

GESTIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO SÍSMICOS EN LA I.E. SAN BARTOLOMÉ - LA FLORIDA NARIÑO, UTILIZANDO LA HERRAMIENTA ARDUINO

*Gabriela Alejandra Baca Vargas, Juan Sebastian Erazo Valenzuela, Juan Camilo López, Manuela Bastidas Gomez, Nina Antonia Ramos Salas & Diana Carolina Potosi Calvache.
Tecnocademia Itinerante Nariño - línea de Biotecnología, Centro Sur Colombiano de logística internacional, SENA Regional Nariño*

Resumen

Los eventos sísmicos representan una amenaza significativa en muchas regiones del mundo, incluyendo Nariño, Colombia. La gestión efectiva del riesgo sísmico es esencial para reducir la pérdida de vidas humanas y prevenir algunos daños materiales, por lo cual se debe tomar estrategias claras y eficientes, que permite formar a los estudiantes en educación del riesgo y prepararlos para que puedan afrontar eventos adversos, con mayores posibilidades de éxito. En esta investigación, se estudia la Gestión de algunos de los factores de riesgo Sísmicos en la I.E. San Bartolomé - La Florida Nariño, utilizando la herramienta Arduino, ubicada en un prototipo que contempla; dispositivos electrónicos e imágenes de realidad aumentada. Con lo que se busca explorar las estrategias implementadas, los beneficios observados y que la comunidad educativa comprenda de manera sencilla y didáctica como funcionan los sistemas de alerta frente a los sismos.

Palabras claves: gestión, riesgo, rismos, volcán Galeras

Introducción

Desde la institución educativa San Bartolomé de La Florida Nariño, el Plan Escolar para la Gestión del Riesgo es una herramienta de trabajo educativo y de seguridad, que permite formar a los estudiantes en educación del riesgo. Tomamos como gestión del riesgo el conjunto de acciones o actividades que se deben desarrollar, con el objeto de prevenir o mitigar unas condiciones de riesgo existentes, a causa de fenómenos naturales, antrópicos y sociales, debido a la cercanía con el Volcán Galeras [4].

Entre las regiones más vulnerables a esta amenaza se encuentra la ciudad de San Juan de Pasto, junto a la llamada circunvalar del Galeras, la cual contempla un conjunto

de municipios que rodea el volcán Galeras, entre los que se en cuenta el municipio de la Florida, ubicada a 28.5 km de la capital de Nariño. Este municipio está rodeado de majestuosas montañas y con un rico patrimonio cultural, de belleza natural y tradición arraigada. Sin embargo, esta misma belleza está acompañada de la inquietante realidad de que se encuentra en una zona sísmicamente activa, donde la tierra puede sacudirse en cualquier momento.

Por esta razón, se ha optado por estrategias que resulten atractivas para la comunidad educativa en general, como incluir el área de informativa, para crear un prototipo con un circuito electrónico, acoplado a una tarjeta Arduino, que logre explicar de

manera divertida e interactiva, debido a que los aprendices de Tecnoacademia itinerante Nariño, tienen contacto con un kit de 45 sensores, baterías, tarjetas expansoras y demás elementos, que usan durante las sesiones de formación, las manipulan y logran relacionar su funcionamiento con eventos que suceden en su contexto escolar o regional, dando posibles soluciones a afectaciones vividas por los mismos aprendices.

Con las imágenes de realidad aumentada, se logra comprender mejor, el significado de la intensidad sísmica, la generación de un sismograma y la visualización de tipos de erupciones volcánicas.

Se debe tener en cuenta que el Galeras es considerado uno de los volcanes con actividad eruptiva más recurrente en Colombia y dentro de su actividad ha producido erupciones de tipo vulcaniano con unos 60 registros eruptivos entre 1500 y 1936 y 21 erupciones explosivas desde 1989, tiempo desde que se inició a su vigilancia continua por parte del entonces INGEOMINAS, hoy Servicio Geológico Colombiano (SGC) [1]. Sin embargo las erupciones presentadas se evalúan y se catalogan para realizar la gestión del riesgo, debido a que en la zona de amenaza alta habitan aproximadamente 7.935 personas que deben ser evacuadas cada vez que el nivel de actividad del volcán es II “erupción probable en término de días o semanas” [6]. Este artículo tiene como objetivo explorar cómo la Institución Educativa San Bartolomé La Florida, Nariño, ha usado la tecnología y la robótica como aliados fundamentales para comprender de manera clara, como se identifica un riesgo y la manera correcta de abordarlo. Se observará las estrategias implementadas, los beneficios observados y las lecciones aprendidas en este viaje hacia una mayor seguridad sísmica. En un mundo en constante evolución, donde la tecnología desempeña un papel cada vez más esencial, el caso de San Bartolomé La

