



## Diseño de ruta de evacuación del volcán Machin para el corregimiento de toche mediante sistema de informacion geografica

Design of the evacuation route of volcano Machin for the village of the Toche village through geographic information system

Marroquín-Galvis, J., Aguirre-Valderrama, J., Hernandez-Lopez, J

**Para citar este artículo:** Marroquín-Galvis, J., Aguirre-Valderrama, J., Hernandez-Lopez, J (2018). Diseño de ruta de evacuación del volcán machin para el corregimiento de toche mediante sistema de información geográfica. Revista de Topografía Azimut (9) pp xx-xx

Fecha de recepción: 15 de noviembre de 2017

Fecha de aceptación: 15 de Agosto de 2018

**Resumen.** El volcán Cerro Machín (VCM) se encuentra situado en la Cordillera Central de Colombia. Por la composición química, magnitud y extensión de sus erupciones pasadas, se reconoce como un volcán explosivo de gran potencial de daño, cuya actividad futura podría afectar intensamente durante mucho tiempo (meses hasta años) una región muy estratégica para el sector agrícola del país, que cubre áreas pertenecientes a los departamentos de Tolima, Quindío, Valle del Cauca y Cundinamarca, en las cuales habitan cerca de un millón de personas (Vega, 2013).

En este estudio se identificó el diseño de ruta de evacuación para el corregimiento de Toche a partir de las características topográficas, morfometría de las fuentes hídricas, vías alternas y asentamientos. Se utilizó cartografía topográfica a escala 1:25.000 proporcionada por el IGAC, imágenes Landsat del portal USGS estructurado en el sistema de referencia Magna-SIRGAS. Se identifica la ruta y se realizó el diseño utilizando el programa ARCGIS 10.3.3 y AutoCAD Civil 3D.

**Palabras clave:** SIG, Amenaza volcánica, rutas de evacuación

**Abstract.** The volcano Cerro Machín (VCM) is located in the Cordillera Central of Colombia. By chemical composition, magnitude and extent of its past eruptions, is recognized as an explosive volcano of great potential for damage, whose future activity could affect intensively for a long time (months to years) a very strategic region for the economy of the country, which covers areas belonging to the departments of Tolima, Quindio, Valle del Cauca and Cundinamarca, which inhabited by close to a million people (Vega, 2013).



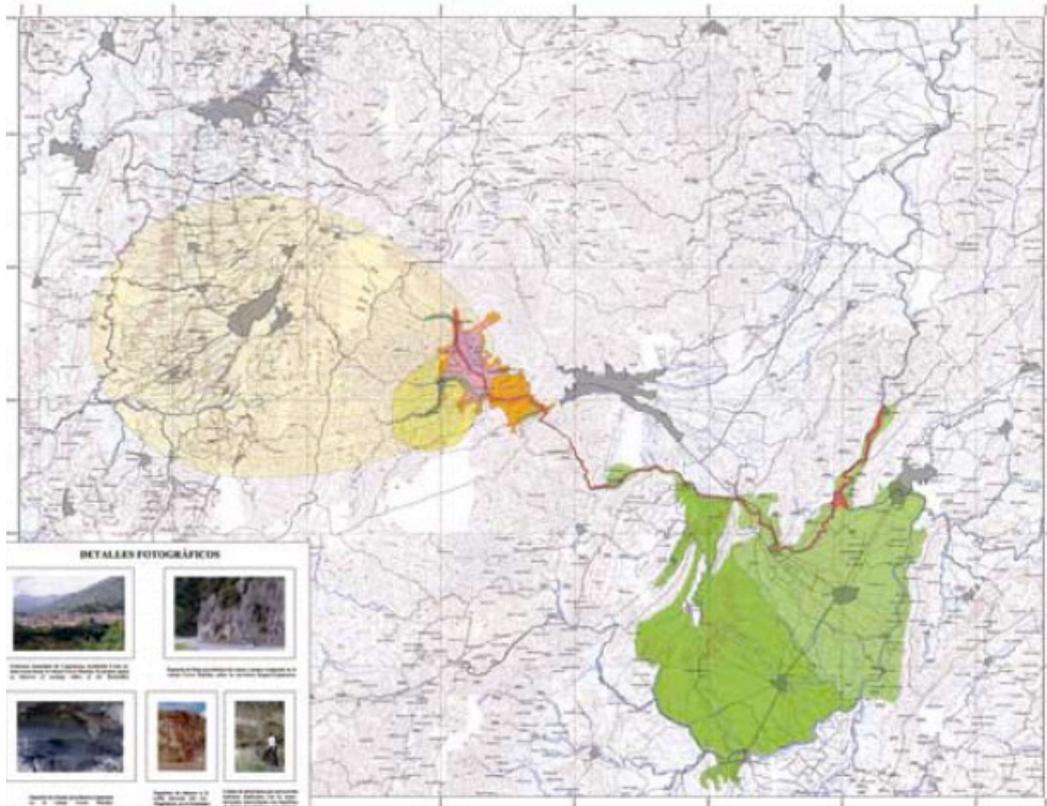
In this study is identified the design of evacuation route for the village of Toche from topographic features, Morphometry of the water sources, alternate routes and settlements. Cartography topographic scale 1: 25,000 provided by the IGAC, used Landsat imagery from the USGS website structured in Magna-SIRGAS reference system. The route is identified using the program ARCGIS 10.3 and the design was conducted with the program AutoCAD Civil 3d generating the maps of routes.

