

FORTALECIENDO LA RESILIENCIA ANTE DESASTRES: ENSO Y LA INFRAESTRUCTURA VULNERABLE EN PERÚ

Alain Espinoza¹ y
Edu Paul Delgado¹

¹ Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú



Alain Espinoza es ingeniero civil con MSc in Engineering with Management por la Universidad de Bristol, reconocido con el Bristol PLUS Award. Realizó un programa académico en la Universidad de Harvard con una beca de investigador destacado. Es experto en gestión de proyectos de infraestructura, con publicaciones en revistas científicas como *Water* y *Buildings*. Actualmente, se desempeña como profesor e investigador en la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

Palabras clave: Resiliencia nacional, resiliencia de infraestructura, gestión de riesgos, gestión de riesgos de desastre, resiliencia ante desastres

Citar como Espinoza, A. & Delgado, E. (2025). Fortaleciendo la resiliencia ante desastres: ENSO y la infraestructura vulnerable en Perú. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 12 n.º 01, págs. 4-10.

¿Cuál es la **contribución** de esta investigación para los tomadores de decisiones?*

Los tomadores de decisiones deben priorizar el fortalecimiento de la resiliencia nacional ante desastres, especialmente aquellos impulsados por el ENSO. Es crucial abordar la fragilidad de la infraestructura implementando estrategias que mejoren la preparación y la respuesta ante eventos extremos. Se debe fortalecer la cohesión institucional y la conciencia pública, así como promover la participación activa de las comunidades en la gestión del riesgo de desastres. Es fundamental considerar la vulnerabilidad de la infraestructura crítica, como presas y puentes, e invertir en su reforzamiento para garantizar la seguridad hídrica y la conectividad en regiones vulnerables.

Resumen

Este artículo es una adaptación y extensión del paper "Building national disaster resilience: assessment of ENSO-driven disasters in Peru" (Espinoza Vigil & Booker, 2023a), el cual analiza cómo el incremento de desastres causados por eventos extremos revela la limitada capacidad de respuesta en países en desarrollo como Perú. El estudio evalúa la resiliencia

nacional ante los peligros asociados con El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), específicamente lluvias intensas, inundaciones y deslizamientos ocurridos durante El Niño 2016-2017, los cuales causaron graves daños en infraestructura esencial. A través de un marco de evaluación basado en 12 criterios, se diagnosticaron las principales vulnerabilidades, entre las que se destaca la fragilidad del entorno construido y las brechas en desarrollo social como

factores determinantes. Los resultados subrayan la urgencia de implementar estrategias para robustecer la resiliencia del país frente a futuros desastres. El estudio también ofrece un enfoque metodológico adaptable a otros contextos globales. Con base en esa publicación, se sintetizan ideas importantes y se añaden otras relacionadas a la vulnerabilidad de ciudades como Arequipa ante la inseguridad hídrica generada por eventos hidrológicos extremos.

1. Introducción

Este artículo es, esencialmente, una síntesis del artículo "Building national disaster resilience: assessment of ENSO-driven disasters in Peru" (Espinoza Vigil & Booker, 2023a), el cual se extiende a través de un análisis enfocado en la infraestructura vulnerable en Perú.

A nivel mundial, los desastres generados a partir de amenazas naturales han aumentado en frecuencia y severidad, lo que ha afectado gravemente a los países en desarrollo. Ejemplos emblemáticos incluyen el huracán Mitch (1998), que causó más de 9000 muertes y pérdidas económicas superiores a 6000 millones de dólares, con un impacto de hasta el 80 % del producto bruto interno (PIB) de Honduras y el 49 % de Nicaragua (Christoplos et al., 2010; Mansilla, 2008), así como el terremoto en Haití (2010), con 230 000 fallecidos (Bilham, 2010). Entre 1900 y 2018, los desastres hidrológicos representaron el 38.5 % de los eventos globales, cifra que sube a 56.9 % en Sudamérica (EM-DAT, 2019; Scuderi et al., 2019).