Florida sirve como un ejemplo inspirador de cómo la innovación puede salvar vidas y proteger el patrimonio humano en las zonas más vulnerables a los embates de la naturaleza.

Problema de Investigación

¿Cómo puede la tecnología y la robótica ser efectivamente implementadas en la gestión del riesgo sísmico en la Institución Educativa San Bartolomé La Florida, Nariño, para mejorar la seguridad y la capacidad de respuesta en caso de un evento sísmico, teniendo en cuenta las características geográficas y la cercanía al volcán Galeras? Este problema de investigación establece el enfoque en la implementación de tecnologías y robótica como una estrategia para abordar el riesgo sísmico en una institución educativa específica que cuenta con aproximadamente 400 personas, entre; estudiantes, administrativos y servicios generales. Donde se pretende comprender cómo estas tecnologías pueden adaptarse de manera efectiva a las condiciones locales y cuál es su impacto en la seguridad y la capacidad de respuesta en caso de evento inesperado.

Referente Teórico

El volcán Galeras es un estratovolcán que alcanza una altura máxima de 4276 msnm y se localiza en el límite oriental de la depresión interandina Cauca Patía en el Departamento de Nariño a 1°13,26' N y 77°21,54' W. Su cráter activo se ubica a 9 km al W de San Juan de Pasto, capital del Departamento de Nariño que cuenta con 445500 habitantes según proyección DANE para 2016. El edificio volcánico de Galeras, con una edad aproximada de 4500 años, se caracteriza por la presencia de depósitos de flujos de lavas andesíticas, flujos piroclásticos y depósitos de caída, levantados dentro de una serie de complejos volcánicos más antiguos. Su actividad

principalmente se ha caracterizado por la ocurrencia de emisiones de gas y ceniza, flujos de lava andesítica y erupciones vulcanianas que han ocasionado depósitos de caída y de flujos piroclásticos [1].

En la figura 1, se puede observar el mapa de localización del volcán Galeras y de Amenaza volcánica de la tercera versión, donde se puede evidenciar, que sobre la zona de riesgo con mayor vulnerabilidad se encuentra priorizado el municipio de la Florida, donde está ubicada la Institución educativa San Bartolomé.

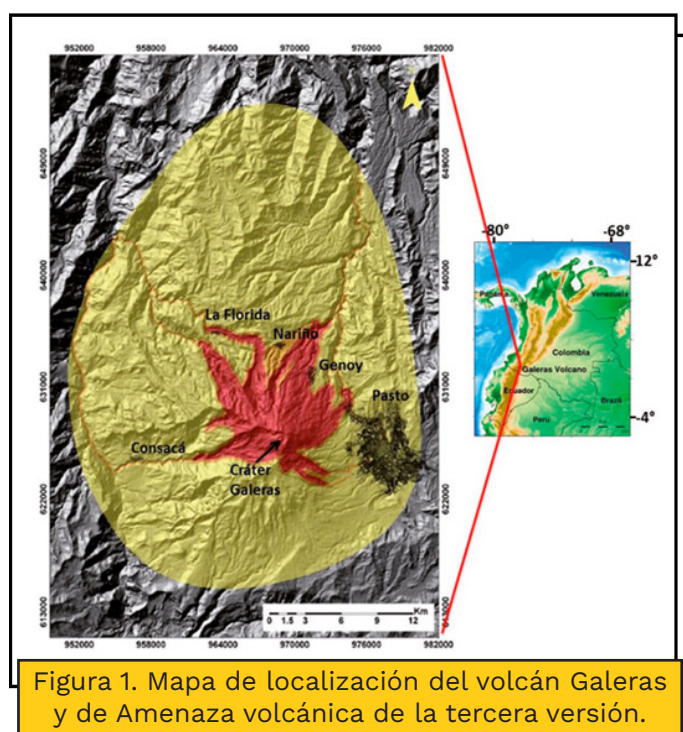


Figura 1. Mapa de localización del volcán Galeras y de Amenaza volcánica de la tercera versión.

