

Lahares del volcán Cotopaxi, riesgos en la actividad turística para el cantón Rumiñahui

Lahars of the Cotopaxi volcano, risks in the tourist activity for the Rumiñahui canton

Jonathan Santiago Proaño Varela¹, Andrea Belén Santander Racines², Pablo Marcelo Espinoza Carriel³

¹ Universidad Metropolitana UMET, jonathanspv@hotmail.com, Quito, Ecuador.

² Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, andreasantander7@gmail.com, Quito, Ecuador.

³ Universidad de las Fuerzas Armadas, espinoza-marcelo@hotmail.com, Sangolquí, Ecuador.

Autor para correspondencia: jonathanspv@hotmail.com

Fecha de recepción: septiembre 2022

Fecha de aceptación: noviembre 2022

RESUMEN

El desarrollo turístico del cantón Rumiñahui al igual que el crecimiento de la población evidencia un impacto potencial de los lahares, se presentan como riesgos que pueden afectar en una erupción volcánica del Cotopaxi, a viviendas, planta y atractivo turístico, más aún cuando no ha existido una adecuada planificación territorial que contemple un escenario de afectación. La presente investigación utiliza el geo posicionamiento para contextualizar al territorio del Cantón con un enfoque geológico y turístico entendiendo el funcionamiento del fenómeno volcánico en relación a la actividad turística, mediante la observación bibliográfica y la digitalización espacial con ayuda del software QGIS, para obtener los objetos expuestos en formato shape file para su respectivo análisis, finalizando con el desarrollo cartográfico temático de riesgos, vinculando los atractivos y de la planta turística con la trayectoria de los lahares, y establecer un escenario de afectación. Se concluye definiendo los atractivos afectados, así como las categorías y tipos de atractivos son afectados con su respectiva ubicación, las Parroquias del más vulnerables por lahares, así como la planta turística.

Palabras clave: Riesgo, amenaza, vulnerabilidad, análisis espacial, geo posicionamiento, shapefiles, lahar, atractivo y planta turística.

ABSTRACT

The urban growth of the Rumiñahui canton has gone hand in hand with its tourist development, the potential impact of lahars, are presented as risks that can affect in when an eruption of the Cotopaxi volcano; homes, touristic plant and attraction, even more so when there has been no adequate territorial planning that contemplates an affectation scenario. The follow investigation uses geo-positioning to contextualize the territory of the Canton with a geological and tourist approach, understanding the operation of the volcanic phenomenon in relation to tourist activity, through bibliographical observation and spatial digitization with the help of QGIS software, to obtain the objects exposed in shape file format for their respective analysis, ending with the thematic cartographic development of risks, linking the attractions and the tourist plant

with the trajectory of the lahars, and establishing a scenery of affectation. It concludes by defining the affected attractions, as well as the categories and types of attractions affected around the most vulnerable Parishes from lahars. and tourist affected plant.

Key words: Risk, threat, vulnerability, spatial analysis, geo-positioning, shape files, lahar, attraction and tourism plant.

INTRODUCCIÓN

Según datos del (Cantón Rumiñahui, 2020) la parte continental del Ecuador está situada en una zona activa, afectada por la subducción de la Placa Oceánica de Nazca por debajo de la Placa de Sudamericana, por lo que desarrolla una fuerte sismicidad y vulcanismo, que a lo largo de la historia han afectado a varias poblaciones e infraestructura. Una de las evidencias del proceso de la subducción es el arco volcánico ecuatoriano, el cual consta de 84 centros eruptivos, según el (Instituto Geofísico EPN, 2021) el Cotopaxi uno de los volcanes más destacados y monitoreados del país, por su ubicación y el gran potencial destructivo que puede ocasionar.

El estudio de (Andrade D. H., 2005) sobre la historia geológica del volcán Cotopaxi, demuestran que las erupciones pueden generar enormes lahares o flujos de lodo, debido a la actividad volcánica y el casquete glaciar, lo cual representa una grave amenaza para el desarrollo urbano y turístico.

