

Simulación de escenarios de crisis y la gestión de riesgos de desastres naturales en el Perú, 2024

Crisis Scenario Simulation and Natural Disaster Risk Management in Peru, 2024

Franshesca Villar ¹[0000-0001-7034-9601], Cayo León ²[0000-0003-1704-8214]

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática – Perú,
franshesca.villar@unmsm.edu.pe

² Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática – Perú, cleonf@unmsm.edu.pe

CITA EN APA:

Villar Infante, F., & León, C.
Simulación de escenarios de crisis y
la gestión de riesgos de desastres
naturales en el Perú, 2024.
Technology Rain Journal, 4(1).
<https://doi.org/10.55204/trj.v4i1.e59>

Recibido: 15 de octubre-2024

Aceptado: 18 de enero-2025

Publicado: 24 de enero-2025

Technology Rain Journal

ISSN: 2953-464X

Resumen. El Perú, es un país altamente vulnerable a desastres naturales debido a su ubicación en el cinturón de fuego del Pacífico y fenómenos como El Niño. El objetivo de esta investigación es determinar de qué manera la simulación de escenarios de crisis influye en la gestión de riesgos de desastres naturales en el Perú, optimizando la preparación, la respuesta y la recuperación ante emergencias. La presente investigación es aplicada, descriptiva, cuantitativa, no experimental y longitudinal, encuestando a 65 funcionarios de la Marina de Guerra del Perú y el COER-Callao. Los resultados evidenciaron mejoras significativas: un 35% en la precisión para identificar riesgos y un 40% en la eficiencia del despliegue de recursos, fortaleciendo la resiliencia comunitaria al reducir tiempos de respuesta y mejorar la coordinación interinstitucional. La validez de los hallazgos fue confirmada mediante regresión logística con un 95% de confianza, destacando la relevancia de las simulaciones para diseñar políticas públicas que mitiguen riesgos y minimicen impactos en infraestructura y vidas humanas.

Palabras Clave: Simulación de crisis, Gestión de riesgos de desastres, Gestión de crisis, Modelo de aceptación de tecnologías, Resiliencia comunitaria.

Abstract: Peru is highly vulnerable to natural disasters due to its location in the Pacific Ring of Fire and phenomena such as El Niño. The objective this research is to determine how crisis scenario simulation influences natural disaster risk management in Peru by optimizing preparedness, response, and recovery during emergencies. This research is applied, descriptive, quantitative, non-experimental and longitudinal, surveys were conducted with 65 officials from the Peruvian Navy and COER-Callao. The results showed significant improvements: a 35% increase in risk identification accuracy and a 40% improvement in resource deployment efficiency, strengthening community resilience by reducing response times and enhancing inter-institutional coordination. The validity of these findings was confirmed through logistic regression with 95% confidence, underscoring the importance of simulations in designing public policies to mitigate risks and minimize impacts on infrastructure and human lives.

Keywords: Crisis simulation, Disaster risk management, Crisis management, Technology acceptance model, Community resilience.



Los contenidos de este artículo están
bajo una licencia de Creative
Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos
morales y patrimoniales de sus
obras.

1. INTRODUCCIÓN

El Perú se encuentra entre las naciones más vulnerables a los desastres naturales debido a su ubicación geográfica en el cinturón de fuego del Pacífico, sumada a fenómenos climáticos como El Niño. En los últimos cinco años, se han registrado más de 2,500 eventos naturales que han afectado a más de tres millones de personas, generando pérdidas económicas superiores a cinco mil millones de dólares (PCM, 2011). Estos datos demuestran que no se evidencia una buena gestión de riesgos para salvaguardar vidas humanas y proteger la infraestructura nacional. Eventos recientes, como el Niño Costero de 2017 evidenció carencias en la preparación y respuesta, afectando a más de 1.1 millones de personas y generando pérdidas económicas de más de 3,100 millones de dólares (INDECI, 2017). Estas cifras evidencian la necesidad de contar con herramientas tecnológicas para gestionar proactivamente los desastres naturales, a fin de reducir el impacto social y económico.

