



*Web mapping para la gestión de riesgos: sismos, deslizamientos e inundaciones*

*Web mapping for risk management: earthquakes, landslides and floods*

*Mapeamento da web para gerenciamento de riscos: terremotos, deslizamentos de terra e inundações*

Jesús Coloma-Garófalo <sup>I</sup>

[jcoloma@ueb.edu.ec](mailto:jcoloma@ueb.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-1827-3296>

Holger Arévalo <sup>II</sup>

[holgerv.arevalo@educación.gob.ec](mailto:holgerv.arevalo@educación.gob.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-4797-9493>

Edelmira Lila Guevara Iñiguez <sup>III</sup>

[eguevara@ueb.edu.ec](mailto:eguevara@ueb.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-2995-5885>

**Correspondencia:** [jcoloma@ueb.edu.ec](mailto:jcoloma@ueb.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 20 de marzo de 2022 \* **Aceptado:** 12 de abril de 2022 \* **Publicado:** 05 de mayo de 2022

- I. Universidad Estatal de Bolívar. Campus Académico “Alpachaca”, Guaranda, Ecuador.
- II. Unidad Educativa Del Milenio Intercultural Bilingüe Simiatug, Guaranda, Ecuador.
- III. Universidad Estatal de Bolívar. Campus Académico “Alpachaca”, Guaranda, Ecuador.

## Resumen

La ciudad de Guaranda se encuentra ubicada en el centro del país, atravesada por la cordillera de los Andes y en una zona de alta peligrosidad sísmica. Existen estudios y metodologías desarrolladas para estimar zonas con alta afectación, el objetivo del presente estudio es el desarrollo de un web mapping que permita el ingreso, búsqueda, actualización y visualización de información geográfica de sismos, deslizamientos e inundaciones sobre amenazas y vulnerabilidades del área urbana ante la presencia de cualquier evento adverso. Esto con el fin de generar información que sea de conocimiento de organismos públicos y privados, medio por el cual la ciudadanía en común conozca información relevante sobre riesgos de desastres a los que está expuesta la localidad.

La metodología elegida para el desarrollo del software fue Srcum. La misma que facilitó con sus actividades la elaboración del software propuesto en un corto periodo de tiempo.

Para la evaluación del presente software se utilizó un test de preguntas dirigido a los usuarios finales del sistema, comprobando la usabilidad y funcionalidad en cuanto a sus objetivos.

**Palabras Claves:** Sismos; deslizamientos; inundaciones, información geográfica, web mapping, diseño de aplicación geomáticas.

## Abstract

The city of Guaranda is located in the center of the country, crossed by the Andes mountain range and in an area of high seismic hazard. There are studies and methodologies developed to estimate areas with high affectation, the objective of this study is the development of a web mapping that allows the entry, search, update and visualization of geographic information of earthquakes, landslides and floods on hazards and vulnerabilities of the urban area in the presence of any adverse event. The purpose of this is to generate information that will be known by public and private organizations, a means by which citizens in general will know relevant information about disaster risks to which the locality is exposed.

The methodology chosen for the development of the software was Srcum. This methodology facilitated the development of the proposed software in a short period of time.

For the evaluation of the present software, a test of questions directed to the final users of the system was used, verifying the usability and functionality in terms of its objectives.

**Key Words:** Earthquakes; landslides; floods, geographic information, web mapping, geomatics application design.

## Resumo

A cidade de Guaranda está localizada no centro do país, atravessada pela Cordilheira dos Andes e em área de alto risco sísmico. Existem estudos e metodologias desenvolvidas para estimar áreas de alto impacto, o objetivo deste estudo é o desenvolvimento de um mapeamento web que permita a entrada, busca, atualização e visualização de informações geográficas de terremotos, deslizamentos e inundações sobre ameaças e vulnerabilidades do área urbana, na presença de qualquer evento adverso. Isso com o objetivo de gerar informações que sejam conhecidas por organizações públicas e privadas, meio pelo qual o cidadão comum conhece informações relevantes sobre os riscos de desastres aos quais a localidade está exposta.