Uno de los destinos turísticos amenazados por lahares, es el cantón Rumiñahui, que oferta a los visitantes varios atractivos turísticos que son complementados con la planta turística. Es entonces importante conocer la condición de vulnerabilidad por la amenaza de los flujos de lodos en estos atractivos. De este modo es importante analizar el riesgo de los atractivos y la planta turística del Cantón Rumiñahui por medio de una metodología propuesta, que consta de 4 fases para establecer un escenario de afectación ante la ocurrencia de lahares del volcán Cotopaxi; útil para la toma de decisiones y reducción del riesgo.

ANTECEDENTES

Según el estudio de (Fonseca, y otros, 2018), se establece un escenario sobre las afectaciones, definiendo por geo posicionamiento y se determina la afectación así:

- 33 atractivos (lahar sur)
- 31 manifestaciones culturales y 2 naturales
- 19 atractivos turísticos de tipo históricos

- 7 de etnográficos
- 3 de acontecimientos programados

Por otra parte, según el Análisis de vulnerabilidad cantón Rumiñahui, analiza lo siguiente:

las vulnerabilidades de la Parroquia Sangolquí, Cantón Rumiñahui, concluye que el 7,26% del Cantón Rumiñahui tiene mayor peligro de lahares, (principalmente en las quebradas de los ríos Pita, Santa Clara y San Pedro) y que el 38,48% del cantón tiene menor peligro de lahares, especialmente en la Parroquia Urbana Sangolquí. (Bermúdez, 2013)

Así mismo, los aportes realizados en estudios previos sobre la actividad volcánica del Cotopaxi señalan que:

Los riesgos asociados con la erupción del volcán Cotopaxi, donde describe importantes terminologías como el riesgo volcánico, tipos de actividad volcánica y los peligros relacionados. Revela detalles de los lahares o flujos de lodo y sus peligros y las características del volcán Cotopaxi, ejecutando un modelo numérico para establecer un escenario del recorrido de los lahares en la cuenca norte, sur y oriente. (Aguilera & Toulkeridis, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elabora la cartografía, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), donde posteriormente se almacenan, despliegan en imágenes espaciales del Cantón Rumiñahui. Así se obtuvieron los mapas de riesgo del Cantón y el análisis, para establecer los escenarios de afectación de los atractivos y la planta turística tras la ocurrencia de lahares.

El desarrollo cartográfico se basó en un modelo digital de evaluación (DEM), obtenido de (Souris, 2018) con una resolución de 50 m por píxel, para conseguir una mayor resolución a los productos. El procesamiento de los productos se manejó en formato shape file, para otorgar una cartografía temática, para una fácil lectura de los mapas requeridos, los cuales fueron desarrollados en un software Qgis.

Según (Moreta, 2017), en su “análisis de riesgo en la ciudad de Riobamba”, (Renda, 2019); en el “Manual para la elaboración de mapas de riesgo”, y la metodología usada en el “Análisis distribucional de riesgo de los atractivos turísticos” de (Fonseca M. M., 2018), propone cuatro

fases: análisis de la situación geográfica, recopilación de fuentes de los elementos expuestos y armado de base de datos de los atractivos y planta turística, elaboración de mapas de riesgo y exposición cartográfica, análisis de riesgo y escenario de afectación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Geología

(Guerrón, 2022) plantea una “contextualización del territorio desde una perspectiva histórica y evolutiva del Ecuador hasta llegar al punto de interés del Cantón, debido a la compleja actividad geológica en la que se encuentra ubicada la zona de estudio.”