En el caso de Perú, entre 2003 y 2023, ocurrieron 87 desastres, de los cuales 49 de ellos fueron hidrológicos, con un saldo de 1087 muertes (EM-DAT, 2023). Este estudio analiza un evento asociado al ENOS en Perú y busca fortalecer la resiliencia ante desastres en el país.

La resiliencia ante desastres es un concepto multidimensional que integra infraestructura, sistemas y comunidades. Según el UK Cabinet Office (2011), la resiliencia en infraestructura implica anticipar, absorber, adaptarse y recuperarse de eventos disruptivos mediante resistencia, fiabilidad, redundancia y recuperación. Para los sistemas, la UNDRR (2017) enfatiza la capacidad de resistir, absorber, recuperarse y transformarse, preservando funciones esenciales. La IFRC (2012) resalta la

resiliencia comunitaria centrada en preparación, adaptación y recuperación sostenibles.

La infraestructura es crucial, ya que impacta a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (Thacker et al., 2018) y es clave para aumentar la resiliencia ante desastres. Sin embargo, en Perú, su relevancia no se valora plenamente, lo que se refleja en la brecha de infraestructura (Bonifaz et al., 2020) que requiere un rol activo del sector público (Guha & Chakrabarti, 2019; Reddy, 2016; Slack, 2015), quien, a su vez, debe articular esfuerzos con el sector privado y también con el sector científico.

Con este marco, la investigación se estructura en las siguientes secciones: metodología, discusión (evento de desastre, resiliencia del país e infraestructura vulnerable) y conclusiones.

2. Metodología

Muchos estudios relacionados con la resiliencia han empleado métodos de modelación y medición de vulnerabilidades ante diferentes amenazas, con el objetivo de mejorar la resiliencia reduciendo dichas vulnerabilidades (Birkmann, 2007; Luers, 2005; Thomalla et al., 2006). Ante el aumento de la recurrencia de amenazas, principalmente debido al cambio climático, se han propuesto métodos más complejos para construir la resiliencia ante desastres.

Estudios recientes incluyen enfoques cualitativos y cuantitativos aplicados a amenazas, como inundaciones, terremotos y deslizamientos. Ceré et al. (2017) propusieron tres dominios para categorizar estudios relevantes sobre resiliencia: inundaciones, terremotos y deslizamientos. Los enfoques cualitativos y cuantitativos han demostrado ser valiosos al considerar diferentes tipos de amenazas y evaluar la resiliencia desde diversas perspectivas, desde un punto de vista sociotécnico, que incluye herramientas para mejorar la resiliencia urbana; desde el entorno construido, enfocado principalmente en infraestructura y edificaciones; y en redes como los sistemas de agua, energía y transporte. Dado el valor demostrado de ambos enfoques, esta investigación opta por un enfoque cualitativo. Aunque los métodos cuantitativos están fuera del alcance de este estudio, podrían explorarse en futuras evaluaciones de resiliencia como complemento al enfoque cualitativo.

Gran parte del estado del arte utiliza revisiones exhaustivas de literatura y el desarrollo de marcos de evaluación como métodos principales. Por ello, el diseño de esta investigación se basa en estas dos metodologías, siguiendo una estructura clara. Primero, se analiza el evento de El Niño ocurrido en el verano austral de 2016-2017 en la costa peruana, y se explica el fenómeno ENOS y su impacto histórico en Sudamérica. Luego, el análisis se centra en las amenazas y las consecuencias más críticas del desastre en Perú. Posteriormente, se realiza un diagnóstico de la resiliencia del país mediante un marco con 12 criterios agrupados en desarrollo sostenible y reducción del riesgo de desastres. A continuación, se pone énfasis en la vulnerabilidad de infraestructura importante como presas y puentes, especialmente en Arequipa, región ubicada al sur del Perú. Con base en este análisis, se proponen recomendaciones para mejorar la resiliencia del país.