A metodologia escolhida para o desenvolvimento do software foi a Srcum. A mesma que facilitou com suas atividades a elaboração do software proposto em um curto período de tempo.

Para a avaliação deste software, foi utilizado um teste de perguntas dirigidas aos usuários finais do sistema, verificando a usabilidade e funcionalidade em relação aos seus objetivos.

**Palavras-chave:** Terremotos; deslizamentos de terra; inundações, informações geográficas, mapeamento web, design de aplicações geomáticas.

## Introducción

La constitución del Ecuador en el artículo 389 señala que: *“El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad”*, los incisos 1 y 4 del mismo artículo menciona que: *“1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano”* y *“4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos”*. Además, el artículo 390 señala que:

*“Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. [...]”*

En la actualidad el territorio ecuatoriano ha sido afectado por diversos eventos adversos (Quinde Martínez, 2016) tales como sismos, deslizamientos e inundaciones, erupciones volcánicas, entre otros, a través de la historia Ecuador ha sido afectado por eventos tales como: en 1996 el terremoto en Pujilí y en 1997 en Bahía de Caráquez, también procesos eruptivos de los volcanes Tungurahua, Guagua Pichincha, Reventador, además de las inundaciones del Fenómeno de El Niño en 1982-83 y 1997-98 (Aguiar, 2003), provocando deslaves e inundaciones, la pérdida substancial de vidas, grandes pérdidas económicas, y entre otros eventos, los mismos que impiden el crecimiento sustentable del país debido a que se reasignan los recursos económicos.

La ciudad de Guaranda se encuentra ubicada en una zona de alta peligrosidad sísmica del país (Mena Erazo, 2013), anualmente es afectada por los periodos invernales de febrero a mayo se ve afectados por deslizamientos y derrumbes, además se han presentado incendios estructurales y forestales en algunos años. Desde 1999 hasta la actualidad el volcán Tungurahua entró en una nueva fase eruptiva por lo que se ve afectada por la caída de ceniza volcánica (Almeida, 1991), cada vez que el volcán entra en un proceso de reactivación.

Toda la información se encontraba almacenada en archivos digitales tales como archivos shape, base datos Argis, word, excel, informes, archivadores, mapas cartográficos y territoriales, y no era accesible para la sociedad debido a que no existe una plataforma web.

Dentro del web mapping se puede visualizar y manipular los mapas de sismos, mapas de deslizamientos, mapas de inundaciones, mapa geotécnico, geomorfológico, pendiente, entre otros, la cual ayuda a la institución a manejar los procesos de visualización y búsqueda de una manera más eficaz.

## **Metodología**

La presente investigación partió de una investigación de tipo aplicada de carácter cuantitativa.

