

Fernando González Vigil (editor)

25

DOCUMENTO
DE INVESTIGACIÓN

Economía aplicada

Ensayos de Investigación Económica 2021

Néstor Iván Apaza Mamani

Sebastián Armas

Violeta Cortéz Díos

Marah Melany Díaz Bauer

Tatiana Alejandra Elorrieta Echarri

Brian Esparza

Daniilo Gallardo Morveli

Luis Gonzalo Grajeda Tristán

Samantha Valeria Guillén Luna

Luis Fernando Leyva Morillas

María Fe Mendoza Segura

Jean Pool Nieto Córdova

Daniela Orrego

Rodrigo Peña

Aníbal Fernando Torres Gonzales

Kilder Urrutia Martínez

Bruno Sebastián Valladares Meneses

Josselin Andrea Yauri Condor

Con la colaboración de:
Karina Angeles Mendoza

Fondo
Editorial



UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO

Economía aplicada

Ensayos de Investigación
Económica 2021

Néstor Iván Apaza Mamani
Sebastián Armas
Violeta Cortéz Dios
Marah Melany Díaz Bauer
Tatiana Alejandra Elorrieta Echarri
Brian Esparza
Danilo Gallardo Morveli
Luis Gonzalo Grajeda Tristán
Samantha Valeria Guillén Luna
Luis Fernando Leyva Morillas
María Fe Mendoza Segura
Jean Pool Nieto Córdova
Daniela Orrego
Rodrigo Peña
Aníbal Fernando Torres Gonzales
Kilder Urrutia Martínez
Bruno Sebastián Valladares Meneses
Josselin Andrea Yauri Condor

Con la colaboración de:
Karina Angeles Mendoza

¿El mayor gasto en prevención de riesgos reduce los efectos negativos de los desastres? Un análisis regional en el Perú¹

Marah Melany Díaz Bauer

Tatiana Alejandra Elorrieta Echarri

Introducción

Durante las últimas dos décadas, se ha incrementado el número de desastres de origen natural alrededor del mundo. Sus consecuencias se calculan en más de 1 230 000 pérdidas de vidas humanas y US\$ 2,97 billones en pérdidas económicas (UNDRR, 2020). Según el Banco Mundial, los desastres causados por la naturaleza y cambios climáticos extremos representan una amenaza latente, que potencialmente podría sumir a más de 100 millones de personas en la pobreza extrema para el año 2030 (Toro, 2020).

El incremento del número de desastres está asociado al calentamiento global, al crecimiento poblacional y a la rápida urbanización (UNDRR, 2020). Estos factores se observan en el Perú, cuya geografía diversa y posición sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico hacen que sea un país vulnerable a diferentes peligros de origen natural y al incremento de situaciones de emergencia². Los fenómenos más frecuentes son de origen hidrometeorológico, que se caracterizan por su estacionalidad, aunque existe una gran variabilidad de la intensidad entre períodos (Indeci, 2006).

¹ Este ensayo es una versión resumida y editada del Trabajo de Investigación Económica que, con el mismo título, fue concluido y aprobado en noviembre de 2021. Las autoras agradecen profundamente a su asesora, la profesora Joanna Kamiche, por el gran apoyo y dedicación brindados.

² Una emergencia es definida como un «Estado de daños sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente ocasionados por la ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada» (Indeci, 2006, p. 44).

Según el Indeci, el número total de emergencias registradas durante los años 2003 a 2008 fue de 74 932 a nivel nacional; de las cuales, casi el 65,8% fueron causadas por algún fenómeno hidrometeorológico³. Las emergencias de este tipo han aumentado: en 2018 fueron un 86% más que en 2003, y tuvieron un pico en 2017 debido al Fenómeno de El Niño Costero (Indeci, 2019a).

El costo de ocurrencia de un desastre es muy alto para la sociedad, pues ocasiona pérdida de vidas humanas y activos e interrumpe flujos de ingreso, generando pobreza y vulnerabilidad. Por ello, el Marco de Sendai⁴ incentiva la adopción de medidas gubernamentales para prevenir este tipo de riesgos. El rol estatal es fundamental como pilar de protección social, a cargo de inversiones de gran escala no realizables de manera privada⁵ y de asistir a la población más vulnerable (Cannon, 2008).

Entre las estrategias implementadas por el Estado peruano destaca el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Planagerd) 2014-2021, elaborado por un equipo técnico multiinstitucional⁶. Las acciones allí planteadas están incluidas en el Programa Presupuestal 068 (PP068), cuya asignación fiscal ha ido en aumento y el año 2018 ascendió aproximadamente al 2,17% del presupuesto total destinado a los gobiernos regionales (MEF, 2021). El PP068 comprende medidas económicas y financieras que buscan disminuir la vulnerabilidad⁷ de los hogares peruanos frente a desastres de origen natural. Dado que cada región tiene distintas características físicas, sociales y económicas que influyen en su nivel de vulnerabilidad, cada gobierno regional debe asignar un monto presupuestal al PP068 a fin de que sea mejor ejecutado.

