

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA SÍSMICA PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS HUMANOS EN LA I.E JUAN PABLO II DEL MUNICIPIO DE NARIÑO

Oscar Eduardo Hernandez Rosero¹, Claudia Vivian Zambrano²
¹⁻² TecnoAcademia Itinerante Nariño - Grupo de investigación RAMSSOFT

Resumen

El proyecto propone la implementación de un sistema de monitoreo y alerta sísmica para prevenir riesgos humanos ante eventos telúricos. Este sistema se basa en una red de sensores sísmicos distribuidos estratégicamente que detectan movimientos telúricos en tiempo real tanto el eje x, y como z. La información recopilada es procesada por un algoritmo de análisis de datos para determinar el sismo. En caso de un evento sísmico significativo, se emiten alertas inmediatas a través de diversos canales, como alarmas y alertas visuales, permitiendo a la población tomar medidas preventivas. Además, se integra un protocolo de respuesta y evacuación para maximizar la seguridad de los afectados. Este sistema busca reducir el riesgo de lesiones y daños materiales, salvaguardando vidas en situaciones de emergencia sísmica.

Palabras claves: Sismo, Automatización, Tectónica, Prevención de desastres

Justificación

La implementación de un Sistema de Monitoreo y Alerta Sísmica, constituye una medida imperativa y estratégica en vista de la alta sismicidad de la región. Al encontrarse en una zona de convergencia tectónica, Nariño enfrenta una constante amenaza de eventos sísmicos de diversa magnitud. Este sistema ofrece una valiosa anticipación ante tales eventualidades, otorgando a la población el tiempo crucial para tomar medidas preventivas y de evacuación, reduciendo así de manera significativa la pérdida de vidas humanas. Adicionalmente, al brindar alertas tempranas, se mitiga el pánico y se facilita la coordinación de las

autoridades y organismos de respuesta, optimizando la eficacia de los protocolos de emergencia. Asimismo, este sistema contribuye a la preservación del patrimonio material al permitir a los habitantes proteger sus propiedades y bienes antes de la ocurrencia del sismo.

Al promover una cultura de prevención y resiliencia, fortalece la preparación de la comunidad ante desastres naturales y, al cumplir con estándares internacionales, refuerza la imagen del municipio como una entidad comprometida con la seguridad y el bienestar de sus habitantes, demostrando

así el compromiso de la región con la seguridad y el bienestar de su población, lo que fortalece su posicionamiento en el contexto nacional e internacional como una comunidad resiliente y preparada. En resumen, la implementación del Sistema de Monitoreo y Alerta Sísmica en Nariño es un paso esencial hacia la protección y seguridad de la población en una zona altamente sísmica, garantizando así un futuro más resiliente y preparado frente a eventos de esta naturaleza.

Problema de investigación

Nariño posee una estructura geológica compleja que se manifiesta en su impresionante relieve topográfico y su actual actividad sísmica y volcánica que genera una alta probabilidad de ocurrencia de sismos, destacándose los de la zona de subducción del Pacífico Nariñense y su posterior generación de maremotos o tsunamis como los que destruyeron a Tumaco en 1906 y 1979. De igual manera, existe el sistema de fallas hacia el Oriente, llamado Sistema Frontal de la Cordillera Oriental, asociado con el sismo que destruyó a Pasto el 20 de enero de 1834.

Otro sistema de fallas importantes para Nariño y especialmente para Pasto es el denominado Sistema de fallas de Romeral. A lo largo de la historia también se puede determinar cómo los sistemas de fallas han afectado el sur del Departamento destacándose los terremotos de Túquerres (1936) y Cumbal (1925). En términos de actividad volcánica existen 6 volcanes que se reconocen como activos y potencialmente peligrosos, como el Chiles, Cerro Negro, Cumbal, Azufral, Doña Juana y Galeras, este último uno de los más activos del mundo, con 3 erupciones en los últimos 10 años. En la siguiente gráfica se puede observar el mapa de amenazas sísmicas en el departamento de Nariño. [1]