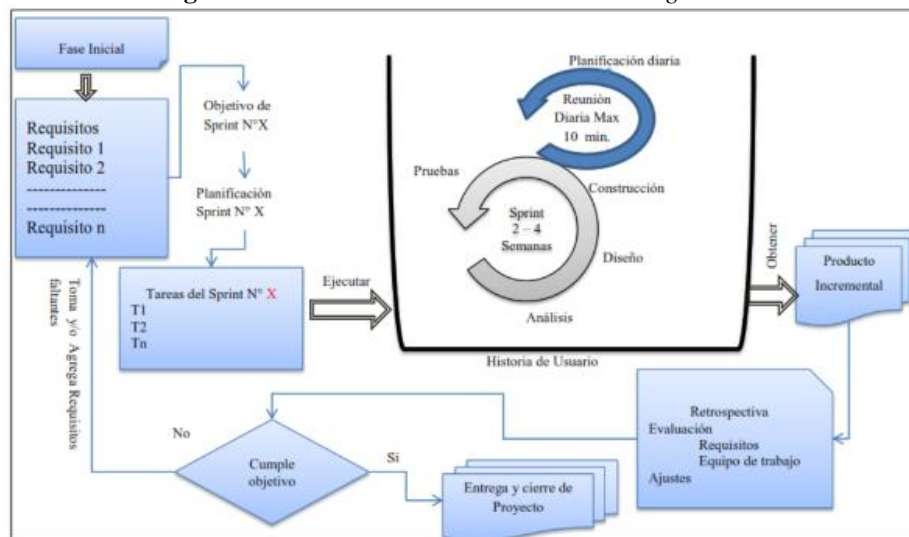
### **Proceso de Desarrollo**

Existen una cantidad de metodologías tradicionales y metodología ágiles para el desarrollo de Software (Figuroa, 2008), hoy en día las metodologías más utilizadas son las ágiles como puede ser Crystal Methodologies, Scrum, Xp (Extreme Programming) (Letelier, 2006) entre otras.

**Scrum.** - Es una metodología ágil y flexible para gestionar el desarrollo de software, cuyo principal objetivo es maximizar el retorno de la inversión para su empresa. Se basa en construir primero la funcionalidad de mayor valor para el cliente y en los principios de inspección continua, adaptación, auto-gestión e innovación (Trigás Gallego, 2012).

Se plantea una metodología para que ayude a indagar la problemática planteada de una manera coherente y desarrollar una revisión bibliográfica con el objetivo de complementar conocimientos y obtener un resultado amplio sobre el tema trazado (Gómez, 2012). Además, se involucró a todos los actores vinculados en la educación como padres de familia, estudiantes, docentes y autoridades quienes mantienen una línea de comunicación directa para compartir información sobre los lineamientos de la enseñanza/aprendizaje de la educación virtual por los medios de comunicación posible como son las redes sociales, televisión y radio. Para el desarrollo del web mapping se ha planteado aplicar de la siguiente manera la metodología:

**Figura 1** Proceso de desarrollo de la metodología Scrum



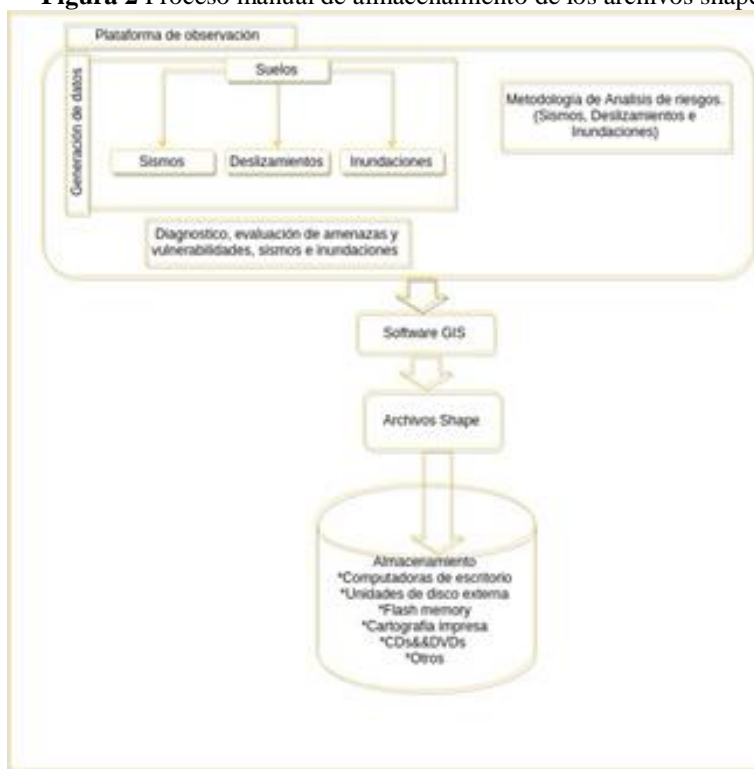
### Proceso Manual

El manejo de la información geográfica en la Escuela de Administración para Desastres y Gestión de Riesgo cuenta con mapas en formato shape almacenados en máquinas de escritorio, discos duros, flash y otros, por tanto dificulta difundir la información geográfica de riesgos de desastres y el manejo de procesos de análisis se tarda por la complejidad de los archivos que

están en desorden (Molina, 2005), para llevar a cabo estas actividades se utiliza mucho tiempo y no se puede contar con información rápida y precisa en el tiempo oportuno.