**Key words:** SIG, Volcanic threat, evacuation routes

**Introducción.** La utilización de los sistemas de información geográfica, permite cuantificar de forma inmediata, áreas, longitudes y formas de algunas de las variables analizadas, desarrolladas a partir de operaciones de selección, cruce y combinación.

El VCM ha producido seis periodos eruptivos (cuatro plinianos y dos por colapso de domos) durante el Holoceno, el ultimo hace 800 años; ha producido domos, columnas de erupción mayores de 20 km de altura sobre el cráter, flujos y oleadas piroclásticas y grandes volúmenes de depósitos de lahares (flujos de escombros e hiperconcentrados) que cubren un área un poco mayor a 1.000 km<sup>2</sup> hacia el este, en el valle del río Magdalena. Las investigaciones sobre su historia geológica indican que sus erupciones en repetidas oportunidades han cubierto de materiales vastos territorios en el departamento del Tolima, Quindio, Risaralda, Cundinamarca y Valle del Cauca. (Velandia, 2016).

Las zonas de amenaza del VCM determinadas por el (INGEOMINAS, 2003) son zonas de amenaza por flujos piroclásticos, zonas de amenaza por flujos hiperconcentrados (avalanchas o flujos de lodo) y zonas de amenaza por caída de piroclastos, como se muestra en la Figura 1.