Contexto geodinámico del Ecuador

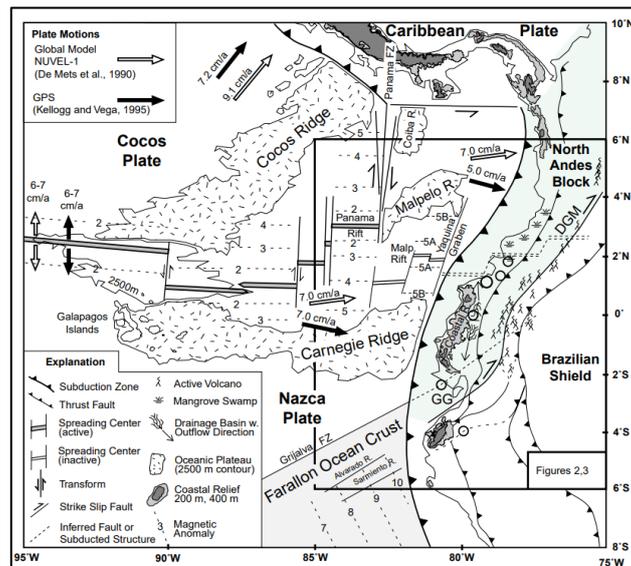
Según (Mourier, y otros, 1988), los andes ecuatorianos “se formaron por acreciones de bloques durante el Mesozoico, cuya historia evolutiva tiene relación directa con la subducción de la placa oceánica de Nazca por debajo de la placa Sudamericana”.

(Londonslade, 2005) describe que hace 23-5,3 millones de años (Mioceno) una placa oceánica antigua denominada Farallón se fragmenta en placas y micro placas, dando lugar a dos principales que actúan actualmente contra el margen continental: Cocos y Nazca.

Según (Trenkamp, 2022), “la placa de Nazca se subduce a la Placa Sudamericana a una velocidad de 78 mm/año con una dirección N80°E”, la cual, según (Witt, Bourgois, Michaud, & Ordoñez, 2006) “interactúa conjuntamente con la cordillera de Carnegie que tiene dirección E-O”.

Según (Gutscher, Malavieille, Lallemand, & Collot, 1999) “la llegada de la cordillera de Carnegie a la fosa ecuatoriana, provocó el desplazamiento del Bloque Nord Andino (NAB), el cual ocupa gran parte del territorio ecuatoriano”, Fig.1.

Fig. 1. Contexto geodinámico del Ecuador.



Fuente: (Gutscher, Malavieille, Lallemand, & Collot, 1999)

Volcán Cotopaxi

Es un estratovolcán activo que forma parte de la Cordillera Real. Posee una base de 16x19 km y alcanza desde el pie del volcán alturas de 2000 a 3000 mil metros, otorgando a sus flancos pendientes de 30° de inclinación. (Andrade, y otros, 2005)

Según (Cáceres, y otros, 2004), “el coloso volcánico está cubierto por un casquete glaciar de aproximadamente 14 km² y un volumen de alrededor de 0.7 km³”.

En cuanto al componente turístico, el Parque Nacional Cotopaxi cuenta con nueve atractivos naturales y nueve atractivos culturales en donde se desarrolla el turismo de aventura, naturaleza, deportivo y educativo. Los visitantes del parque comprenden una edad entre 11 y 30 años; principalmente nacionales de la ciudad de Quito e internacionales de Francia, Alemania, USA y Canadá. (Ministerio de Ambiente, 2010).

Geología del Cantón Rumiñahui

De acuerdo a (GAD Rumiñahui, 2012), “el cantón está localizado en el Valle Interandino entre los volcanes Pasochoa e Ilaló, compuesto principalmente por material volcánico de la Cordillera Real y Occidental, desde depósitos aluviales, cangahua, depósitos laháríticos, coluviales y sedimentos”.