Se observó y analizó que toda la información se encuentra en formatos, archivadores, mapas cartográfico, provocando que los datos sean inseguros y no es recomendable para la institución, para prevenir la pérdida y la redundancia de información en los diferentes formatos antes mencionados, se planteó realizar un sistema informático con información geográfica (Lara, 2006) que permita cubrir dichas necesidades.

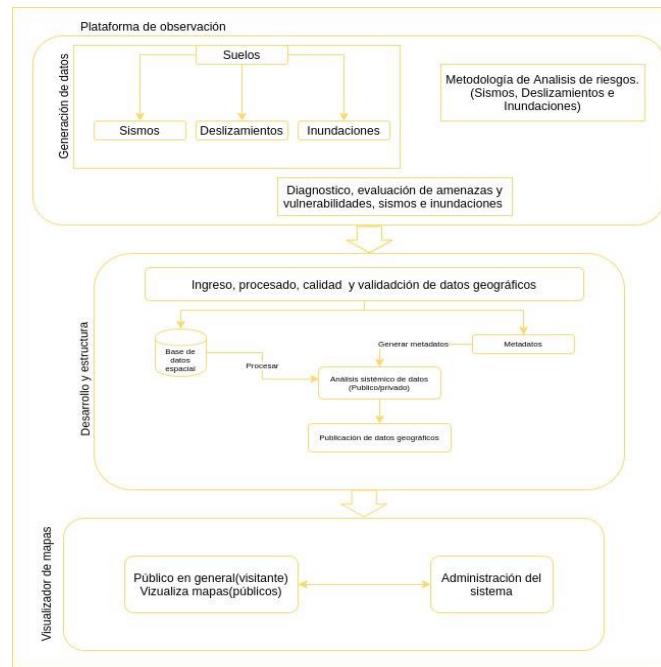
**Figura 2** Proceso manual de almacenamiento de los archivos shape



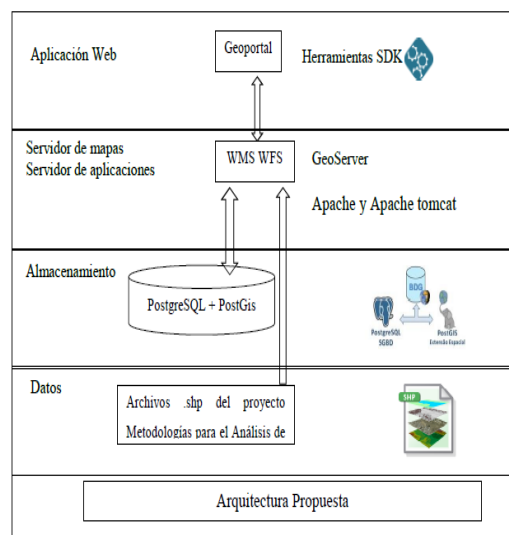
El web mapping esta implementado con herramientas de software libre acoplados a las necesidades, está desarrollado sobre un ambiente web, el cual ejecuta sobre un servidor de servicio WFS y WMS en este caso Geoserver y un visualizador vía web como capa de presentación de mapas para esto sea utilizado librerías de JavaScript, se ha realizado utilizando OpenLayers, Geoext y un framework Ext js, facilitando así una vista amigable del web mapping para el usuario final.

Modelo de solución propuesta para el flujo de información del web mapping se basa en la metodología utilizada para la evaluación de sismos, deslizamiento e inundaciones, posteriormente dicha información debe ser validada e ingresada a la plataforma y ultimo publicada con las restricciones del caso.