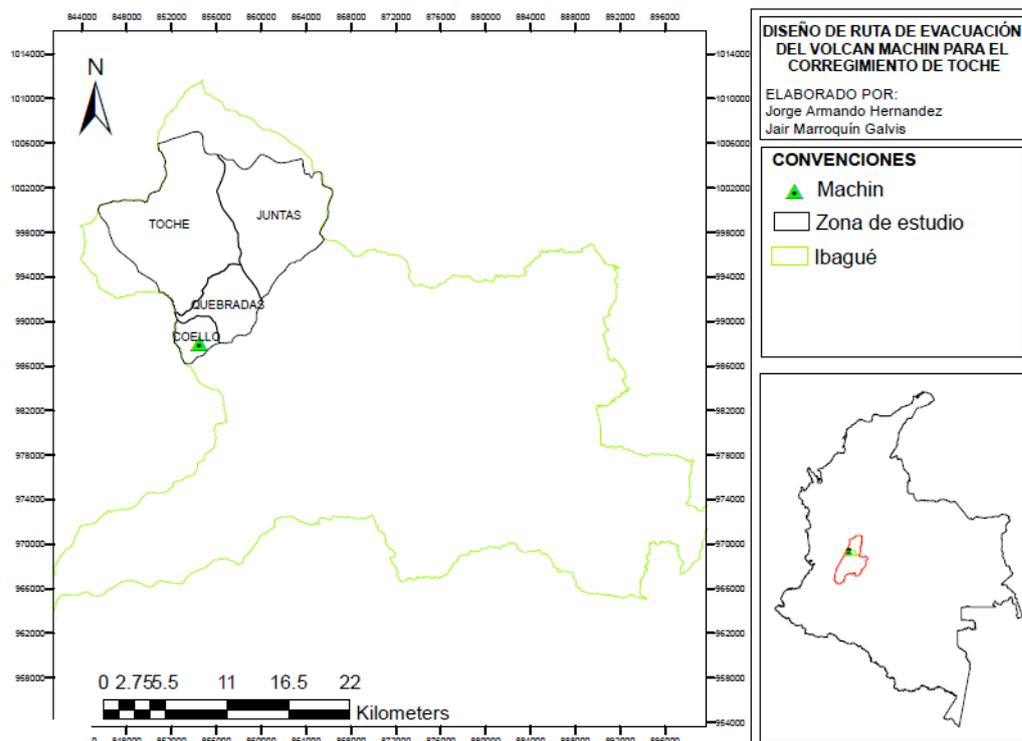


**Figura 1:** Evaluación de la amenaza potencial del volcán Cerro Machín

El VCM es uno de los volcanes activos más peligrosos de Colombia, tomado en cuenta su potencial altamente explosivo, su composición dacítica y la magnitud de las pasadas erupciones (Macías, 2010). Entre los efectos que podremos encontrar en la zona de estudio se encuentran incendio y arrasamiento de elementos expuestos en su trayectoria, cubrimiento y enterramiento del área, incluidos obstrucción de cauces, relleno de depresiones topográficas e interrupción de vías de diferente orden; Oscurecimiento y dificultades respiratorias por partículas finas suspendidas en el aire, lo cual también afectaría el transporte aéreo. (Cortolima, 2006).

El propósito de esta investigación es dar respuestas a los siguientes interrogantes relacionadas con rutas de evacuaciones para el corregimiento de Toche: ¿Cuáles son las técnica adecuada para planificar las rutas de evacuación para los asentamientos urbanos y rurales?, ¿Qué parámetros utilizar para obtener la ruta de evacuación?, ¿Cuál es la ruta óptima para la evacuación?

**Materiales y métodos.** El corregimiento de Toche se encuentra localizado latitud Norte  $4^{\circ} 31' 23''$  y latitud Oeste  $75^{\circ} 24' 46''$ ; limitado al norte con Juntas, al sur con Tapias – Cajamarca, al oriente con Tapias y al occidente con Salento (Quindío) y Cajamarca; El acceso vial al corregimiento se realiza por Cajamarca, Tapias/Boquerón y Salento (Quindío), ver figura 2.