Atractivos turísticos del Cantón Rumiñahui en riesgo por lahares del volcán Cotopaxi

Se determina que 13 atractivos turísticos, Tabla 1, del Cantón Rumiñahui serían afectados por el lahar del volcán Cotopaxi:

Tabla 1. Atractivos turísticos en riesgo del Cantón Rumiñahui por el Lahar del Volcán Cotopaxi

Nº	Nombre	Afectación Por El Lahar	Parroquia
1	Fiesta Del Maíz Y Turismo	No	Sangolquí
2	Mausoleo Juan De Salinas	No	Sangolquí
3	Mercado El Turismo	No	Sangolquí
4	Monumento Aya Huma	No	Sangolquí
5	Parque El Ejido	Si	Sangolquí
6	Parque El Turismo	No	Sangolquí
7	Toros Populares	Si	Sangolquí
8	Centro Cultural Villa Carmen	No	Sangolquí
9	Bosque Cedrillos	Si	Rumipamba
10	Cascada Cóndor Machay	Si	Rumipamba
11	Cascada Kimsa	Si	Rumipamba
12	Cascada Las Gemelas	No	Rumipamba
13	Cascada Nido De Curiqingue	Si	Rumipamba
14	Cascada Sueño De Novia	Si	Rumipamba
15	Centro Comercial River Mall	Si	Sangolquí
16	Cuevas Del Arcoiris	Si	Rumipamba
17	Hornado – Sangolquí	No	Sangolquí
18	Iglesia San Juan Bautista De Sangolquí	No	Sangolquí
19	Monumento Al Colibrí	No	Sangolquí
20	Pileta Luminosa (Santa Maria)	No	Sangolquí
21	Plaza Central De Sangolquí	No	Sangolquí
22	Quinta Bolivia	Si	Sangolquí
23	Vertiente Los Saucos	Si	Rumipamba
24	Iglesia Señor De Los Dos Puentes	No	San Rafael
25	Parque Eduardo Kingman	Si	San Rafael
26	Parque Alegría	Si	San Rafael
Total, No	13	50%	
Total, Si	13	50%	

Desarrollado por: Guerrón (2022)

Riesgo por lahares del Volcán Cotopaxi en los establecimientos de alojamiento.

El riesgo en el alojamiento en el Cantón corresponde al 24% (12 entidades) de todos los establecimientos, como se puede ver en la Tabla 2. La mayor concentración del alojamiento afectado se encontraría en la Parroquia de Sangolquí con el 66%, seguido de la parroquia de San Rafael con el 33% y Rumipamba con el 8%. (Guerrón, 2022).

Tabla 2. Riesgos en los establecimientos de alojamiento del Cantón Rumiñahui por lahares del Volcán Cotopaxi.

Nº	Nombre	Tipo	Parroquia
1	El Cucayo	Hostería	Rumipamba

2	Casa Club los Chillos	Hostal	Sangolquí
3	Ruta Cotopaxi	Hotel	Sangolquí
4	Los Nevados	Hotel	Sangolquí
5	Sierra Luna	Hostal	Sangolquí
6	Del River	Hotel	Sangolquí
7	Residencia San Jorge	Hostal	Sangolquí
8	Quinta Dieguito	Hostería	Sangolquí
9	San Rafael	Hostal	San Rafael
10	Quinta los Chillos	Hostería	San Rafael
11	Atocha	Hostal	San Rafael
12	Antisana Capelo	Hotel	San Rafael
Total de establecimientos de alojamiento analizados		49	100%
Establecimientos de alojamiento en riesgo		12	24%
Establecimientos en riesgo por Parroquia			
	Sangolquí	8	67%
	San Rafael	4	33%
	Rumipamba	1	8%

Desarrollado por: Guerrón (2022)

Riesgo por lahares del Volcán Cotopaxi en los establecimientos de A&B

Se fijó 378 establecimientos de alimentación colectiva en el Cantón Rumiñahui, de los cuales, 190 que se encuentran en peligro ante la ocurrencia de lahares. La parroquia que posee mayor afectación es San Rafael, ya que cuenta con una gran concentración de entidades (130), a diferencia de las parroquias de Sangolquí (59) y Rumipamba (1). (Guerrón, 2022).