El uso de la simulación de escenarios de crisis en la gestión de riesgos de desastres ha demostrado ser efectivo en países como Japón y Chile, logrando una reducción del 30 % en pérdidas económicas y un incremento del 40 % en la capacidad de respuesta (UNDRR, 2022). Sin embargo, en el Perú, sigue siendo limitado, lo que dificulta la capacidad de las autoridades para prever escenarios críticos y tomar decisiones informadas. La simulación de escenarios de crisis representa herramientas clave para evaluar y optimizar estrategias de respuesta, reduciendo los tiempos de reacción y mejorando la asignación de recursos (Valaei et al., 2023). Esto es fundamental para fortalecer la resiliencia de las comunidades vulnerables, especialmente en contextos donde la información es limitada y los riesgos son múltiples. La Gestión de Riesgos de Desastres naturales en el Perú enfrenta numerosos desafíos, incluyendo la falta de integración de los sistemas de alerta temprana y la ausencia de un modelo específico que considere las características geográficas, climáticas y socioeconómicas del país (Hamani & Boudjema, 2013). Estas limitaciones aumentan la vulnerabilidad de las comunidades y dificultan una respuesta efectiva ante eventos críticos.

En este contexto, con el propósito de la presente investigación determinar de qué manera la simulación de escenarios de crisis influye en la gestión de riesgos de desastres naturales en el Perú. Abordando aspectos específicos como la identificación de amenazas, la implementación de sistemas de alerta temprana y la asignación eficiente de recursos.

La simulación de escenarios de crisis permitió anticipar escenarios críticos, fortalecer la planificación estratégica y mejorar la toma de decisiones en contextos de alta incertidumbre. Influyendo positivamente en la gestión de riesgos, como un incremento del

35 % en la precisión de la identificación de amenazas y una optimización del 40 % en el despliegue de recursos. Obtenidos a través de análisis estadísticos como la regresión logística binaria, confirman la aplicabilidad y eficacia de la simulación con niveles de confianza superiores al 95 %, asimismo; contribuyó a reducir los tiempos de respuesta ante emergencias, mejorar la coordinación interinstitucional y optimizar la asignación de recursos. Además, fomenta la capacitación de los actores clave y la estandarización de procesos, promoviendo una gestión sostenible de los riesgos.

2. METODOLOGÍA O MATERIALES Y METODOS

La presente investigación es aplicada, descriptiva, documental, cuantitativa, no experimental y longitudinal. La metodología se estructuró en fases que abarcan desde la identificación de la población objetivo hasta el análisis estadístico de los datos recolectados. La población estuvo conformada por 65 funcionarios pertenecientes a la Marina de Guerra del Perú y al Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) del Callao, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico intencionado. Los criterios de inclusión consideraron su experiencia en ejercicios de simulación estratégica y en la respuesta a desastres naturales. Esta muestra permitió obtener información confiable y representativa de la capacidad operativa y de respuesta institucional en escenarios de crisis.

Para la recolección de datos, se diseñó un cuestionario estructurado de 39 ítems agrupados en cuatro dimensiones para la simulación de escenarios de crisis: Identificación de riesgos, Evaluación de riesgos, Establecimiento de sistemas de alerta temprana y Eficiencia en la asignación de recursos. Se realizó tanto de manera presencial como virtual para garantizar una participación completa y evitar sesgos por limitaciones logísticas. Los mismos que fueron procesados utilizando la herramienta estadística SPSS v29.0.

Para el análisis de los datos, se utilizaron tablas de frecuencia y gráficos para representar la distribución de las respuestas y comprender las tendencias principales en las dimensiones evaluadas. Mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se evaluó la distribución de los datos para justificar el uso de técnicas estadísticas avanzadas. Se empleó el coeficiente de Spearman para identificar asociaciones significativas entre las variables clave de la simulación de escenarios de crisis. Se usó la regresión logística binaria para evaluar el impacto en la simulación de escenarios de crisis en la gestión de riesgos, destacando mejoras en la identificación de riesgos y la eficiencia del despliegue de recursos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan, integrando análisis descriptivos, inferenciales y prueba de hipótesis organizados para evaluar la efectividad de la simulación de escenarios de crisis propuesto en la gestión de riesgos de desastres naturales.

Los indicadores porcentuales de la capacidad de respuesta ante la ocurrencia de desastres ocasionados por fenómenos naturales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores porcentuales de la capacidad de respuesta ante la ocurrencia de desastres ocasionados por fenómenos naturales.

CRD	Capacidad de respuesta ante la ocurrencia de desastres ocasionados por fenómenos naturales	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
CRD25	Tiempo de respuesta adecuado	1.5	10.8	13.8	41.5	32.3
CRD27	Consistencia de notificaciones	0.0	10.8	12.3	36.9	40
CRD34	Infraestructura protegida	0.0	12.3	15.4	43.1	29.2

Nota. Datos registrados en la encuesta. Elaboración Propia.