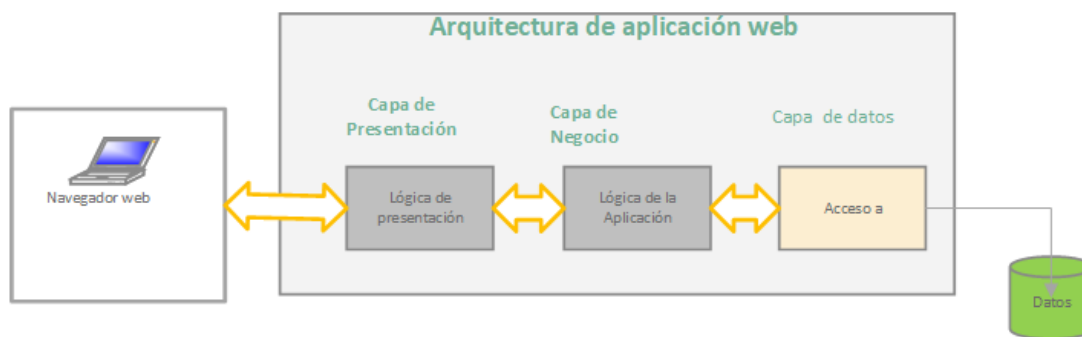
**Figura 3** Proceso automatizado de almacenamiento de los archivos shape



**Figura 4** Arquitectura seleccionada para el desarrollo de web mapping



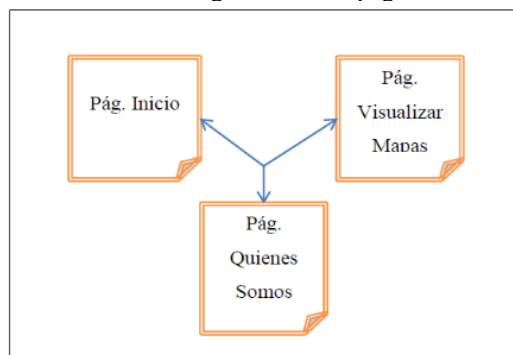
**Figura 5** Arquitectura lógica del sistema



La interfaz es uno de los medios de comunicación entre el usuario y el sistema debe ser sencilla, amigable y fácil de usar la aplicación, y el sistema es para el ambiente web se ejecuta en multiplataforma, debe visualiza correctamente en cualquier navegador, específicamente en Firefox, Chrome, Opera, Internet Explorer y en menos de 10 segundos se visualiza la información.

Las páginas del Web mapping están diseñados bajo la estructura de red, ya que en ella se plantea un modelo en el que todas las páginas están relacionadas entre sí en la cual deberá constar las siguientes páginas, de inicio que visualice el mensaje de bienvenida, además una página para visualizar mapas donde presentará todas las capas, y también una página de Quienes Somos.

**Figura 6** Estructura de navegación de las páginas de web mapping



## Resultados

Como resultado de la investigación se obtuvo un producto funcional con las siguientes características:



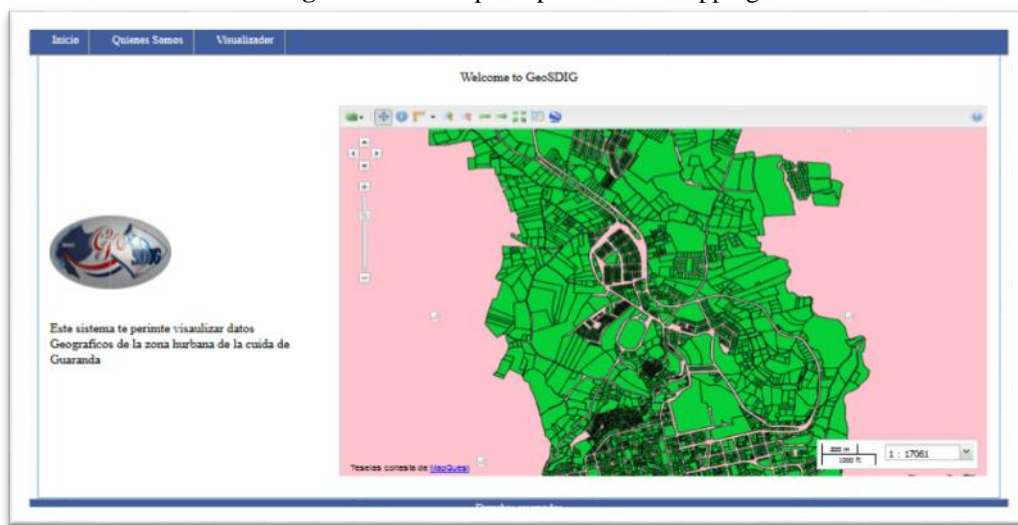
Módulo de administración de Web mapping. -Permite la gestión de la información geográfica.