Agencias de Viaje del Cantón Rumiñahui en riesgo por lahares del Volcán Cotopaxi

De 17 entidades analizadas del cantón Rumiñahui, se determina que 12 Agencias de viajes se encuentran en afectación en dicho siniestro, la mayoría en San Rafael y Sangolquí, Tabla 3.

Tabla 3. Agencias de Viaje del Cantón Rumiñahui afectadas por el siniestro de lahar.

N°	Nombre	Parroquia
1	Viajes CamonTravel	San Rafael
2	Checkin Representaciones Turísticas	San Rafael
3	Rincón Viajero	San Rafael
4	Sol Caribe	San Rafael
5	Conociendo al Mundo	San Rafael
6	Iguana Viajes	San Rafael
7	Em Travels&Tours	Sangolquí
8	Class Travel	San Rafael

9	VIP Tourism Services		San Rafael
10	Voyagers Travel		San Rafael
11	Journey Cruises		San Rafael
12	Viaja Conmigo		San Rafael
	Total de agencias de viaje analizadas	17	100%
	Agencias de viaje en riesgo	12	70,6%
	Establecimientos en riesgo por Parroquia		
	San Rafael	11	91,67%
	Sangolquí	1	8,33%

Desarrollado por: Guerrón 2022

Miradores y senderos del Cantón en riesgo

Se puede establecer que a la altura a la cual están ubicados los tres miradores del cantón, pueden servir de zona segura de riesgo ante el fenómeno volcánico. Con respecto a los 2 senderos analizados, tanto el Vilatuña como el Cóndor Machay se encuentran en una zona de riesgo, debido a que su recorrido posee una distancia paralela muy corta al Río Pita, el cual es un drenaje natural donde los lahares del volcán se desplazan. Por lo tanto, ambos senderos se encuentran afectados por una probable ocurrencia del flujo de lodos en un 100% de su longitud. (Guerrón, 2022)

Áreas recreacionales y deportivas del Cantón Rumiñahui en riesgo por lahares del volcán Cotopaxi

Varios establecimientos presentan riesgo en su totalidad con respecto a su superficie, como por ejemplo el parque lineal San Pedro de Taboada y el Polideportivo El Ejido, los cuales mantienen un porcentaje del área en riesgo del 100%. El área del Parque Santa Clara y el Complejo Deportivo Luis Cordero poseen un porcentaje en riesgo de más del 60%, con el 92% y 68% respectivamente. El parque La Alegría, el Complejo Recreacional San Sebastián y el Club los Chillos se encontrarían afectados con menos del 30% de su superficie. La parroquia de Sangolquí contiene 6 áreas recreacionales en riesgo y 1 se encuentra en San Rafael, Tabla 4. (Guerrón, 2022).

Tabla 4. Áreas recreacionales y deportivas del Cantón Rumiñahui en riesgo por lahares del volcán Cotopaxi.

Nº	Nombre	Área (Km ²)	Área en riesgo (Km ²)	Porcentaje del Área en riesgo
1	Parque Lineal San Pedro de Taboada	33,20	33,20	100%

2	Parque Santa Clara	50,82	46,712	92%
3	Polideportivo El Ejido	72,214	72,214	100%
4	Complejo Recreacional San Sebastián	11,049	2,132	19%
5	Club los Chillos	157,802	19,193	12%
6	Parque La Alegría	9,026	2,653	29%
7	Complejo Deportivo Luis Cordero	8,004	5,437	68%
Total de áreas recreacionales y deportivas analizadas			7	100%
Áreas recreacionales y deportivas en riesgo			7	100%
Áreas recreacionales y deportivas en riesgo por parroquias				
Sangolquí			6	85,71%
San Rafael			1	14,29%

Desarrollado por: Guerrón (2022)

Servicios higiénicos.

Se presentan ocho servicios higiénicos, siendo estos el 44,44% y ubicados en Sangolquí, Tabla 5.