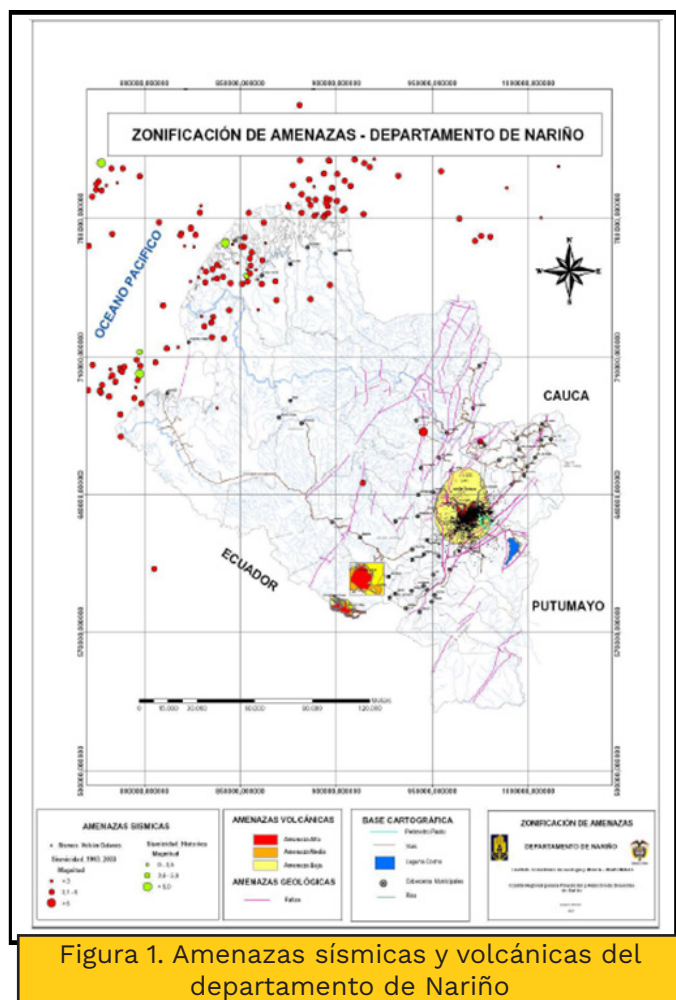


Figura 1. Amenazas sísmicas y volcánicas del departamento de Nariño

Fuente: Fuente: Proceso de formulación PDGR, CREPAD 2007

A pesar de esta amenaza latente, el departamento carece de sistema de Monitoreo y Alerta sísmica efectivos que permita anticipar y responder de manera adecuada a eventos sísmicos. Esta falta de preparación y capacidad de respuesta aumenta la vulnerabilidad de la comunidad, conllevando un alto riesgo de pérdidas humanas y materiales en caso de un desastre sísmico. La magnitud del problema radica en la necesidad urgente de implementar sistemas de alerta sísmica en el departamento de Nariño para mitigar este riesgo y fortalecer la capacidad de protección y respuesta de la población ante la constante amenaza sísmica.

Con la problemática anteriormente identificada, lo que se plantea en esta propuesta, es desarrollar un sistema

de monitoreo y alerta sísmica que salvaguardar vidas humanas. Al proveer alertas tempranas, se brinda a la población un tiempo valioso para tomar medidas de precaución y buscar refugio seguro. Esta anticipación es fundamental para garantizar que las personas puedan evacuar áreas de alto riesgo, reduciendo así el potencial de pérdidas humanas y materiales en caso de un evento sísmico. De esta manera en esta propuesta se plantea resolver la pregunta de investigación.

¿Cómo se puede contribuir de manera efectiva a la prevención de riesgos humanos y a la protección de la vida y la propiedad en una región con alta actividad sísmica?

Referente Teórico

La Tectónica: es la ciencia que estudia la deformación de las rocas y las estructuras adquiridas por estas deformaciones. La Tectónica estudia la formación de los continentes, y desde hace poco, la formación de los océanos que se pueden relacionar directamente en una Tectónica Global (o Tectónica de Placas) que corresponde en una síntesis de la evolución geodinámica de las placas que forman la capa más superficial y más rígida del globo terrestre. En algunas definiciones, la Tectónica se llama también Geología Estructural y estudia la geometría de las estructuras deformadas. En Tectónica Global, nos interesamos más bien al estudio de estas estructuras relacionadas con los movimientos (cinemática) y los esfuerzos (dinámica) que las han creados. La escala de estos estudios es de varios miles de kilómetros, las placas se consideran en primera aproximación como indeformable, lo esencial de la deformación realizándose en los límites entre placas. En realidad, existen también deformaciones al interior de cada placa que pueden ser importantes de estudiar, pero a la escala del análisis en geología estructural. [2]

Sismo: Un sismo o terremoto es la vibración de la Tierra producida por una rápida liberación de energía a causa del deslizamiento de la corteza terrestre a lo largo de una falla. La energía liberada se propaga en todas las direcciones desde su origen (foco o hipocentro) en forma de ondas. Imagine las ondas producidas cuando se lanza una piedra en un estanque o cae una gota de lluvia en este. Al igual que el impacto de la piedra o de la gota provoca un movimiento de ondas en el agua del estanque, el terremoto produce ondas sísmicas que se propagan en la Tierra. Aunque la energía liberada por la “ruptura” (las ondas) se disipa rápidamente al alejarse del foco, es posible registrar el movimiento en cualquier punto de la Tierra por medio de aparatos suficientemente sensibles.