Módulo de Sismo para visitante del web mapping. - Permite visualizar información geográfica relacionada con sismo.

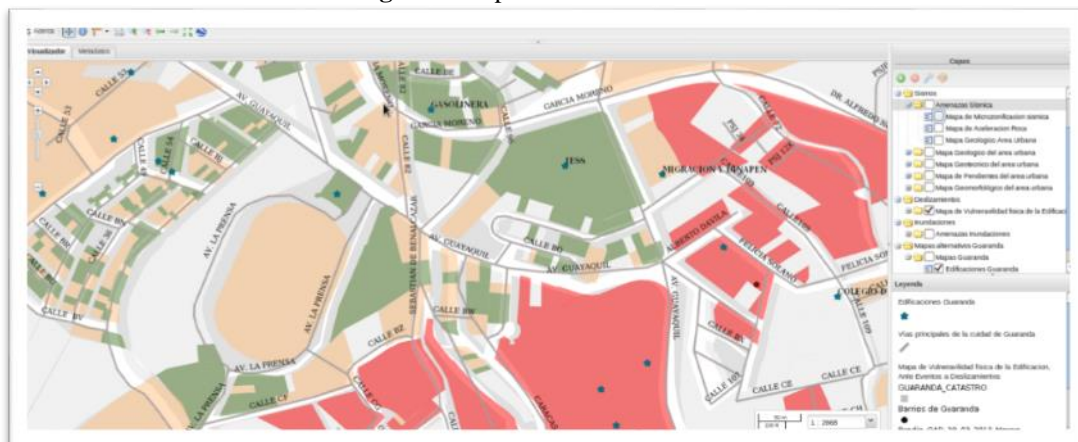
Módulo de Deslizamiento para el visitante del web mapping. - Permite visualizar información geográfica relacionada con deslizamientos

Módulo de Inundación para el visitante del web mapping. - Permite visualizar información geográfica relacionada con inundaciones.

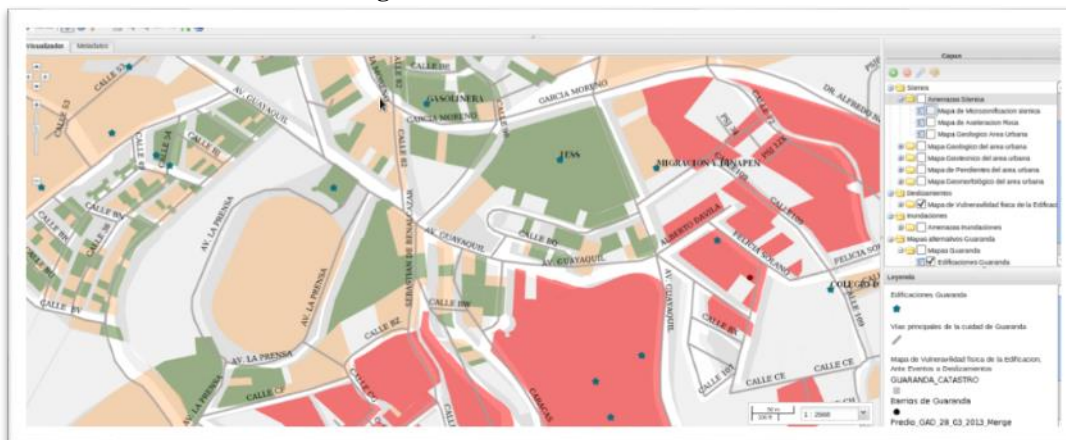
**Figura 7** Pantalla principal del web mapping