No obstante, en un balance al año 2013, la UNISDR (2015) consideró que el esfuerzo de los gobiernos en materia de gestión de riesgos de desastre (GRD) era insuficiente, tanto en nivel o escala como en efectividad. El caso peruano incluido, pues estudios de Cenepred (2014) y el BID (2015) señalan

³ Son fenómenos o procesos de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico (UNISDR, 2009, pp. 6-7) por ejemplo: lluvias torrenciales, inundaciones, deslizamientos, etc. (Corporación OSSO, 2008). De los cuales, por disponibilidad de datos, la presente investigación toma en cuenta los siguientes: alud, inundación, deslizamiento, huaico, lluvias y tormenta eléctrica.

⁴ El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 fue adoptado en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas, el 18 de marzo de 2015, como sucesor del Marco de Acción de Hyogo 2005-2015 (UNISDR, 2015).

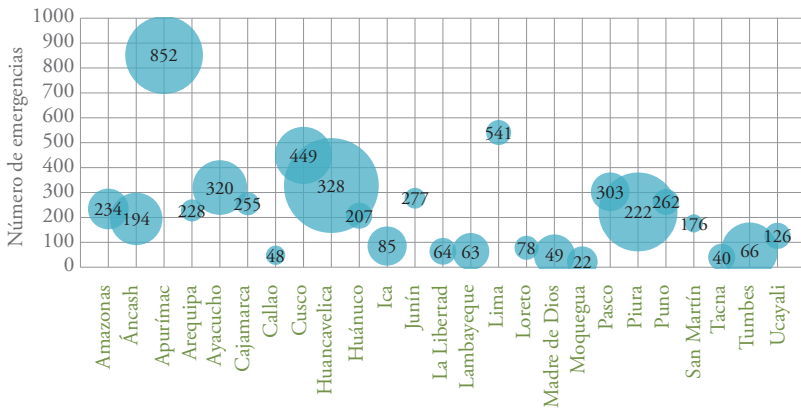
⁵ Tales como la construcción y mantenimiento de defensas ribereñas, taludes, diques, represas, etc.

⁶ Conformado por representantes de la Secretaría de Gestión de Riesgos de Desastres (SGRD) de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), del Centro Nacional de Estimación, Prevención, y Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred), del Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (Ceplan) y de otras entidades integrantes del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (Sinagred) (PCM, 2014).

⁷ Vulnerabilidad: características y circunstancias físicas, sociales y económicas de una comunidad o región que la vuelven susceptible a los efectos dañinos de una amenaza de origen natural (Cepal, 2014).

que aún existe insuficiente inversión y pobre capacidad de gestión. Por ejemplo, en 2018, algunas provincias con menos recurrencia de desastres recibieron un presupuesto mayor que otras más afectadas (figura 1). Así, el problema en cuestión reside tanto en el monto asignado como en la calidad de la gestión. Y, pese a esos estudios y las valorizaciones de daños resultantes de eventos específicos, no existen investigaciones que den cuenta del efecto en infraestructura del gasto destinado a la prevención de daños ante la ocurrencia de un desastre originado por un evento hidrometeorológico; más aún, se desconoce el impacto de dicho gasto en el bienestar y la recuperación luego del desastre.

Figura 1
Presupuesto per cápita asignado al PP068 y número de emergencias por departamento en el año 2018



Nota. El tamaño de la burbuja representa la cantidad de presupuesto per cápita asignado por el gobierno regional a su respectivo departamento.

Fuentes: Portal de Transparencia Económica, MEF (2021); Indeci (2019a). Elaboración propia, 2021.

En este escenario, para el presente estudio nos planteamos la pregunta: ¿una mayor inversión en acciones de prevención reduce los efectos negativos de un desastre de origen hidrometeorológico?; y las siguientes dos hipótesis de trabajo:

H1: Una mayor inversión en medidas de prevención vía el PP068⁸ en el año previo de ocurrencia del suceso, mitigaría los efectos contraproducentes de los desastres (excluyendo los gastos de reconstrucción).

H2: Una mayor inversión en infraestructura pública de prevención vía la correspondiente partida del PP068 (excluyendo ordenamiento territorial, reforestación y capacitaciones) en el año previo de ocurrencia del suceso, reduce los efectos negativos de este.

Específicamente, nuestra investigación analiza el efecto de una mayor asignación de presupuesto para acciones de prevención sobre la infraestructura afectada. Para ello, construimos un índice que aproxima los daños en infraestructura, utilizando la información del Indeci sobre los desastres ocurridos durante el período 2012-2018.