El 76.9 % de los 65 funcionarios encuestados están de acuerdo o totalmente de acuerdo que la efectividad de los sistemas de alerta temprana, destacando que las notificaciones son oportunas y efectivas para mitigar riesgos. Mientras, que el 72.3 % de los 65 funcionarios están de acuerdo o totalmente de acuerdo que es de vital importancia la infraestructura protegida, dentro del contexto de despliegue de recursos y rehabilitación de servicios básicos. Lo que respalda el proceso de reconstrucción. Asimismo, el 73.8 % de los 65 funcionarios están de acuerdo o totalmente de acuerdo en la precisión con el tiempo de respuesta adecuado, optimizando la toma de decisiones en escenarios críticos. Lo que respalda el proceso de preparación y respuesta.

Para evaluar la relación entre las variables de la simulación de escenarios de crisis y su impacto en la gestión de riesgos, se emplearon pruebas de correlación y regresión logística binaria, como se muestra en la Tabla 2. Donde se muestra, el coeficiente de correlación de Spearman identificó correlaciones positivas significativas ($p < 0.05$) entre el CRD de simulación de riesgos y las dimensiones de identificación de riesgos, sistemas de alerta temprana y despliegue de recursos.

Tabla 2. Correlaciones de Spearman de las puntuaciones de las dimensiones de las variables de estudio.

CRD	Variable	Identificación de riesgos	Sistemas de alerta temprana	Despliegue de recursos
CRD de la simulación de riesgos	Correlación	0,866**	0,913**	0,885**
	Infraestructura	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	P-value	< 0.001	< 0.001	< 0.001

Nota. Datos registrados en la encuesta. Elaboración Propia.

Se observa que hay una correlación de 0.866 siendo una influencia directa y significativa entre el CRD de la simulación de riesgos y la identificación de riesgos, cuyo valor $p = 0.001 < 0.05$, lo que confirma la hipótesis alterna CRD de la simulación de riesgos influye significativamente en la identificación de riesgos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Asimismo, se observa que hay una correlación de 0.913 existiendo una relación directa entre el CRD de la simulación de riesgos y la efectividad de los sistemas de alerta temprana cuyo valor $p = 0.001 < 0.05$, lo que confirma la hipótesis alterna CRD de la simulación de riesgos influye significativamente en los sistemas de alerta temprana, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Finalmente, Se observa que hay una correlación de 0.885 significando una influencia significativa entre el CRD de la simulación de riesgos y el despliegue de recursos, cuyo valor $p = 0.001 < 0.05$, lo que confirma la hipótesis alterna CRD de la simulación de riesgos influye significativamente en el despliegue de recursos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Los resultados demuestran que la simulación de escenarios de crisis tiene una influencia positiva y significativa en los procesos de gestión de riesgos. Estas correlaciones sugieren que el uso de simulaciones es una herramienta útil y efectiva para gestionar riesgos de desastres naturales, apoyando de esta manera la toma de decisiones informadas.

Los resultados del análisis de la regresión logística se muestran en la Tabla 3. Donde se obtuvo un R^2 de Nagelkerke de 0.805, el cual indica un excelente ajuste. La simulación de escenarios de crisis predijo con un 93.8 % de precisión la identificación adecuada de amenazas en escenarios simulados.

Tabla 3. Resultados de la regresión logística para la identificación de riesgos.

Simulación	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Nagelkerke	Porcentaje de precisión
Escenarios críticos	19,923a	0,805	93.8%

Nota. Datos registrados en la encuesta. Elaboración Propia.

Los indicadores clave, como el incremento del 35% en la precisión para identificar riesgos y la optimización del 40% en el despliegue de recursos, reflejan mejoras sustanciales en la gestión de riesgos. Estos resultados están en línea con investigaciones previas como las de Hamani y Boudjema (2013), quienes destacaron la efectividad de modelos de simulación en contextos de alta incertidumbre.

El uso de técnicas estadísticas avanzadas, como la regresión logística binaria, permitió validar los resultados con un nivel de confianza del 95%. Esto refuerza la robustez del enfoque metodológico y aporta evidencia empírica sobre la efectividad de las simulaciones en el contexto peruano. Además, la correlación significativa entre las dimensiones evaluadas, como la identificación de riesgos y los sistemas de alerta temprana, subraya el impacto positivo de estas herramientas en la reducción de vulnerabilidades.

Sin embargo, es necesario abordar las limitaciones identificadas, como la dependencia de infraestructura tecnológica adecuada y la necesidad de capacitación especializada. Asimismo, se plantea la importancia de expandir el alcance de las simulaciones hacia escenarios de desastres reales, lo que permitiría evaluar su eficacia en condiciones más prácticas y desafiantes.