Cada año se producen a través del mundo más de 300.000 sismos perceptibles, aunque por suerte muchos de estos temblores generan pocos o ningún daño: sólo alrededor de 75 sismos cada año son realmente significativos. [3]

¿Cómo se genera un sismo?: Existen dos teorías estrechamente ligadas, desarrolladas hacia inicios del siglo XVII, que se conocen como Deriva continental y tectónica de placas. La derivada continental establece que hace unos 200 millones de años, los continentes estuvieron unidos formando un gran supercontinente llamado la Pangea y que gradualmente se fue separando hasta llegar a los continentes que conocemos actualmente, esto se evidencia por la presencia de fósiles y rocas semejantes en costas ahora distantes, también se descubrieron fósiles propios de un clima en climas muy diferentes. Esta teoría va ligada al conocimiento de la litosfera terrestre y con ella a una serie de grandes placas que se mueven en diferentes direcciones y velocidades.

Este movimiento es continuo y puede alcanzar algunos milímetros o centímetros por año (este aumento se puede evidenciar tomando un punto de referencia en cada

uno de los continentes y medir la separación entre ellos por año), las placas tectónicas conforman la superficie de nuestro planeta y es por medio de estas que se explica la estructura y la dinámica de la superficie terrestre. En los bordes de las placas se concentra actividad sísmica, volcánica y tectónica, que dan lugar a la formación de grandes cadenas y cuencas [4]

Sismógrafo: Un sismógrafo es un instrumento usado para medir movimientos de la tierra y consiste de un censor que detecta el movimiento de la tierra, llamado sismómetro que está conectado a un sistema de registro. Un sismómetro sencillo, que es sensible a movimientos verticales del terreno puede ser visualizado como una pesa suspendida de un resorte que a su vez están suspendidos sobre una base que se mueve con los movimientos de la superficie de la Tierra. El movimiento relativo entre la masa y la base, proporciona una medida del movimiento vertical de la tierra. Para añadir un sistema de registro se coloca un tambor que gira en la base y un marcador sujetado a la masa. El movimiento relativo entre la pesa y la base, puede ser un sismógrafo es un instrumento usado para medir movimientos de la Tierra y consiste de un sensor que detecta el movimiento de la tierra, llamado sismómetro que está conectado a un sistema de registro. Un sismómetro sencillo, que es sensible a movimientos verticales del terreno puede ser visualizado como una pesa suspendida de un resorte que a su vez están suspendidos sobre una base que se mueve con los movimientos de la superficie de la Tierra.

El movimiento relativo entre la masa y la base, proporciona una medida del movimiento vertical de la tierra. Para añadir un sistema de registro se coloca un tambor que gira en la base y un marcador sujetado a la masa. El movimiento relativo entre la pesa y la base, puede ser registrado generando una serie de registros sísmicos, al cual conocemos como sismo-grama.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un Sistema de Monitoreo y Alerta Sísmica en la I.E Juan Pablo II del municipio de Nariño, con el propósito de prevenir riesgos humanos y proteger la vida y propiedad de la población ante la constante amenaza sísmica en la región.

Objetivos específicos

1. Definir los requerimientos sistema de monitoreo y alerta sísmica para la prevención de riesgos.
2. Diseñar el sistema de monitoreo y alerta sísmica para la prevención de riesgos humanos en la I.E Juan Pablo II del Municipio de Nariño.
3. Implementar el sistema de monitoreo y alerta sísmica para la prevención de riesgos humanos en la I.E Juan Pablo II del Municipio de Nariño.
4. Validar el correcto funcionamiento y utilidad del sistema de monitoreo y alerta sísmica para la prevención de riesgos humanos.

Metodología

Esta investigación se realiza desde un enfoque cuantitativo y corresponde a un tipo de investigación aplicada realizada por los aprendices de Tecnoacademia Itinerante Nariño. Con el propósito de lograr los objetivos propuestos se plantea una metodología compuesta por 4 etapas que son: Revisión bibliográfica y compilación de información, diseño del sistema, implementación del sistema y validación.

