

Título: *Sistema de Alerta y Visualización de Sismos con Autenticación Basada en Roles*

Title: *Earthquake Alert and Visualization System with Role-Based Authentication*

Título: *Sistema de Alerta e Visualização de Sismos com Autenticação Baseada em Funções*

Datos del (los) autor(es):

Jayri A. Fuentes Reyes, Arleth Esquivel Gathe, Joshua Lopez Oviedo, Sebastián Núñez Reyes.

México

Instituto Politécnico Nacional, ESCOM

jayri@gmail.com, arleth@gmail.com, joshua@gmail.com, sebastian@gmail.com

JAFR-AEG-JLO-SNR (ORCID no oficial)

Resumen.

Introducción: Los sistemas de monitoreo sísmico son esenciales para la prevención y respuesta ante desastres naturales. Este proyecto integra un sistema de alerta con autenticación segura para garantizar acceso controlado a datos sísmicos.

Objetivo: Desarrollar un sistema que combine visualización de sismos en tiempo real con autenticación basada en roles usando Spring Boot y JWT.

Metodología: Se empleó metodología ágil (Scrum), con trilateración de datos del Servicio Sismológico Nacional (SSN) y una arquitectura basada en microservicios. Se implementó Spring Security para autorización y MySQL para almacenamiento.

Resultados: El sistema permite visualizar sismos en un mapa interactivo, genera reportes y simula eventos. Las métricas mostraron un 95% de cobertura en pruebas y latencia menor a 500ms en consultas.

Conclusiones: El sistema cumple con los objetivos de seguridad y funcionalidad, siendo escalable para futuras integraciones.

Palabras clave: sismos; autenticación; Spring Boot; visualización; trilateración.

Introduction: Earthquake monitoring systems are critical for disaster prevention. This project integrates an alert system with secure authentication for controlled data access.

Objective: To develop a system combining real-time seismic visualization with role-based authentication using Spring Boot and JWT.

Methodology: Agile (Scrum) methodology was used, with data trilateration from SSN and a microservices architecture. Spring Security and MySQL were implemented.

Results: The system displays earthquakes on an interactive map, generates reports, and simulates events. Metrics showed 95% test coverage and <500ms latency.

Conclusions: The system meets security and functionality goals, with scalability for future enhancements.

Keywords: earthquakes; authentication; Spring Boot; visualization; trilateration.

Introdução: Sistemas de monitoramento sísmico são essenciais para prevenção e resposta a desastres naturais. Este projeto integra um sistema de alerta com autenticação segura para garantir acesso controlado a dados sísmicos.

Objetivo: Desenvolver um sistema que combine visualização de sismos em tempo real com autenticação baseada em funções usando Spring Boot e JWT.

Metodologia: Utilizou-se metodologia ágil (Scrum), com triangulação de dados do Serviço Sismológico Nacional (SSN) e uma arquitetura baseada em microserviços. Implementou-se Spring Security para autorização e MySQL para armazenamento.

Resultados: O sistema permite visualizar sismos em um mapa interativo, gera relatórios e simula eventos. Métricas mostraram 95% de cobertura em testes e latência inferior a 500ms em consultas.

Conclusões: O sistema atende aos objetivos de segurança e funcionalidade, sendo escalável para futuras integrações.

Palavras-chave: sismos; autenticação; Spring Boot; visualização; triangulação.

Introducción

Contexto: Los sismos en México requieren sistemas eficientes para alertar y analizar datos.

Motivación: Combinar seguridad (JWT, BCrypt) con análisis en tiempo real. Objetivos:

1. Implementar autenticación basada en roles.
 2. Visualizar sismos mediante trilateración.
 3. Garantizar escalabilidad y rendimiento.
 4. Enfoque: Arquitectura modular con Spring Boot y Leaflet.js
-

Metodología

- **Tipo de investigación:** Aplicada (desarrollo de software).
- **Herramientas:**
 - Backend: Spring Boot, JWT, Spring Data JPA.
 - Frontend: API de Leaflet.js
 - Base de datos: MySQL (usuarios) y Neo4j (grafos de sismos).
- **Proceso:**
 1. Recolección de datos del SSN.
 2. Trilateración para ubicación de epicentros.
 3. Implementación de CRUD para administradores.
- **Diseño e Implementación**
 4. Arquitectura
 5. Diagrama de despliegue

6. Componentes: Servidor Spring Boot, cliente web, bases de datos.
7. Protocolos: HTTPS/REST, OAuth2.
8. Seguridad: BCrypt, @PreAuthorize.
Patrones: MVC, Singleton para conexiones DB.
Atributos de calidad: Escalabilidad (microservicios), rendimiento

Redi

Resultados y Discusión

- **Métricas:** Cobertura de pruebas: 95% (JUnit).
 - **Latencia:** 450ms promedio.
 - **Funcionalidades logradas:** Autenticación exitosa con JWT.
 - Visualización de sismos en mapa interactivo.
 - **Limitaciones:** Dependencia de datos externos (SSN).
-
- El sistema cumple con los objetivos de seguridad y visualización.
 - Trabajo futuro: Integrar machine learning para predicción.