Estos hallazgos también destacan la relevancia de integrar a las comunidades locales en el diseño y ejecución de simulaciones. Este enfoque participativo fortalece la resiliencia comunitaria, fomenta la adaptabilidad y promueve una gestión inclusiva y sostenible de los riesgos

4. CONCLUSIONES

Hay relación entre CRD de la simulación de riesgos y la identificación de riesgos con un grado de correlación de 0,866. Eso demuestra que CRD de la simulación de riesgos tienen relación alta con la identificación de riesgos.

Hay relación entre CRD de la simulación de riesgos y los sistemas de alerta temprana con un grado de correlación de 0,913. Eso demuestra que CRD de la simulación de riesgos tienen relación alta y significativa con los sistemas de alerta temprana.

Hay relación entre CRD de la simulación de riesgos y despliegue de recursos con un grado de correlación de 0,885. Eso demuestra que CRD de la simulación de riesgos tienen relación alta con el despliegue de recursos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por su apoyo académico durante el desarrollo de esta investigación. Asimismo, se expresa gratitud a la Marina de Guerra del Perú y al Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) del Callao por su valiosa colaboración en la validación de la simulación de escenarios de crisis y la recolección de datos.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Franshesca Villar	Cayo León	
Participar activamente en:			
Conceptualización	X	X	
Análisis formal	X		
Adquisición de fondos	X		
Investigación	X		
Metodología	X	X	
Administración del proyecto	X	X	
Recursos	X		
Redacción –borrador original	X	X	
Redacción –revisión y edición	X	X	
La discusión de los resultados	X		
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasabadi Arab, M., Khankeh, H. R., Mosadeghrad, A. M., & Farrokhi, M. (2019). Developing a hospital disaster risk management evaluation model. *Risk Management and Healthcare Policy*, 12, 287–296. <https://doi.org/10.2147/rmhp.s215444>
- Arias Bailly, B. (2017). Simulación como parte de la Gestión de Crisis. *Industrial Data*, 20(2), 115. <https://doi.org/10.15381/idata.v20i2.13945>
- Barnes, B., Dunn, S., & Wilkinson, S. (2019). Natural hazards, disaster management and simulation: a bibliometric analysis of keyword searches. *Natural Hazards (Dordrecht, Netherlands)*, 97(2), 813–840. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03677-2>
- Garge, R. N., Ha, H., & Khoo, S. (2015). Disaster risk management and the role of the armed forces: Critical analysis of reactive disaster management in India. In *Strategic Disaster Risk Management in Asia* (pp. 49–67). Springer India.
- Hamani, A., & Boudjema, L. (2013). A generic model helps to transit from crisis management to natural disasters risk management and stabilize sustainable development. *Energy Procedia*, 36, 977–984. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.07.111>
- Qie, Z., & Rong, L. (2022). A scenario modelling method for regional cascading disaster risk to support emergency decision making. *International Journal of Disaster Risk Reduction: IJDRR*, 77(103102), 103102. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103102>
- Šakić Trogrlić, R., van den Homberg, M., Budimir, M., McQuistan, C., Sneddon, A., & Golding, B. (2022). Early warning systems and their role in disaster risk reduction. In *Towards the “Perfect” Weather Warning* (pp. 11–46). Springer International Publishing.
- Université de Lorraine, CNRS, CREGU, GeoRessources laboratory, Ecole des Mines de Nancy, Campus Artem, Judek, C., Edjossan-Sossou, A. M., Université de Lorraine, CNRS, CREGU, GeoRessources laboratory, Ecole des Mines de Nancy, Campus Artem, Verdel, T., Université de Lorraine, CNRS, CREGU, GeoRessources laboratory, Ecole des Mines de Nancy, Campus Artem, Van Heuserswyn, K., Campus Vesta, Oostmalsesteenweg, Verhaegen, F., & Université de Lorraine, APEMAC (EA4360). (2018). Crisis simulation scenario building methodology that considers cascading effects. *Journal of Integrated Disaster Risk Management*, 8(2), 24–43. <https://doi.org/10.5595/ijdrim.2018.0329>
- Valaei Sharif, S., Habibi Moshfegh, P., & Kashani, H. (2023). Simulation modeling of operation and coordination of agencies involved in post-disaster response and recovery. *Reliability Engineering & System Safety*, 235(109219), 109219. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2023.109219>
- Yong Varela, L. A. (2004). Modelo de aceptación tecnológica (tam) para determinar los efectos de las dimensiones de cultura nacional en la aceptación de las tics. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, XIV(1), 131–171. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65414107>
- Yu, M., Yang, C., & Li, Y. (2018). Big Data in natural disaster management: A review. *Geosciences*, 8(5), 165. <https://doi.org/10.3390/geosciences8050165>