Revisión bibliográfica y compilación de la información: en esta etapa se hará la recopilación y el análisis de la información bibliográfica referente a estudios de sismicidad en el departamento de Nariño, evaluación de la amenaza sísmica en el

departamento de Nariño, métodos existentes de prevención de desastres ante sismos, dispositivos electrónicos que se puedan instalar en edificaciones para monitorear sismos y dispositivos para generar sistemas de alertas :Esta información será utilizada posteriormente para el desarrollo del sistema.

Diseño del sistema:

Para el desarrollo de esta etapa se tendrá en cuenta la información analizada en la etapa anterior, esto con el fin de conocer histórico de sismos en el departamento de Nariño y sus desastres, para resaltar la necesidad de un sistema de monitoreo y alertas tempranas ante un episodio de sismo en la región. Además de resaltar la necesidad de un sistema como estos, el análisis de la información también nos ayudara a definir los puntos estratégicos donde se instalarán los sensores de movimiento, así como también los tipos de algoritmos para el análisis de las señales y su respectivo mecanismo de alerta. El algoritmo será ejecutado en una tarjeta programable de Arduino. Adicionalmente al diseño e implementación del sistema, se integra un protocolo de respuesta y evacuación en la I.E. Juan Pablo segundo para maximizar la seguridad de toda la comunidad educativa.

Implementación: Para la parte de la implementación en primera instancia se hace una maqueta (figura 3) que sirva como simulador de sismos, a esta maqueta se le implementará un sensor de movimiento y un sistema de alarmas sonoras y visuales, para que cuando se realice una simulación del sismo, se activen las alarmas de alerta y se muestren las gráficas del movimiento en tiempo real. Posteriormente se hará la implementación del sistema en la I.E Juan pablo II del municipio de Nariño, lo anterior teniendo en cuenta puntos estratégicos de ubicación de las alarmas tanto sonoras como visuales.



Figura 2. Diseño del sistema

Figura 3. Maqueta del sistema

Validación: En esta etapa se harán simulaciones de sismos en la maqueta previamente implementada y también se validará el correcto funcionamiento de los sensores y del sistema en general. Este sistema deberá ser replicable a cualquier edificación.

Resultados esperados

Como resultado se espera obtener un prototipo de un sistema de monitoreo y alerta sísmica para la prevención de riesgos, el cual proporcione alertas inmediatas ante la ocurrencia de sismos, permitiendo la rápida evacuación y minimización de riesgos para los estudiantes, personal docente y administrativo. Además, se busca crear conciencia sobre la importancia de la preparación y respuesta ante desastres sísmicos, fortaleciendo así la capacidad de la comunidad escolar para afrontar situaciones de emergencia de manera eficiente y segura.

Impactos

El desarrollo de este proyecto en la I.E Juan Pablo II del municipio de Nariño conlleva a impactos sociales, económicos y ambientales significativos. Desde una perspectiva social, la implementación del sistema fortalecerá la seguridad y bienestar de la comunidad educativa, generando un entorno más seguro y preparado para situaciones de emergencia, lo que a su vez contribuirá a la tranquilidad psicológica de estudiantes, personal docente y administrativo. Económicamente, se anticipa una reducción de costos asociados a posibles daños estructurales y pérdidas humanas, al facilitar evacuaciones eficientes y minimizar los impactos negativos en la infraestructura escolar. En el ámbito ambiental, el proyecto puede tener un impacto positivo al fomentar prácticas de construcción sismorresistentes y promover una respuesta más rápida y efectiva frente a

eventos sísmicos, lo que a su vez contribuirá a la sostenibilidad de la comunidad. En conjunto, estos impactos promueven un desarrollo integral, resiliente y sostenible en la región.

Referencias

- [1] N. Narvaez y M. Viteri, «Plan departamental de gestión del riesgo Nariño 2008-2018,» San Juan de Pasto, 2009.
- [2] S. Klarica, «La física y la tierra,» Bogotá, 2015.
- [3] E. J. Tarbuck y F. K. Lutgens, Ciencias de la tierra, Madrid: Pearson Educación S. A., 2005.
- [4] E. F. Mayorga y W. D. Pobeda, «Análisis gráfico y numérico en la interpretación de una señal sismológica: temáticas de la física de ondas implicadas en un sismo.,» Bogotá, 2013.