A raíz del incremento de la actividad volcánica del Galeras registrada por INGEOMINAS durante el mes de noviembre de 2005 y ante la probabilidad de erupción con posibles consecuencias catastróficas, especialmente para la población asentada en la zona de amenaza alta, donde se incluye el municipio de la Florida, el Gobierno Nacional expidió el Decreto 4046 del 10 de noviembre de 2005, por medio del cual se crea una Comisión Intersectorial para coordinar las acciones de las entidades nacionales y apoyar a los entes territoriales en la determinación de las acciones a seguir

en la reducción de la vulnerabilidad de la población allí asentada [7]. En este mismo año se catalogó la Institución educativa San Bartolomé como la de mayor riesgo a nivel de Colombia, por estar en la zona de riesgo, lo cual genera el ingreso de Gestión del Riesgo como un área dentro del pensum académico, desde el grado primero de primaria, hasta terminar su bachillerato.

Actividad eruptiva:

La actividad eruptiva del volcán Galeras es monitoreada continuamente por medio de una red sísmica conformada por redes de monitoreo en deformación, en geoquímica y en geofísica (Servicio Geológico Colombiano, 2022). De esta manera, el Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Pasto, ente encargado del monitoreo del volcán Galeras, cuenta con un total de 17 estaciones sísmicas, seis sistemas globales de navegación por satélite, ocho inclinómetros electrónicos telemétricos y 11 medidores eléctricos de distancia [2]. Actualmente, el volcán Galeras se encuentra en alerta amarilla de grado III, lo que significa que presenta cambios en el comportamiento de su actividad (Servicio Geológico Colombiano, 2022) [1].

Gestión del riesgo volcánico en Colombia.

El Sistema Geológico Colombiano (SGC) desempeña un papel fundamental en la gestión del riesgo volcánico en Colombia, en consonancia con lo establecido por la Ley 1523 de 2012, documento esencial para respaldar la toma de decisiones, planificar el uso del suelo y, sobre todo, reducir y mitigar el riesgo de desastres volcánicos [5].



Figura 2. Mural ubicado en la I.E San Bartolomé-Municipio de La Florida Nariño.

Además, en línea con la Política Pública de la Atención de Sismos y Volcanes en el marco de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel), el SGC, a través de su Dirección y específicamente sus Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos, ha implementado un proceso metodológico integral para abordar la gestión del riesgo volcánico. Este proceso se basa en cinco ejes estratégicos que están interconectados y complementan los tres subprocesos clave de la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) [3].

La tecnología y la gestión del riesgo:

La importancia de la robótica e inteligencia artificial en la gestión del riesgo sísmico radica en su capacidad para mejorar la seguridad, la eficiencia y la efectividad de las acciones de respuesta y mitigación ante un terremoto. Donde se pueden detallar, sistemas de Alerta Temprana: La inteligencia artificial puede procesar datos sísmicos en tiempo real y predecir la propagación de un terremoto, lo que permite la emisión de alertas tempranas. Estas alertas dan a las personas y organizaciones tiempo valioso para tomar medidas de seguridad, como la evacuación [6].

Predicciones y Monitoreo Continuo: Los algoritmos de aprendizaje automático pueden ayudar a predecir la probabilidad de réplicas después de un terremoto principal y monitorear la actividad sísmica en curso para identificar riesgos continuos.

Mejora de la Educación en Seguridad Sísmica: La inteligencia artificial se utiliza en aplicaciones educativas, como la creación de tutoriales interactivos y simulaciones, para aumentar la conciencia pública sobre la seguridad sísmica y fomentar prácticas de respuesta adecuadas [2].

Objetivos

Implementar y promover el uso de tecnología y robótica como herramientas eficaces en la gestión del riesgo sísmico en la Institución Educativa San Bartolomé

La Florida, ubicada en el departamento de Nariño, con el propósito de fortalecer la preparación, respuesta y mitigación ante eventos sísmicos, contribuyendo así a la seguridad y protección de la comunidad educativa y la población circundante.