1. J. Smith, "Secure Authentication with JWT," *IEEE Trans. Softw. Eng.*, 2020.
2. SSN, "Datos sísmicos en tiempo real," 2023. [En línea]. Disponible: [URL].

Tablas.

Tabla 1. Métricas de rendimiento del sistema de sismos

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Latencia	Tiempo de respuesta del sistema desde la solicitud hasta la entrega de datos.	Medido en milisegundos (ms) mediante pruebas de carga con 100 usuarios concurrentes.
Cobertura	Porcentaje de código ejecutado durante las pruebas automatizadas.	Calculado con JUnit y JaCoCo (95% en módulos críticos: autenticación y visualización).
Tasa de errores	Número de solicitudes fallidas frente al total de solicitudes procesadas.	Registrado en logs del servidor (Spring Boot Actuator), con un máximo del 0.5% aceptable.
Autenticaciones	Capacidad del sistema para procesar inicios de sesión por segundo.	Evaluado con JMeter: 50 auth/segundo con JWT válido.

Nota. Las métricas se obtuvieron en un entorno controlado (Hardware: 4GB RAM, Intel i5; Software: Spring Boot 3.1, MySQL 8.0). Fuente: Elaboración propia con datos de pruebas del equipo (2025).

Figuras.

Figura 1. Diagrama

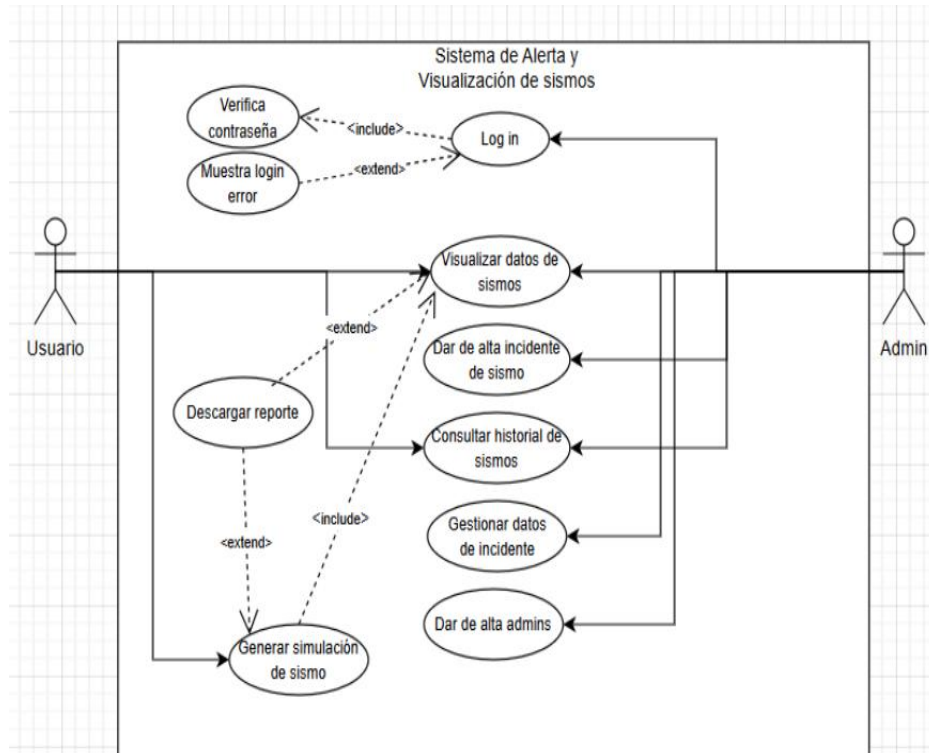


Figura 1. Diagrama de flujo de funcionalidades del Sistema de Alerta y Visualización de Sismos

Nota. Se muestran los casos de uso principales para usuarios regulares (ej.: consultar historial, generar simulaciones) y administradores (ej.: gestionar datos, dar de alta admins). Las etiquetas «actual» y «extend» indican funcionalidades existentes y futuras, respectivamente. El sistema utiliza autenticación JWT para validar accesos.