**Figura 2:** Área de estudio

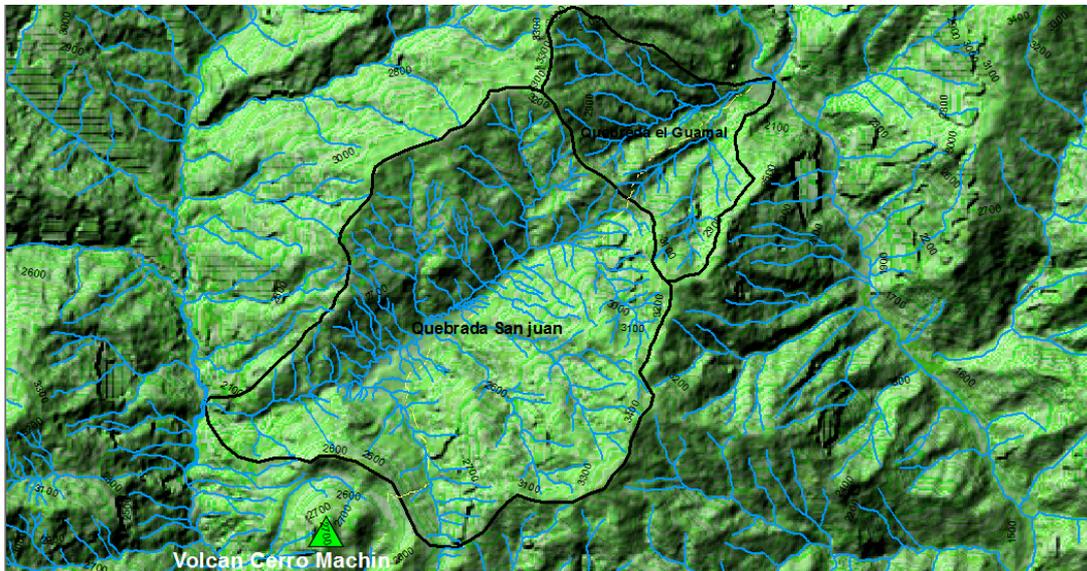
Para identificar la ruta de evacuación en el corregimiento de Toche se utilizaron dos planchas topográficas a escala 1:25.000 en formato análogo (244IIA, 244IIC), presentan un sistema de referencia proyección Conforme de Gauss, con esferoide Internacional, el origen de la zona en coordenadas geográficas es de Longitud  $-74^{\circ}04'51.30''$  y Latitud  $4^{\circ}35'56.57''$ , el datúm horizontal es Bogotá y el datúm vertical es nivel medio del mar en Buenaventura; las planchas fueron generadas por el IGAC de fotografías aéreas, restitución estéreo – fotogramétricas. Se manipularon imágenes satelitales del portal del USGS (<http://glovis.usgs.gov/>) identificando las imágenes de mejor calidad, se utilizó un Modelo de elevación digital DEM de la página de la nasa (<https://asterweb.jpl.nasa.gov>) y se consultaron documentos de la Corporación Autónoma Regional Cortolima, secretaria de ambiente y gestión del riesgo Tolima.

Se realizó la recopilación de información utilizando el software arcGis 10.3 como herramienta de integración de la información donde se almacenó y se codificó, se convirtió el sistema de proyección conforme de Gauss a proyección MAGNA – SIRGAS / Colombia Bogotá Zone. Se realiza la proyección y el sistema de referencia para las imágenes satelitales, posteriormente se procedió a seleccionar el área de estudio y realizar el recorte del área; Para identificar los atributos se realizó mediante la generación de composiciones a color.

Una vez analizadas las características de las imágenes satelitales y de las planchas análogas se realiza la caracterización morfométrica de los recursos hídricos identificando del área de estudio; posteriormente se realiza el trazado de las posibles rutas y se diseñan en el software Autocad civil 3D.



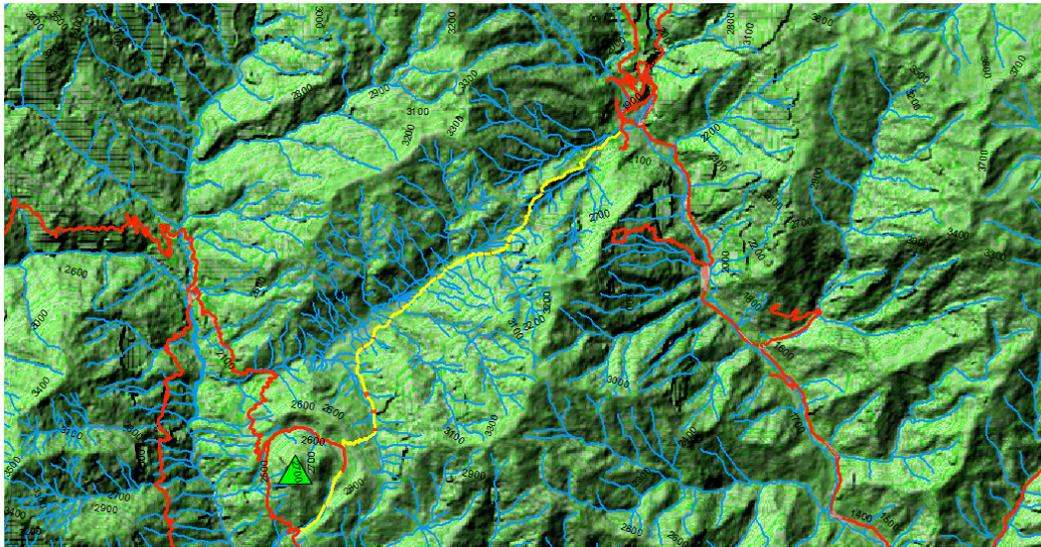
**Resultados.** En la zona de estudio se identificaron dos afluentes la quebrada el Guamal y la quebrada San Juan; Las características morfométricas se pueden observar en la tabla 1 y la figura 3. A partir de las características hidrológicas y los resultado de la interpretación visual de las imágenes satelitales se realizó el diseño de la vía, ver figura 4.