Es importante destacar la novedad de esta investigación, ya que no se había realizado previamente una evaluación de este tipo para el caso de estudio. Además, los resultados obtenidos contribuyen a una mejor comprensión de la resiliencia y la gestión del riesgo de desastres en el país, lo que podría aplicarse a evaluaciones más efectivas en otros contextos.

3. Discusión

3.1 Evento de desastre

El fenómeno ENOS fue identificado por primera vez en la costa peruana en diciembre de 1893 como la "Corriente del Niño" y fue denominado "El Niño" por pescadores locales en alusión al nacimiento de Jesucristo. Este evento climático, de impacto global, presenta patrones complejos de analizar (Timmermann et al., 2018). Entre sus principales efectos están las inundaciones y alteraciones en los caudales de los ríos (Emerton et al., 2017). Este estudio realiza una evaluación cualitativa de las amenazas relacionadas con el ENOS en Perú durante 2016-2017, la resiliencia frente al desastre y la gestión del riesgo. Según la UNDRR (2017), una amenaza es definida como un fenómeno capaz de generar impactos negativos en diversos sectores, lo que se evidenció en El Niño Costero de 2016-2017. Este evento provocó lluvias

intensas en el norte y centro de la costa peruana, así como en Loreto, con deslizamientos e inundaciones devastadoras con graves consecuencias económicas, sociales y ambientales (Rodríguez-Morata et al., 2019). De acuerdo con el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (2018), el evento se produjo entre noviembre de 2016 a mayo de 2017.

Los daños incluyeron la pérdida de tierras agrícolas, ganado y daños en sistemas de telecomunicaciones, electricidad, agua potable y alcantarillado. Además, se incrementó la exposición al dengue (OPS, 2017) y se observaron efectos negativos en la salud mental de la población (Rodríguez-Morata et al., 2019). Estos impactos subrayan la necesidad de una gestión de riesgos efectiva frente al ENOS en la región.

3.2 Resiliencia del país

Esta sección desarrolla un marco de evaluación de resiliencia del país en el contexto del evento de desastre de El Niño. Como se indicó en la sección de metodología, el análisis general se basa en la revisión de literatura y en la aplicación de un marco de evaluación compuesto por 12 criterios, categorizados en dos categorías: desarrollo sostenible y reducción del riesgo de desastres. Para evaluar la resiliencia del país, se emplearon varias fuentes de referencia clave, incluyendo el World Economic Forum (2022), UNICEF (2018), Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (2018), Venkateswaran et al. (2017) y SINAGERD (2014). Los resultados se muestran en la Tabla 1.

A partir de este diagnóstico, se presentan recomendaciones estratégicas para fortalecer la resiliencia del país. Algunos autores son tomados como referencia para elaborar las propuestas de mejora. Djalante y Thomalla (2010) y Venkateswaran et al. (2017) ofrecen pautas para mejorar políticas, inversiones y capacidades comunitarias; Sansavini (2017) resalta aspectos estratégicos para fortalecer la resiliencia en infraestructura; y SENAMHI (2014) propone nuevas formas de gobernanza para reforzar la resiliencia ante desastres.

Tabla 1. Evaluación de la resiliencia ante desastres (Fuente: Espinoza Vigil & Booker, 2023a).