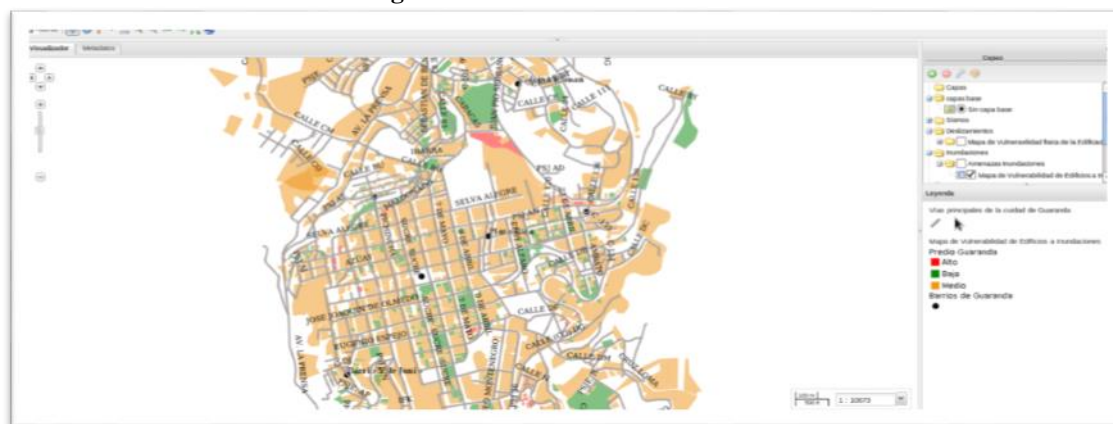
**Figura 8** Mapa de Vulnerabilidades



**Figura 9** Pendientes de área urbana

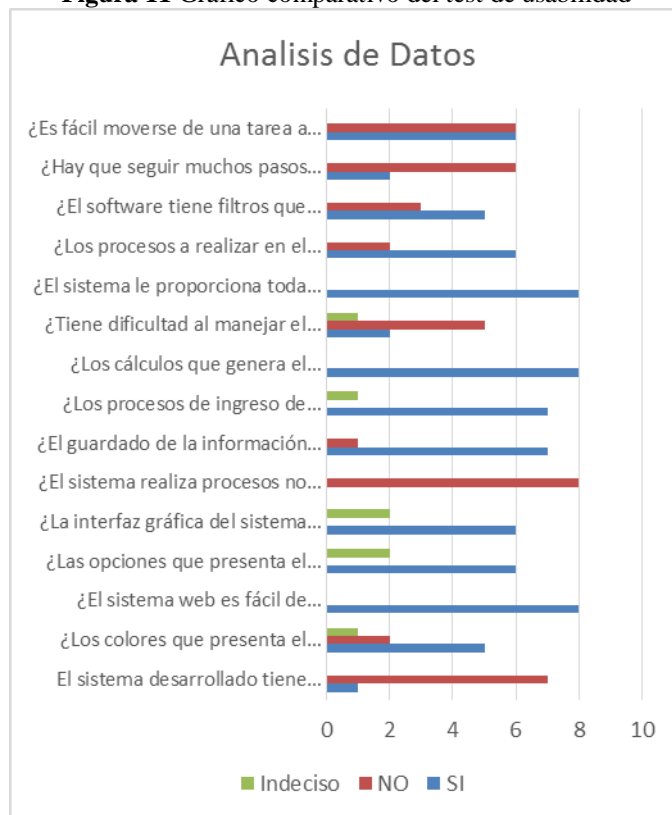


**Figura 10** Vulnerabilidades edificaciones físicas



La evaluación del aplicativo se realizó mediante un test de preguntas se obtuvo una gran satisfacción en la parte de la estructura de navegación para las opciones del sistema es la adecuada, un rendimiento óptimo ya que no se ocasionaron detenciones inesperadas por parte del mismo, un tiempo de respuesta eficiente, gran porcentaje aprueban el sistema y aceptan satisfactoriamente su rendimiento y uso, como se puede apreciar en el siguiente gráfico:

**Figura 11** Gráfico comparativo del test de usabilidad



## Conclusiones

Después del desarrollo del presente trabajo de investigación se llega a las siguientes concreciones:

Se aplicó estándares de la Open GeoSPatial Consortium (OGC) para desarrollar e implementar el web mapping, dichos estándares son abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web, permitiendo acceder a información sobre riesgos del área urbana de la ciudad de Guaranda de libre acceso.