**Figura 3.** Área de estudios y redes hídricas

Parámetros morfométricos	Quebrada el Guamal	Quebrada San Juan
Categorización de cuencas Cortolima	Microcuenca	Subcuenca
Área (ha)	844	3219
Perímetro (km)	14000	24434
Numero de orden	5	4
Densidad de drenaje	4	4
Forma	Circular	Oval Oblonda
Sinuosidad	1	1
Coefficiente de compacidad de Gravelius	1	1
Frecuencia de cauces	9	10
Pendiente Media %	5	1

Tabla 2. Resultado análisis hidrográfico de la zona.



**Figura 4.** Diseño de la vía

Para el diseño de la ruta se dividió en tres tramos (ver tabla 2 y figura 5), un trazado inicial (1); desde el punto conocido como Aguas calientes en la vía Tapias-Toche, hasta la cima del machín dirección occidente a oriente; un tramo (2) desde el borde del anillo de volcán atravesando el valle que los lugareños denominan Normandía, es el tramo más largo pues luego se debe ascender a 2900 msnm en el denominado alto del oso y un tramo final (3) que conecta el alto del oso con el caserío Juntas. Con los resultados obtenidos (figura 6), se implementa el diseño en Autocad Civil 3D de una placa huella de 6 metros de ancho para una velocidad promedio de 30 km/hora. (INVIAS, 2008).

Tramo	Longitud (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Cota máxima	Cota mínima	Pendiente (%)
1	1748	21080	2490	2220	15
2	8258	98904	2880	2490	5
3	3549	42468	2880	1920	27
<b>Total</b>	13555	162452			