| ELEMENTO | EVALUACIÓN |
|--|---|
| Desarrollo sostenible | |
| 1. Gobernanza e instituciones | <ul style="list-style-type: none"> • El país mostró su débil cohesión institucional y falta de estabilidad. • El gobierno no proporcionó un marco adecuado de resiliencia ante desastres para las instituciones de nivel subnacional. |
| 2. Participación de las partes interesadas | <ul style="list-style-type: none"> • Un resultado positivo fue la participación de múltiples partes interesadas para recuperarse del desastre. • Fuerte respuesta del Ministerio de Defensa y una activa coordinación del Gobierno nacional a través de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios para liderar las acciones de reconstrucción. |
| 3. Formación y educación | <ul style="list-style-type: none"> • La falta de conciencia pública y de esfuerzos para desarrollar habilidades en la población se reflejó en la ineficaz gestión del riesgo de desastres. |
| 4. Desarrollo social | <ul style="list-style-type: none"> • Son muchos los factores que revelan la alta vulnerabilidad social: las desigualdades en los aspectos culturales, étnicos, lingüísticos, socioeconómicos y geográficos. • La migración incrementó la población pobre a lo largo de la costa. • Asentamientos informales y tráfico de tierras. |
| 5. Desarrollo económico | <ul style="list-style-type: none"> • El país ha experimentado un crecimiento económico sostenido en los últimos años; sin embargo, esto no se traduce en una mejora de la capacidad de resiliencia ante desastres de las comunidades. |
| 6. Entorno construido | <ul style="list-style-type: none"> • Los daños a la infraestructura fueron mayores debido a la rápida urbanización y a la construcción en entornos de alto riesgo, como las zonas propensas a inundaciones. • Los materiales utilizados son, a menudo, incapaces de manejar los peligros. |
| 7. Ecosistema | <ul style="list-style-type: none"> • Muchos impactos en cascada sobre el ecosistema hicieron evidente la incapacidad de resistir el evento de desastre y el vulnerable entorno natural. • Más de 2 000 000 de animales afectados. • Más de 1 50 000 hectáreas de tierras agrícolas inundadas. |
| 8. Participación de la comunidad | <ul style="list-style-type: none"> • El suceso puso de manifiesto la baja capacidad de las comunidades. • Había una falta de alianzas y redes para fortalecer la resiliencia ante los desastres dentro de las comunidades. |
| Reducción del Riesgo de Desastres | |
| 1. Conocimiento del riesgo | <ul style="list-style-type: none"> • El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres señala las amenazas potenciales debido al fenómeno de El Niño y las zonas expuestas en la costa. |
| 2. Preparación para desastres | <ul style="list-style-type: none"> • Parece existir una brecha entre el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su implementación en las comunidades, ya que estas no fueron capaces de responder de manera efectiva al impacto de las amenazas. |
| 3. Gestión de emergencias | <ul style="list-style-type: none"> • Respuesta coordinada a la emergencia desde muchas instituciones, como por ejemplo UNICEF (2018), que prestó asistencia humanitaria en los sectores de agua, saneamiento e higiene, nutrición y salud, con un alcance de casi 1 94 000 personas en los distritos más afectados de las ciudades costeras. • El liderazgo humanitario general fue clave para que las comunidades se recuperen después del desastre. |
| 4. Recuperación ante desastres | <ul style="list-style-type: none"> • El gobierno creó la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios para restaurar los servicios básicos y los medios de vida en las comunidades, con el fin de reconstruir mejor y, a su vez, aprender de las consecuencias de los desastres. |

A partir de la evaluación de la resiliencia ante desastres, se proponen recomendaciones estratégicas para mejorar la resiliencia ante desastres:

- Priorizar recursos en resiliencia y adaptación al cambio climático mediante mejora de políticas públicas.
- Incentivar a gobiernos subnacionales a gestionar fondos para fortalecer capacidades como la sensibilización comunitaria.
- Fortalecer comunidades a través de confianza, valores, asociaciones y participación.
- Integrar la resiliencia en el diseño de infraestructuras, destacando el rol multidisciplinario de los ingenieros y considerando interconexiones entre sistemas para reducir vulnerabilidades.
- Reconocer las infraestructuras como pilares para una nación resiliente y alinearlas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
- Evaluar la capacidad gubernamental para implementar infraestructura resiliente mediante el diagnóstico de brechas existentes.
- Promover gobernanza que integre medio ambiente y mitigue impactos de desastres con políticas específicas.

3.3 Infraestructura vulnerable

La infraestructura crítica en el país, especialmente represas y puentes, enfrenta alarmantes niveles de vulnerabilidad ante eventos hidrológicos extremos, lo que evidencia fallas en planificación, mantenimiento y adaptación al cambio climático.

