tienen como objetivo ser un instrumento técnico y científico para vulcanólogos, técnicos responsables de la gestión de riesgo y las autoridades y organismos responsables de la ordenación territorial y la protección civil, que sea válido para la toma de decisiones y que ayude a orientar medidas correctas de prevención y mitigación del riesgo volcánico y del impacto negativo que podrían tener futuras erupciones. Reducir la probabilidad de pérdidas y daños dentro de la zona de influencia del volcán la es la meta que se persigue.

Los escenarios de amenaza se han construido integrando el conocimiento histórico de las erupciones del Volcán de San Miguel con el conocimiento geológico actual del volcán, que permitió obtener los datos necesarios para modelar cada proceso eruptivo a través de simuladores. Cada mapa que se presenta resulta de procesar datos físicos y geológicos a través de modernos programas de computación, que con cierto nivel de detalle simulan el alcance de los productos emitidos por los diferentes procesos eruptivos. La aplicación de simuladores permite delimitar posibles áreas afectadas reduciendo la subjetividad de los investigadores. Sin embargo, al tratarse de modelos, los límites de las áreas delimitadas en los mapas deben tomarse con precaución, considerándolos como referencia y no como absolutos.

Los trabajos de simulación por computadora fueron realizados en conjunto por técnicos del Departamento de Vulcanología del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM] y técnicos del Área de Vulcanología del Servicio Nacional de Estudios Territoriales [SNET], quienes colectaron, prepararon y aportaron los datos de campo y los modelos digitales de elevación.

La zonificación de los peligros asociados al volcán de San Miguel es el resultado de un trabajo realizado con base al conocimiento científico y haciendo uso de los recursos tecnológicos modernos. Esta memoria detalla los principales conocimientos geológicos que se tienen en la actualidad sobre el volcán de San Miguel, los software usados y la metodología de elaboración de cada uno de los mapas de escenarios de amenaza y la interpretación de

los mismos. La finalidad de este documento es apoyar la comprensión y lectura de los mapas, específicamente para todos los profesionales con responsabilidades en la ordenación territorial y protección civil de las poblaciones que viven y trabajan en el área de influencia del Volcán de San Miguel.

1.1. Estudios previos

El mapa de escenarios de amenaza para cada uno de los procesos eruptivos del volcán de San Miguel, fue el resultado de investigaciones científicas llevadas a cabo durante el periodo 2000 – 2003 por vulcanólogos salvadoreños del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), en conjunto con científicos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS); Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); la Universidad de Illinois (USA) y la Universidad Tecnológica de Michigan (USA). Para lograr identificar y definir cada escenario de amenaza, se tomaron en cuenta factores como la actividad histórica y prehistórica del volcán junto a los datos geológicos y petrológicos recopilados en diversas campañas de campo (reconstrucción de secuencias estratigráficas, cartografía de flujos de lava, muestreo y análisis de rocas). En el caso específico de la caída de cenizas se utilizaron datos de dirección, altura de columna y velocidad de vientos.

El volcán de San Miguel ha estado activo durante los últimos 300 años, pero pocos geólogos estudiaron sus depósitos. La reconstrucción de las secuencias eruptivas del volcán no ha sido completada en detalle, pero con los trabajos llevados a cabo desde el 2000 al 2003 se lograron buenos resultados que permitieron comprender la estructura geológica y actividad eruptiva del volcán. El estudio e interpretación de erupciones pasadas fue el fundamento para visualizar los diferentes procesos eruptivos que pudieran ocurrir en un futuro evento eruptivo y el alcance y posible afectación a las comunidades vulnerables ubicadas dentro de los 12 kilómetros de la zona de influencia del volcán de San Miguel.

En la primera mitad del siglo XX varios investigadores se interesaron por el volcán de San Miguel aunque mayoritariamente realizaron trabajos de descripción geomorfológica e histórica. Es el caso del autor alemán **Sapper, K. (1925)**, que es considerado uno de los primeros geólogos que ha realizado estudios en este volcán, en su obra "Los volcanes de la América Central", expone aspectos interesantes sobre la morfología y la historia eruptiva. Posteriormente, **Meyer-Abich, H. (1956)**, identificó fuentes eruptivas y líneas de fracturas y con ello elaboró un mapa preliminar de flujos de lava que aparece en el libro "Los volcanes de El Salvador y Guatemala". Este mapa muestra como las coladas históricas fueron emitidas por fisuras laterales que atraviesan al volcán con rumbo preferencial noroeste. Por otra parte, también realiza estudios petrológicos donde se concluye que la mayoría de estos flujos son basálticos con olivino y augita, generalmente ricos en plagioclasa.