**Tabla 3.** Características de los tramos

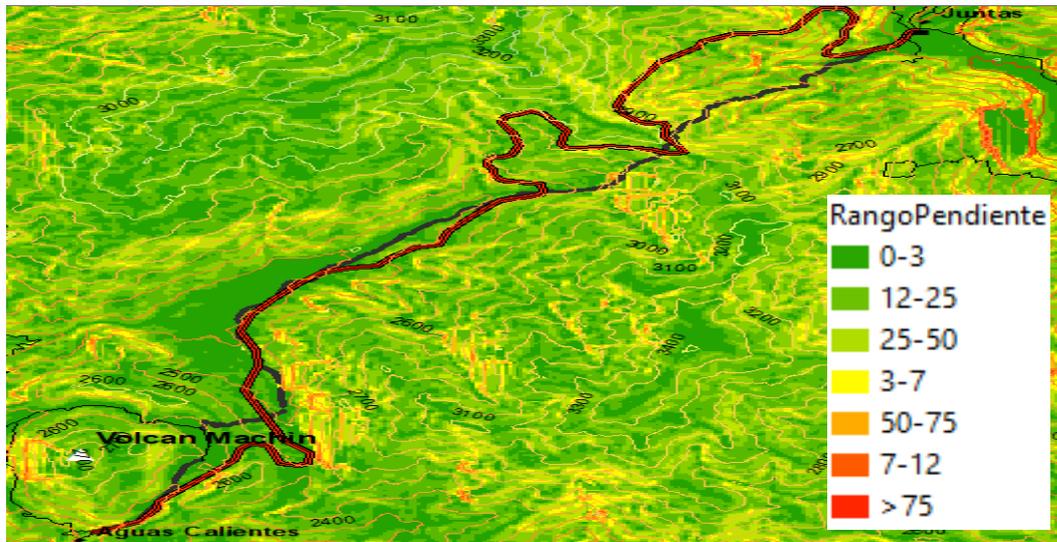


Figura 5. Pendiente de la vía

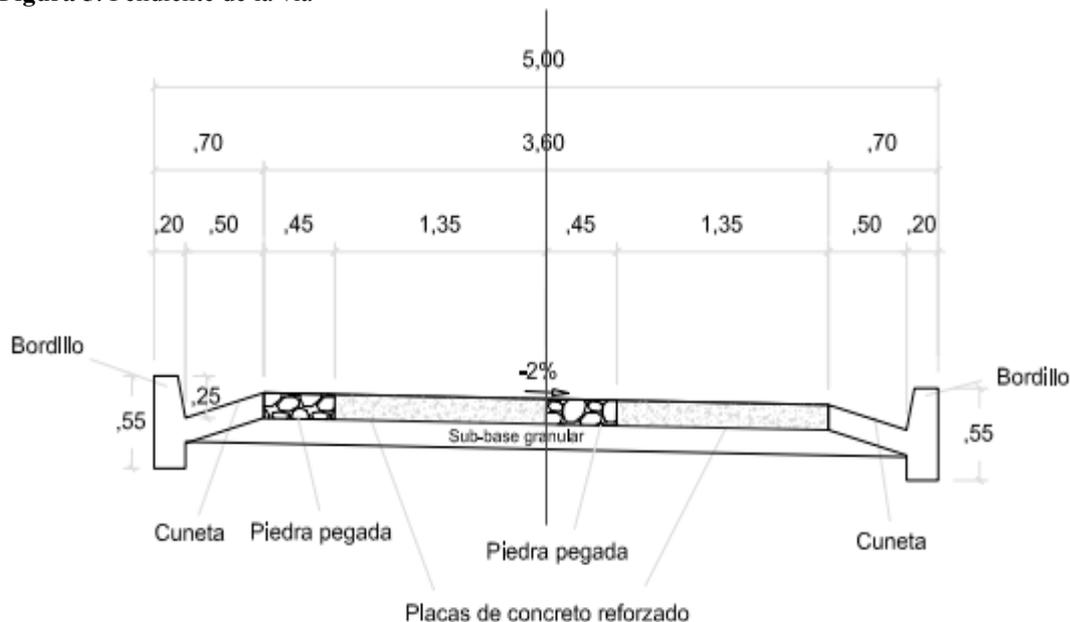


Figura 6. Sección transversal del diseño de la vía

**Conclusiones.** Los beneficios de implementar esta ruta no solo radican en la importancia de evacuación de las personas que viven en esta zona en caso de un evento eruptivo; también daría un impulso económico a esta olvidada zona ya que permitiría comercializar los productos agrícolas de esta zona y además fomentaría el turismo; todo ello beneficiando directamente los bolsillos de la comunidad local.

La ruta disminuye dos horas y media el tiempos de recorrido con respecto a las otras vías de evacuación; considerando una velocidad promedio de 30 km/hora, los jeeps de la zona les tomaría aproximadamente 1hora y media de recorrido para llegar al corregimiento de Juntas, zona considerada segura en un evento eruptivo.



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

## Referencia Bibliográfica

CORTOLIMAN (2006). Plan de ordenación y manejo de la cuenca del río Coello. Acuerdo Cortolima 2006 No. 032 de noviembre 9 de 2006.

INGEOMINAS (2003). Memoria explicativa del mapa de amenaza volcánica Cerro Machín. Ministerio de minas y energía. Instituto de investigación e información geocientífica, minero – ambiental y nuclear – Ingeominas. Bogotá D. C.

INVIAS (2008). Manual de diseño geométrico de carreteras. Ministerio de transporte, instituto nacional de vías; subdirección de apoyo técnico. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico>

Macías J. (2010). The 2500 yr B.P. Chicoral non-cohesive debris flow from Cerro Machin Volcano, Colombia. En, journal of Volcanology and Geothermal Research 04; 171.

Velandia C. A. (2016). Interpretación geográfica del paisaje cultural cafetero de Colombia, PCCC, sujeto al riesgo de amenaza del volcán cerro Machín. (Tesis doctoral). Universidad de Alicante, Instituto de geografía departamento de geografía humana.

Vega M. L. (2013). Evaluación integral del riesgo volcánico del Cerro Machín, Colombia. Investigaciones Geográficas. En Boletín del Instituto de Geografía No. 81, pp. 66 \* 78. UNAM. México