Las represas, diseñadas décadas atrás bajo criterios desactualizados, presentan un deterioro progresivo que aumenta el riesgo de fallas catastróficas con graves consecuencias sociales, económicas y ambientales. Una situación similar afecta a los puentes fluviales, donde factores como la interacción hidráulica y la socavación comprometen su estabilidad. Huarca Pulcha et al. (2023) analizaron puentes en Arequipa y revelaron que un alto porcentaje de ellos en el río Chili posee vulnerabilidad crítica, lo que compromete su capacidad de servicio. Los puentes históricos, como el puente Grau, combinan valor patrimonial con limitada capacidad estructural. Ccanccapa Puma et al. (2024), a través de estudios hidrológicos y modelado en HEC-RAS, concluyeron que este puente enfrenta alta vulnerabilidad hidrológica y requiere medidas

urgentes para su preservación. Asimismo, Espinoza Vigil y Booker (2023b) analizaron el puente Bajo Grau y evidenciaron también elevados niveles de socavación y erosión mediante simulaciones hidráulicas, lo que demuestra la necesidad de intervenciones inmediatas.

En general, la falta de mantenimiento, planificación deficiente y crecimiento desordenado agravan la vulnerabilidad de estas estructuras en Arequipa. Espinoza-Vigil (2024) resalta la prioridad de evaluar vulnerabilidades hidrológicas para impulsar la necesidad de nuevos proyectos de infraestructura resiliente y mitigar el riesgo de futuros desastres. Sin metodologías integrales que aborden factores técnicos y ambientales, las infraestructuras construidas hace décadas continuarán deteriorándose y exponiendo a comunidades y ecosistemas a riesgos crecientes. La situación de las represas y los puentes en Arequipa es un desafío urgente que demanda acciones inmediatas y revisión crítica de las políticas de gestión de infraestructura en el país.

4. Conclusiones

Las tragedias recientes, como el desastre de la tormenta Daniel en Libia y el impacto de El Niño en Perú, destacan la urgente necesidad de fortalecer la resiliencia y la gestión de riesgos frente a fenómenos climáticos extremos. En ambos casos, la falta de preparación y de infraestructura adecuada amplificaron los efectos devastadores. Problemas sistémicos como la fragilidad institucional y la ausencia de planes de contingencia efectivos continúan agravando la magnitud de los desastres (Espinoza-Vigil, 2024).

En Perú, el análisis de la respuesta al fenómeno de El Niño 2016-2017 evidenció limitados avances en gestión de emergencias, pero también deficiencias críticas en la resiliencia institucional y comunitaria, los marcos de acción locales y la vulnerabilidad de infraestructura. De manera similar, en Libia, la falta de planificación y el colapso de represas resultaron en miles de muertes y una crisis humanitaria sin precedentes (Espinoza-Vigil, 2023).

El país enfrenta de manera recurrente eventos de El Niño, La Niña y otros fenómenos hidrológicos severos que afectan todas sus regiones. Sin embargo, la falta de acción preventiva y la inadecuada implementación de medidas recomendadas por expertos siguen

poniendo en riesgo vidas humanas y la estabilidad socioeconómica de las comunidades más vulnerables.

La resiliencia no depende únicamente de infraestructuras o planes de emergencia, sino de un enfoque integral que involucre ciencia, sociedad, autoridades y academia. Es imprescindible anticiparse a los desastres mediante inversiones estratégicas que permitan el fortalecimiento comunitario y el reconocimiento de las interconexiones entre sistemas naturales y humanos. La sostenibilidad y la resiliencia exigen acciones conjuntas, continuas y basadas en evidencia científica.