Tabla 5. Servicios higiénicos afectados

N°	Nombre	Parroquia
1	Complejo Recreacional San Sebastián – Parque Infantil	Sangolquí
2	Calle España y Colombia	Sangolquí
3	Parque Santa Clara – junto a edificio Empresa Eléctrica Quito	Sangolquí
4	Polideportivo El Ejido	Sangolquí
5	Senderos Cóndor Machay y Vilatuña	Sangolquí
6	Parque Lineal San Pedro de Taboada	Sangolquí
7	Boulevard Santa Clara	Sangolquí
8	Parque Santa Clara Junto a la pista de correr	Sangolquí
Total de servicios higiénicos analizados		18 100%
Servicios higiénicos en riesgo		8 44,44%
Servicios higiénicos en riesgo por parroquias		
Sangolquí		8 100%

Desarrollado por: Guerrón (2022)

Centros de salud

Los centros afectados son el Hospital Cantonal San Jorge y el Hospital Cantonal Sangolquí, los cuales se encuentran situados en la parroquia de Sangolquí.

Estaciones de servicios

Se analizan 11 estaciones y cuatro presentan riesgo; Sangolquí (1) y San Rafael (3).

Vías de acceso

Las principales vías del cantón en riesgo, determinan afectación de distinto nivel, dependiendo de la vía, Tabla 6. (Guerrón, 2022).

Tabla 6. Vías Principales afectadas

Nombre	Parroquia	Porcentaje de Afectación
Autopista General Rumiñahui	San Rafael	100%
Autopista General Rumiñahui	Sangolquí	15%
Abdón Calderón	Sangolquí	13%
Av. Gral. Enríquez	San Rafael	100%
Av. Gral. Enríquez	Sangolquí	68%
Av. Ilaló	San Rafael	100%
Av. Mariana de Jesús	San Rafael	47%
Boulevard Santa Clara	San Rafael	71%
Boulevard Santa Clara	Sangolquí	91%
Juan De Salinas	Sangolquí	100%
Luis Cordero	Sangolquí	100%
Ruta de los Volcanes	Rumipamba	23%
Troncal Distrital	Sangolquí	18%

Desarrollado por Guerrón (2022)

CONCLUSIONES

Se ha determinado que de 26 atractivos turísticos analizados del cantón Rumiñahui, 13 se encuentran en riesgo por la ocurrencia del lahar del volcán Cotopaxi. El mayor riesgo de afectación existe en los Atractivos Naturales con 7 unidades, frente a 6 de Manifestaciones Culturales.

Los 12 establecimientos de alojamiento del cantón Rumiñahui en riesgo, representan el 24% del total de entidades analizadas. Con respecto a las parroquias con mayor riesgo, Sangolquí presenta una gran concentración de establecimientos de alojamiento en riesgo.

El riesgo en el alojamiento en el Cantón corresponde al 24% (12 entidades) de todos los establecimientos. La mayor concentración del alojamiento en riesgo se encontraría en la Parroquia de Sangolquí con 8 unidades, seguido de la parroquia de San Rafael con 4 y Rumipamba con 1 elemento.

Los 190 establecimientos de alimentación colectiva en riesgo, de ellos, 130 están en San Rafael. Las agencias de viaje vulnerables son 12, divididas 11 en San Rafael y 1 en Sangolquí. Los 3 miradores del Cantón Rumiñahui se encuentran en una zona segura sin riesgo de lahares,

El trayecto de los senderos Vilatuña y Cóndor Machay se encuentran expuestos al riesgo de lahares.

Tanto Sangolquí, como San Rafael cuentan con 2 piscinas en riesgo.

Con respecto a centros de salud, el Hospital Cantonal San Jorge y el Hospital Cantonal Sangolquí de la parroquia de Sangolquí, serían los afectados por los lahares del volcán Cotopaxi.