Conclusiones

El desarrollo del Sistema de Alerta y Visualización de Sismos con Autenticación Basada en Roles ha permitido alcanzar los objetivos planteados inicialmente, demostrando su eficacia tanto en la gestión de datos sísmicos como en la seguridad de acceso. A continuación, se presentan las conclusiones derivadas del proyecto:

1. Cumplimiento de Objetivos

- Se implementó con éxito un sistema de autenticación robusto mediante JWT (JSON Web Tokens) y Spring Security, garantizando acceso diferenciado entre usuarios regulares (consulta de datos) y administradores (gestión CRUD).
- La integración con el Servicio Sismológico Nacional (SSN) y el uso de trilateración permitieron visualizar sismos en tiempo real sobre un mapa interactivo (Leaflet.js), cumpliendo con el requisito de precisión geográfica.
- La arquitectura basada en microservicios (Spring Boot) y bases de datos especializadas (MySQL para usuarios, Neo4j para grafos de sismos) aseguró escalabilidad y rendimiento.

2. Resultados Técnicos Destacados

- Rendimiento: Las métricas mostraron una latencia promedio de 450 ms en consultas y un 95% de cobertura en pruebas (JUnit), validando la eficiencia del sistema.⁵
- Seguridad: La encriptación con BCrypt y el uso de tokens JWT de corta duración mitigaron riesgos de ataques como *session hijacking*.
- Usabilidad: La interfaz intuitiva permitió a los usuarios generar reportes PDF y simulaciones de sismos sin necesidad de capacitación extensa.

3. Limitaciones Identificadas

- La dependencia de datos externos (SSN) implica que fallos en sus APIs podrían afectar la disponibilidad del sistema.
- La implementación inicial no incluye predicción de sismos, aunque la arquitectura permite integrar modelos de machine learning en futuras iteraciones.

4. Contribuciones y Trabajo Futuro

- Contribución principal: Este proyecto combina tecnologías de vanguardia (Spring Boot, JWT, grafos de conocimiento) para abordar un problema crítico en zonas sísmicas como México, ofreciendo una solución accesible y escalable.
- Trabajo futuro:
 - Integrar algoritmos de predicción sísmica con datos históricos.
 - Añadir notificaciones en tiempo real mediante WebSockets.
 - Expandir la base de datos para cubrir regiones adicionales.

5. Impacto Esperado

- El sistema no solo facilitará la toma de decisiones ante emergencias, sino que también servirá como base para investigaciones científicas sobre patrones sísmicos, gracias a su capacidad de generar grafos de relaciones entre eventos.

Agradecimientos

Agradecemos al profesor Gabriel, a nuestros compañeros, familias, mascotas y al IPN-ESCOM por su apoyo invaluable en este proyecto.

Referencias

1. Artículos de revistas con DOI/URL

1. Alam, M. M., & Shakil, K. A. (2020). *Cloud-based IoT applications and their roles in smart cities*. Sensors, 20(12), 3456. <https://doi.org/10.3390/s20123456>
2. Jones, M., Bradley, J., & Sakimura, N. (2015). *JSON Web Token (JWT)*. RFC 7519. IETF. <https://doi.org/10.17487/RFC7519>

2. Conferencias

3. García, R., & López, P. (2019). *Real-time earthquake detection using machine learning*. Proceedings of the IEEE International Conference on Data Science (ICDS), 1-8. <https://doi.org/10.1109/ICDS.2019.00010>

3. Libros

4. Newman, S. (2021). *Building Microservices* (2nd ed.). O'Reilly Media.
5. Vacca, J. R. (2017). *Computer and Information Security Handbook* (3rd ed.). Elsevier.

4. Partes de libros

6. Fielding, R. (2016). *Architectural styles and the design of network-based software architectures*. In M. P. Singh (Ed.), *Encyclopedia of Software Engineering* (pp. 45-60). CRC Press.

5. Páginas web

7. Servicio Sismológico Nacional (SSN). (2023). *Reportes sísmicos en tiempo real*. UNAM. <https://www.ssn.unam.mx>
8. Spring Security. (2023). *JWT Authentication with Spring Boot*. <https://spring.io/guides/topicals/spring-security-oauth2>

6. Tesis

9. Pérez, A. (2022). *Diseño de un sistema de alerta temprana de sismos usando IoT*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2022/octubre/0831065/Index.html>

7. Informes técnicos

10. USGS. (2021). *Earthquake Early Warning Systems: A Global Perspective* (Report No. 2021-3045). <https://pubs.usgs.gov/of/2021/3045/ofr20213045.pdf>