Referencias

- Bilham, R. (2010). Lessons from the Haiti earthquake. *Nature*, 463(7283), 878-879. <https://doi.org/10.1038/463878a>
- Birkmann, J. (2007). Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards*, 7(1), 20-31. <https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2007.04.002>
- Bonifaz, J. L., Urrunaga, R., Aguirre, J., y Quequezana, P. (2020). Brecha de infraestructura en el Perú: Estimación de la brecha de infraestructura de largo plazo 2019-2038. <https://doi.org/10.18235/0002641>
- Ccancapa Puma, J., Hidalgo Valdivia, A. V., Espinoza Vigil, A. J., & Booker, J. (2024). Preserving Heritage Riverine Bridges: A Hydrological Approach to the Case Study of the Grau Bridge in Peru. *Heritage*, 7(7), 3350-3371. <https://doi.org/10.3390/heritage7070158>
- Céré, G., Rezgui, Y., & Zhao, W. (2017). Critical review of existing built environment resilience frameworks: Directions for future research. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 25, 173-189. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.09.018>
- Christoplos, I., Rodríguez, T., Schipper, E. L. F., Narvaez, E. A., Bayres Mejia, K. M., Buitrago, R., Gómez, L., & Pérez, F. J. (2010). Learning from recovery after Hurricane Mitch. *Disasters*, 34(s2), S202-S219. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2010.01154.x>
- Djalante, R., & Thomalla, F. (2010). Community resilience to natural hazards and climate change impacts: a review of definitions and operational frameworks. *Asian Journal of Environment and Disaster Management (AJEDM) - Focusing on Pro-Active Risk Reduction in Asia*, 3(3), 339-355. <https://dx.doi.org/10.3850/S1793924011000952>
- EM-DAT. (2019). *The Emergency Events Database*. Université catholique de Louvain (UCL). Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). D. Guha-Sapir. www.emdat.be
- EM-DAT. (2023). *The Emergency Events Database*. Université catholique de Louvain (UCL). Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). D. Guha-Sapir. www.emdat.be
- Emerton, R., Cloke, H. L., Stephens, E. M., Zsoter, E., Woolnough, S. J., & Pappenberger, F. (2017). Complex picture for likelihood of ENSO-driven flood hazard. *Nature Communications*, 8(1), 14796. <https://doi.org/10.1038/ncomms14796>
- Espinoza Vigil, A.J. & Booker, J.D. (2023a), "Building national disaster resilience: assessment of ENSO-driven disasters in Peru", *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, Vol. 14 No. 4, pp. 423-433. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-10-2022-0102>
- Espinoza Vigil, A. J., & Booker, J. (2023b). Hydrological Vulnerability Assessment of Riverine Bridges: The Bajo Grau Bridge Case Study. *Water (Switzerland)*, 15(5), 846. <https://doi.org/10.3390/w15050846>
- Espinoza-Vigil, A. (2023, 26 de septiembre). *Libia y un país liviano*. Jugo. <https://jugo.pe/libia-y-un-pais-liviano/>
- Espinoza-Vigil, A. (2024, 13 de febrero). *No hay agua al pie del volcán*. Jugo. <https://jugo.pe/no-hay-agua-al-pie-del-volcan/>
- Guha, J., & Chakrabarti, B. (2019). Achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) through decentralisation and the role of local governments: A systematic review. *Commonwealth Journal of Local Governance*, 22, Article ID 6855. <https://doi.org/10.5130/cjlg.v0i22.6855>
- Huarca Pulcha, A., Espinoza Vigil, A. J., & Booker, J. (2023). Prioritizing Riverine Bridge Interventions: A Hydrological and Multidimensional Approach. *Designs*, 7(5), 117. <https://doi.org/10.3390/designs7050117>
- IFRC. (2012). *The Road to Resilience. Bridging relief and development for a more sustainable future*. IFRC discussion paper on resilience – June 2012. <https://www.ifrc.org/sites/default/files/1224500-Road-to-resilience-EN-LowRes-2.pdf>
- Luers, A. L. (2005). The surface of vulnerability: An analytical framework for examining environmental change. *Global Environmental Change*, 15(3), 214-223. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.04.003>
- Mansilla, E. (2008). *Centroamérica a 10 años después de Mitch. Reflexiones en torno a la reducción del riesgo*. Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC) y Banco Mundial. https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/GAR-2009/background_papers/Chap5/thematic-progress-reviews/recovery/World-Bank-recovery-CASE-STUDIES/Mitch-%2B-10.pdf
- National Emergency Operations Center. (2018). *Historical executive summary of the rainy season 2016-2017* (Resumen ejecutivo histórico al 100% de la temporada de lluvias 2016-2017).
- Reddy, P. (2016). Localising the sustainable development goals (SDGs): the role of local government in context. *African Journal of Public Affairs*, 9(2), 1-15. <http://hdl.handle.net/2263/58190>
- Rodríguez-Morata, C., Díaz, H. F., Ballesteros-Canovas, J. A., Rohrer, M., & Stoffel, M. (2019). The anomalous 2017 coastal El Niño event in Peru. *Climate Dynamics*, 52(9-10), 5605-5622. <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4466-y>