- Capacitar a los estudiantes de grado sexto a grado once, en las áreas de robótica, programación y biotecnología.

- Diseño de un prototipo, que responda la necesidad de identificación temprana del riesgo a causa de sismos de origen volcánico, en el área de influencia del volcán Galeras.

- Implementación de las herramientas tics para el autocuidado, prevención y resiliencia en la zona del municipio de la Florida

Metodología

El presente proyecto se desarrolla en la Institución educativa, San Bartolomé del municipio de la Florida, departamento de Nariño, ubicado a 2 180 metros de altitud , Su cabecera municipal se sitúa a lo 1º 18' de latitud norte y 77º 24' de longitud al oeste, está ubicado a una distancia de 24.7 km de la capital del Departamento (Pasto), extensión total: 143 km.

La gestión del riesgo es determinada como una asignatura dentro del pensum de la institución educativa San Bartolomé, que va desde el grado primero de primaria, hasta el grado 11 de bachillerato, por lo cual todos los estudiantes tienen contacto constante con el tema. Lo anterior, debido a que desde el año 2005 bajo el Decreto 4106 se declaró en situación de desastre los municipios de Pasto, Nariño y La Florida (Nariño) en base a un mapa de amenaza volcánica de 1997.

De esta manera, durante el año lectivo 2023 se tomó la decisión de realizar una articulación de la asignatura Gestión del riesgo, con el área de informática y el programa de

Biotecnología de Tecnoacademia itinerante Nariño, con el fin de involucrar la ciencia, tecnología e investigación en dicho tema. En este orden se empezó el proceso de formación con ayuda del kit de Biotecnología Tecnoacademia Itinerante Nariño (Fig. 2),



Figura 2. Kit de Biotecnología, 45 sensores diferentes con lo que se desarrollan la ejecución de la formación.

Durante la formación se identifica la problemática principal de la región, se analizan las posibles soluciones, que en este caso se trata de prevención, debido a que las causas provienen de fenómenos naturales y se inicia la práctica del modelo pedagógico STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). En esta etapa se empieza a relacionar el funcionamiento de los sensores con fenómenos que pueden suceder en el entorno de los aprendices, para que haya una correlación clara y comprensible, en este punto se da inicio a elaboración de los diagramas de conexión (Fig. 3).

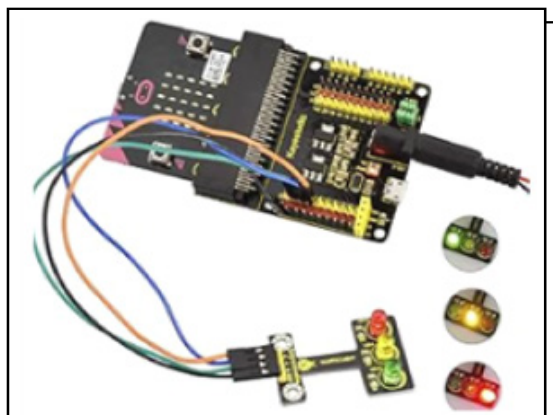


Figura 3. Diagrama de conexión funcionamiento luces led, sistema de alerta.

Una vez comprendida la etapa elaboración de diagrama de conexión se procede a programar, como se muestra en la figura 4.

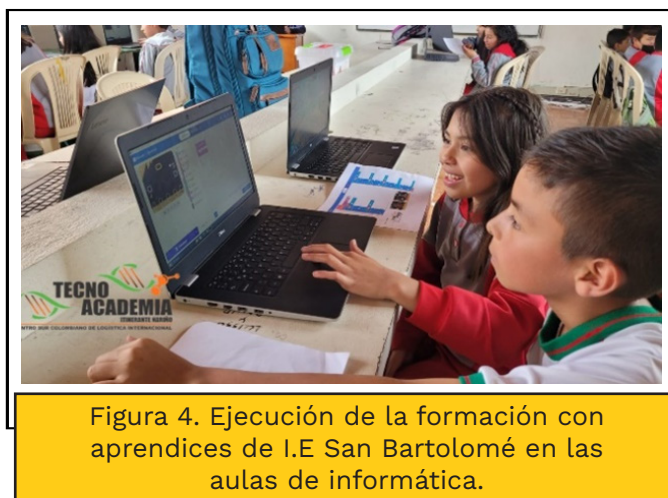


Figura 4. Ejecución de la formación con aprendices de I.E San Bartolomé en las aulas de informática.