Las estaciones de servicio en riesgo por los lahares, se encuentran 3 en San Rafael y 1 en Sangolquí. (estación eléctrica los Chillos). Con respecto a las torres de comunicación, San Rafael es la única parroquia con 5 antenas en riesgo.

En cuanto a las vías principales en riesgo, la Autopista General Rumiñahui en la parroquia de San Rafael mantendría una afectación del 100% de la longitud de la vía y en la parroquia de Sangolquí el 15%. La prolongación en riesgo de la Calle Abdón Calderón en Sangolquí es del 13%. La Av. Gral. Enríquez en San Rafael mantiene un riesgo de la longitud de la vía del 100% y 68% en Sangolquí. La avenida Ilaló (San Rafael) estaría afectada en un 100%. La Av. Mariana de Jesús mantiene un riesgo del 47% del trayecto total de la vía. La extensión en riesgo de la Av. Boulevard Santa Clara en San Rafael es del 71% y en Sangolquí en 91%. En Sangolquí las calles Juan de Salinas y Luis Cordero se encuentran en riesgo del 100% del largo de las vías. En Sangolquí, la Troncal Distrital tendría un riesgo de ser afectada en un 18% del total longitudinal de la vía. Finalmente, el riesgo de la dimensión de la Ruta de los volcanes en Rumipamba es del 23%.

REFERENCIAS

- Aguilera, E., & Toulkeridis, T. (2004). *El volcán Cotopaxi, una amenaza que acecha*. Obtenido de Research: https://www.researchgate.net/publication/277660468_El_Volcan_Cotopaxi_una_amenaza_que_acecha
- Moreta, D. (2017). *Análisis de riesgo en el Cantón Riobamba, frente a lahares y flujos de lodo asociados al Volcán Chimborazo*. Obtenido de Pontificie Universidad Católica: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14813>

- Mourier, T., C. L., F. M., P. R., P. M., & Medrano, A. F. (abril de 1988). *An accreted continental terrane in northwestern Peru*. Obtenido de Science direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0012821X88900568>
- PDYOT Cantón Rumiñahui. (2020). *GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO*. Obtenido de Archivo PDF: <http://www.ruminahui.gob.ec/rumi3/wp-content/uploads/2021/06/PDYOT-2020-2025.pdf>
- PDYOT Cantón Rumiñahui. (2020). *GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO*. Obtenido de Archivo PDF: <http://www.ruminahui.gob.ec/rumi3/wp-content/uploads/2021/06/PDYOT-2020-2025.pdf>
- Renda, E. (2019). *Manual para la elaboración de mapas de riesgo*. Obtenido de <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Manual-elaboracion-mapas-riesgo.pdf>
- Rumiñahui., G. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Cantón Rumiñahui 2012-2022*. Obtenido de sni.gob.ec: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1760003920001_Diagnostico%2015-01-2015_17-10-47.pdf
- Souris, M. (2018). *Donnees SIG*. Obtenido de Savgis: <http://www.savgis.org/ecuador.htm>
- Spikings, R., Winkler, W., Hughes, R. A., & Handler, R. (2005). *Thermochronology of allochthonous terranes in Ecuador: Unravelling the accretionary and post-accretionary history of the Northern Andes*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/248241903_Thermochronology_of_allochthonous_terranes_in_Ecuador_Unravelling_the_accretionary_and_post-accretionary_history_of_the_Northern_Andes
- Trenkamp, R. K. (enero de 2022). *Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/291520483_Wide_plate_margin_deformation_southern_Central_America_and_northwestern_South_America_CASA_GPS_observations
- Witt, C., Bourgois, J., Michaud, F., & Ordoñez, M. (junio de 2006). *Development of the Gulf of Guayaquil (Ecuador) during the Quaternary as an effect of the North Andean block tectonic escape*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/237009242_Development_of_the_Gulf_of_Guayaquil_Ecuador_during_the_Quaternary_as_an_effect_of_the_North_Andean_block_tectonic_escape