Sansavini, G. (2017). Engineering Resilience in Critical Infrastructures. In: Linkov, I., & Palma-Oliveira, J. (Eds.), *Resilience and Risk: Methods and Application in Environment, Cyber and Social Domains* (pp. 189-203). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-024-1123-2_6

Scuderi, C., Postiglione, R., Riccardi, G. A., & Stenta, H. (2019). Caracterización de desastres naturales y tecnológicos con énfasis en desastres hidrológicos. *Cuadernos del CURIHAM*, 25, 65-79. <https://doi.org/10.35305/curiham.v25i0.129>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - [SENAMHI]. (2014). *El fenómeno El Niño en el Perú*. Ministerio del Ambiente. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/874>

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - [SINAGERD]. (2014). *Plan nacional de gestión del riesgo de desastres - [PLANAGERD] 2014-2021*. Presidencia del Consejo de Ministros. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/campa%C3%B1as/2-plan-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-planagerd-2014-2021>

Slack, L. (2015). The post-2015 global agenda-a role for local government. *Commonwealth Journal of Local Governance*, 16-17, 3-11. <https://doi.org/10.5130/cjlg.v0i0.4483>

Thacker, S., Adshead, D., Morgan, G., Crosskey, S., Bajpai, A., Ceppi, P., Hall, J., & O'Regan, N. (2018). *Infrastructure: Underpinning Sustainable Development* - [ITRC] & United Nations Office for Project Services - [UNOPS]. <https://www.itrc.org.uk/itrcpublications/infrastructure-underpinning-sustainable-development/>

Thomalla, F., Downing, T., Spanger-Siegfried, E., Han, G., & Rockström, J. (2006). Reducing hazard vulnerability: towards a common approach between disaster risk reduction and climate adaptation. *Disasters*, 30(1), 39-48. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2006.00305.x>

Timmermann, A., An, S.-I., Kug, J.-S., Jin, F.-F., Cai, W., Capotondi, A., Cobb, K. M., Lengaigne, M., McPhaden, M. J., Stuecker, M. F., Stein, K., Wittenberg, A. T., Yun, K.-S., Bayr, T., Chen, H.-C., Chikamoto, Y., Dewitte, B., Dommenges, D., Grothe, P., ... Zhang, X. (2018). El Niño–Southern Oscillation complexity. *Nature*, 559(7715), 535-545. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0252-6>

UK Cabinet Office. (2011). *Introduction, Definitions and Principles of Infrastructure Resilience*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61343/section-a-natural-hazards-infrastructure.pdf

UNDRR. (2017). *Basic definitions on disaster risk reduction*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/terminology>

UNICEF. (2018). *Humanitarian Situation Report #18*, January-March 2018. <https://www.unicef.org/media/82076/file/Peru-SitRep-March-2018.pdf>

Venkateswaran, K., MacClune, K., & Enriquez, M. F. (2017). *Learning from El Niño Costero 2017: Opportunities for Building Resilience in Peru*. <https://www.i-s-e-t.org/publications-and-resources-1/learning-from-el-niño-costero-2017%3A-opportunities-for-building-resilience-in-peru>

World Economic Forum. (2022). *The Global Risks Report 2022*, 17th Edition. <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2022/>