Una etapa importante para el desarrollo de este proyecto fue la visita de los aprendices al centro vulcanológico y sismológico de Pasto, lugar en el cual se capacito sobre conceptos técnicos acerca de gestión del riesgo, manejo y funcionamiento de equipos encargando de monitorear el comportamiento del volcán Galeras en tiempo real.



Figura 5. Visita de aprendices TAIN, facilitadora y Docentes a las instalaciones del observatorio vulcanológico y sismológico de Pasto.

Desarrollo del prototipo: en la fase inicial se realizó un prototipo, haciendo uso de la creatividad de los aprendices, donde se refleje el volcán galeras, su magnitud y su parte interna para una visualización completa del riesgo que puede generar su actividad volcánica, posteriormente se

creó un circuito que incluye: dos motores de vibración de 5 amperios que fueron ubicados en la parte inferior del volcán, acompañados de un driver para el manejo de intensidad de vibración y conectados a un sensor de movimiento u acelerómetro MMA7361, lo cual se acoplo y organizó en tarjeta de expansión Arduino nano, la cual por medio de un MÓDULO BLUETOOTH HC-06, emite la señal de las vibraciones, la que va dirigidas a una aplicación móvil, desarrollada en el programa App Inventor, el cual es un entorno de desarrollo de software para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo Android. La programación de sistema se realizó por medio del software ARDUINO, obteniendo un código de programación como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Programación del sistema en el software ARDUINO.

En la aplicación, la cual funciona en un teléfono móvil, se realizó la programación para que identifique 3 tipos de intensidad sísmica y los catalogue como riesgo alto, medio y bajo, que en el prototipo se reflejan luz en un modula tipo semáforo, donde el riesgo alto se representa con el color Rojo, el medio con el Amarilló y el bajo con el Verde (Figura 3).

Gracias este prototipo se pretende que los aprendices comprendan como se generan

los tipos de riesgos y como se emiten las alarmas debido al comportamiento del volcán, además por medio de la aplicación se logra obtener un reporte similar a un sismograma, elemento que refleja un comportamiento y determina una alerta.

En el prototipo también se incluyen unos complementos, tales como; gafas de realidad virtual 360º e imágenes de realidad aumentada, los cuales buscan que este proyecto sea interactivo para el público y que represente los tipos de riesgo y las posibles causas o desastres, para que la comunidad en general se contextualice y comprenda la importancia de prevenir y gestionar un riesgo.

Resultados esperados

Por medio de la ejecución de la formación en el área de Biotecnología y robótica impartida a los estudiantes de la I.E San Bartolomé del municipio de la Florida, se espera que el sistema de alerta temprana basado en tecnología proporcione conocimiento acerca de uso y manejo de alertas precisas y oportunas ante la detección de actividad sísmica.

La elaboración y presentación de un prototipo de generación de sismos e identificación de tipo de riesgo y emisión de alarmas tempranas que se observa en la figura 5, pretende tener un contacto interactivo con los aprendices, para que se logre la atención y comprensión de gestión de riesgo sísmico, por medio de sistemas electrónicos sencillos.

Además, en un futuro de busca llevar a cabo simulaciones y pruebas de respuesta ante situaciones de riesgo sísmico utilizando la tecnología y robótica implementada, que demuestren la eficacia de las herramientas tecnológicas en la gestión del riesgo.



Figura 5. Prototipo de generación de sismos e identificación de tipo de riesgo y emisión de alarmas tempranas

Lo más importante de este proyecto es poner una semilla de curiosidad en el tema de gestión del riesgo y con esto se espera que la implementación de tecnología y robótica contribuya a la reducción de daños materiales y lo que es más impactante, de lesiones y pérdidas de vidas humanas en la institución educativa y la comunidad circundante. Estos resultados esperados reflejan los logros previstos del proyecto y su contribución a la mejora de la seguridad y preparación ante riesgos sísmicos en la Institución Educativa San Bartolomé La Florida y su entorno.