Con la implementación del web mapping de gestión de riesgos la escuela de gestión de riesgos cuenta con una herramienta informática, que le permite administrar y hacer pública la información cartográfica y alfanumérica que posee, relacionada con la gestión de riesgos de desastres ante: sismos, deslizamientos e inundaciones, fortaleciendo de esta manera el inciso 4 del artículo 389 de la Constitución del Ecuador.

La ingeniería de software aplicada a la gestión de riesgos y la cartografía digital han dado origen a la implementación de un web mapping para la gestión de riesgos de desastres permitiendo a la ciudadanía en común visualizar información relevante sobre las principales amenazas y vulnerabilidades, ante la presencia de posibles eventos adversos que puedan ocurrir en una zona o localidad del área urbana de la ciudad de Guaranda.

## Referencias

1. Aguaguña Agualongo, J. P. (2013). Metodología Para El Análisis De Riesgo (sismos, Deslizamientos E Inundaciones) De La Ciudad De Guaranda.” Tema Estudio De La Vulnerabilidad Física, Ante Eventos Adversos (SISMOS, Deslizamientos, E Inundaciones), En El Sistema De Red Vial En El Área Urbana.
2. Aguiar, R. (2003). Análisis sísmico por desempeño. *Centro de Investigaciones Científicas*, 342.
3. Almeida, E. D. (1991). Las erupciones históricas del volcán Tungurahua. *Boletín Geológico Ecuatoriano*, 89-138.
4. Benavides, L. M. (2013). *GEOPORTAL COMO APOYO A LA GESTIÓN DE AMENAZA Y RIESGO NATURAL*.
5. Campaña, R. C. (s.f.). *LA INGENIERÍA DE SOFTWARE EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL*.
6. Figueroa, R. G. (2008). Metodologías tradicionales vs. metodologías ágiles. *Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias de la Computación*, 1-10.
7. Gómez, D. E. (2012). Metodología para la gestión de riesgos de desastres en las comunidades, basado en el marco de acción de Hyogo 2005-2015. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 61-72.
8. Iglesias, V. F. (2017). *Servicio de impresión de información geográfica en forma de mapas siguiendo el estándar OGC WPS*.
9. Lara Tabares, B. A. (2004). *Guía metodológica para la generación de servicios en línea a partir de los estándares WFS y WMS basados en visualización con tráfico liviano y manejo de seguridad*.
10. Lara, E. L. (2006). Los sistemas de información geográfica. *Geoenseñanza*.

11. Letelier, P. &. (2006). *Métodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)*.
12. LOPERA, J. R. (2010). *El método analítico*.
13. Martí Ferriol, J. L. (2006). *Estudio empírico y descriptivo del método de traducción para doblaje y subtitulación*. Universitat Jaume I.
14. Mena Erazo, D. F. (2013). *Optimizació del uso del SIG en la mecrozonificación sísmica y evaluación de la vulnerabilidad física en la ciudad de Guaranda-Ecuador*.
15. Molina, A. M. (2005). Los sistemas de información geográfica (SIG) en la planificación municipal. *Revista EIA*, 21-31.
16. Quinde Martínez, P. &. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. *Ingeniería sísmica*, 1-26.
17. Quipuscoa Silvestre, V. D. (2019). Impacto de los cambios climáticos y uso de suelo, en la distribución de las especies de géneros endémicos de Asteraceae de Arequipa. *Arnaldoa*, 71-96.
18. Romero, H. H. (2005). Sistemas de Información Geográfica para el Desarrollo Sustentable de las ciudades chilenas. In *2º Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Concepción*, (págs. 52-58).
19. Trigás Gallego, M. (2012). *Metodología scrum*.
20. Vidal Ayats, A. (2012). *Vissir3: nuevas posibilidades de visualización e interacción con la cartografía del ICC*.