A partir de los años setenta algunos autores realizan trabajos geológicos, geoquímicos y estratigráficos, como es el caso de **Stoiber, R.E. y Rose, W.I. (1974)**, los cuales estudiaron la erupción de ceniza de 1970 y desde 1966 realizaron inspecciones periódicas al cráter. **Martinez, M. (1977)**, estudió la efusión de lava de diciembre de 1976, donde reporta una pequeña fuente de lava en el cráter central y la formación de un cono de escorias. **Simkin, T. Y Siebert, L. (1994)**, inspeccionaron el volcán y concluyeron que no había colapsado catastróficamente. Sin embargo sugieren que por tratarse de un estrato volcán alto, con laderas inclinadas más de 45° grados y rocas con importante alteración hidrotermal, es un proceso que no debe descartarse en un futuro.

En el año 2000 se inician los primeros trabajos con una visión más integral y orientados a obtener conclusiones sobre las tipologías de actividad eruptiva del volcán y la peligrosidad del mismo. **Chesner, C., Major, J. y Pullinger, C.R. (2000)** realizaron una misión de reconocimiento geológico en la zona del volcán, que incluyó la recolección de un total de 75 muestras de rocas y depósitos piroclásticos para los respectivos análisis químicos.

Los resultados se publicaron en el año 2001, en el reporte titulado **“Volcano-hazard zonation of San Miguel Volcano, El Salvador”** (Major et al, 2001). Documento que presenta el mapa de amenaza por lahares o flujos de escombros, elaborado a partir de la aplicación del software Lahar-z desarrollado por el United States Geological Survey.

Chesner y otros, (2002), continuaron con los estudios de campo en el volcán de San Miguel y se publicó el artículo **“Physical and chemical evolution of San Miguel volcano, El Salvador”**, en el libro *Natural Hazards in El Salvador*, editado por Rose y otros (2004).

Con base a los trabajos antes mencionados y adicional trabajo de campo, Escobar, D. (2003) elaboró el trabajo de tesis de maestría: titulado **“El volcán de San Miguel y sus peligros asociados”** en la Universidad Tecnológica de Michigan (Michigan Tech University). Esta tesis es el documento científico que recopila en detalle toda la información relacionada con la historia eruptiva, marco estructural, tipología de erupciones y estilos eruptivos del volcán de San Miguel, además de analizar los peligros potenciales de este edificio volcánico.

La modelización de los escenarios de amenaza, incorporados también al trabajo de tesis de maestría, se logró desarrollar con el apoyo del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México. En noviembre de 2003, Hugo Delgado y Carlos Pullinger, validaron en campo los modelos obtenidos.

1.2. Perspectiva y alcance del estudio

La recopilación de datos geológicos y geomorfológicos a través de los trabajos de campo y la información histórica son el fundamento para la aplicación de simulaciones, que dan consistencia a la construcción de los mapas de escenarios de amenaza del volcán de San Miguel. Es importante mencionar que el fenómeno volcánico por su complejidad es difícil de entender y que frecuentemente en una erupción intervienen variables difíciles de cuantificar u otras que surgen inesperadamente. Sin embargo, aun con las limitantes del caso, los trabajos previos han permitido visualizar y entender con cierto detalle los grados de magnitud, periodicidad, tipo y alcance de las erupciones pasadas, que luego se toman como referencia para reconstruir los escenarios en erupciones futuras.

La memoria técnica resume aspectos tales como la interpretación geológica-estructural del volcán, el análisis de la historia eruptiva y la caracterización de los procesos eruptivos que tuvieron recurrencia periódica en el pasado. Se presenta también la metodología desarrollada para modelar cada uno de estos procesos, determinar los escenarios de amenaza sobre la base de diferentes magnitudes de posibles erupciones futuras y analizar la peligrosidad de cada uno de ellos.

El alcance que persigue este trabajo es proporcionar todas las explicaciones pertinentes para una correcta interpretación y comprensión de los mapas de escenarios de amenaza que se han elaborado para cada proceso eruptivo y que se presentan en un solo afiche: **“Mapa de Escenarios de Amenaza Volcánica. Volcán de San Miguel o Chaparrastique”**. Por otra parte, persigue describir en detalle la metodología utilizada para elaborarlos, con el fin que sea de aplicabilidad en otros edificios o áreas volcánicas que por sus síntomas de actividad, por su historia eruptiva o por su ubicación cerca de núcleos de población importantes se consideren prioritarios para el análisis de amenazas en el país.