Impactos

Impacto social: El impacto más directo y significativo es la mejora de la seguridad de la comunidad escolar, que incluye estudiantes, personal educativo y administrativo, así como sus familias. La implementación de tecnología y robótica en la gestión del riesgo sísmico contribuye a proteger vidas humanas y a reducir el riesgo de lesiones durante un evento sísmico de magnitud alta.

Impacto económico: La inversión inicial en tecnología y robótica puede ser significativa. Sin embargo, se debe considerar como una inversión en la seguridad y la resiliencia de la institución. Sin embargo, Tecnoacademia itinerante Nariño, puso el material de formación a disposición de los aprendices, para dar inicio a la elaboración de prototipos a pequeña escala, que con la gestión económica de la institución educativa, puede convertirse en el conocimiento, la gestión y la preparación de los aprendices y comunidad en general frente a una situación caótica y de desastres, además, pueden ayudar a reducir las pérdidas materiales al facilitar la respuesta rápida y eficiente a situaciones de emergencia. Esto puede tener un impacto económico positivo a largo



Figura 6. Equipo semillero de investigación TecnoCibus TAIN – I. E San Bartolomé la Florida.

plazo al reducir los costos de recuperación y reconstrucción.

Impacto ambiental: el conocimiento del contexto natural y medio ambiental donde se encuentra la comunidad educativa es de suma importancia para conocer a que riesgos se está expuesto, en este orden las alertas tempranas, basadas en monitoreo de fenómenos naturales, en este caso en particular un volcán activo, como lo es el volcán Galeras puede conllevar a una mejor respuesta ante una situación de peligro inminente. Además, conocer el territorio donde se habita, es el primer paso para prevenir el riesgo, porque la majestuosidad para algunos que pueden ir de paso, es muy diferente para aquellos que viven todo el tiempo con sus familias en ese lugar, el cual representa peligro, por la cantidad de factores de riesgo que se pueden presentar.

Referencias

[1] G. Bolaños Cabrera. “Estratigrafía y geocronología de los depósitos de corrientes de densidad piroclástica en el río El Barranco, Complejo Volcánico Galeras, Colombia”. Tesis de grado Universidad de Caldas, Colombia [online], 2023.

[2] J-E. Celis Marín. ”Implementación de métodos basados en deep learning para localización de eventos sísmicos de origen volcánico”. Tesis de grado, Universidad de Chile [online]. 2021.

[3] G-P. Cortés Jiménez, L-J. Castaño. “Estrategias del Servicio Geológico Colombiano en la búsqueda de la apropiación social del conocimiento geocientífico y la gestión del riesgo volcánico del Nevado del Ruiz”. RE-DER Volumen 7, Número 2, pp.19-35 · ISSN 0719-8477. julio, 2023.

[4] E-A. Marinero Orantes & M. García González. “Gestión integral de riesgo de desastres en zonas volcánicas vulnerables”. Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina , Volumen 9 Numero 3, pp 7. 01 de diciembre de 2021.

[5] J-M. Florez, J-M Bayona Arenas. “Implementación De Sistemas Electrónicos Con La Plataforma Arduino Para El Laboratorio De Robótica De La Carrera De Ingeniería En Computación Y Redes”. Tesis de grado unidades tecnológicas de Santander 2020, Universidad Estatal del Sur de Manabí. 2021.

[6] D-M. Piñeres Martínez.” Vulnerabilidad Física De Cubiertas De Edificaciones De Uso De Ocupación Normal Ante Caídas De Ceniza En La Zona De Influencia Del Volcán Galeras”. Boletín de Geología - Universidad Industrial de Santander, vol. 39, núm. 2, pp. 67-82, ISSN 0120-0283. 2017.

[7] L. Dorado. 2013. “Evaluación de vulnerabilidad de edificaciones ante caída de ceniza por eventos eruptivos del volcán Galeras en la cabecera urbana del municipio de Consacá - Departamento de Nariño”. Tesis de Maestría, Desarrollo Sustentable con énfasis en Prevención y Atención de Desastres. Universidad del Valle. Cali, Volumen 1, p 88. 2013.