La importancia de este trabajo radica en identificar la contribución de la GRD en la prevención de desastres, dado que acciones efectivas en mitigar vulnerabilidades reducirían pérdidas tanto en vidas humanas como en infraestructura y, por ende, de bienestar y crecimiento. Además, ante la amenaza del calentamiento global, resulta crucial identificar la situación actual en materia de prevención de riesgos y evaluar el rol de una mejor infraestructura en la reducción de daños.

1. Contexto peruano

Desastres de origen hidrometeorológico

Históricamente, los eventos de origen hidrometeorológico representan una de las principales amenazas que ocasionan los desastres de mayor envergadura (Corporación OSSO, 2008). Entre los años 2003 y 2018, se han registrado 74 932 emergencias por desastres de origen natural, de las cuales 49 333 fueron causadas por fenómenos hidrometeorológicos y dejaron un gran número de fallecidos, heridos y desaparecidos.

El territorio peruano es muy rico en diversidad de climas y genética debido a su compleja orografía⁹. Pero esto implica características disímiles entre regiones, que conllevan distintos grados de vulnerabilidad. Adicionalmente, el cambio climático supone graves amenazas por mayor variabilidad

⁸ El PP068 busca disminuir la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida ante la ocurrencia de desastres, reduciendo la exposición a estos e incrementando tanto la seguridad como la capacidad de respuesta de la infraestructura y servicios para mitigar riesgos de desastres (Care Perú, 2019).

⁹ La orografía es la rama de la geografía física encargada del estudio, descripción y representación cartográfica del relieve terrestre, el cual es complejo cuando comprende numerosos pisos altitudinales y pendientes muy pronunciadas.

de precipitaciones pluviales, derretimiento de glaciares y aumento del nivel del mar. El conjunto de estos sucesos incrementa el riesgo de la ocurrencia de desastres de origen natural, especialmente de aquellos con consecuencias masivas (inundaciones, huacos, heladas).

Asignación presupuestal y gestión

La GRD en el Perú empieza con la Política de Estado 32 – Gestión del riesgo de desastres, cuyo fin es «proteger la vida, la salud y la integridad de las personas; así como el patrimonio público y privado» (Acuerdo Nacional, 2010, p. 1). Para lo cual abarca los tres tipos de gestiones examinados por Lavell (2014): (i) prospectiva: interviene antes de que se produzca un futuro riesgo; (ii) correctiva: trata de reducir la vulnerabilidad ante riesgos ya existentes; y, (iii) reactiva: lidia con el riesgo que no se ha podido reducir y eventualmente con las consecuencias de ello.

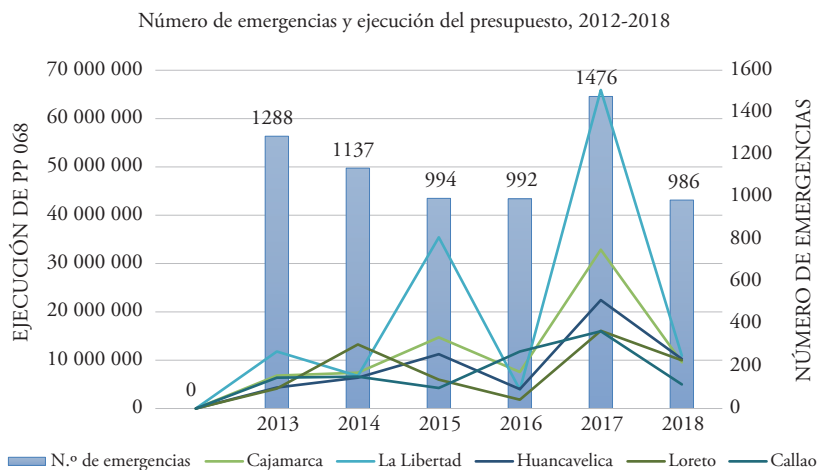
En el año 2011 fue promulgada la Ley N.º 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Sinagerd), a cargo de definir los principios y lineamientos de política para la GRD. Y el año 2014 fue aprobado el Planagerd, que constituye el documento de planificación estratégica para el cumplimiento de las medidas de GRD. Para lograr los fines del Planagerd, la PCM conduce el programa presupuestal «Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres» (PP068), que comprende las medidas económicas y financieras para la reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres (anexo 1).

Sin embargo, en la figura 2 se observa que, tanto la asignación de presupuesto en el PP068 como su ejecución, al cabo de haberse incrementado en todos los departamentos afectados (salvo escasas excepciones) hasta el año 2015, se reducen en 2016 en la mayoría de los departamentos¹⁰, para luego incrementarse en casi todos¹¹ en el año 2017 y reducirse de nuevo en 2018. Esto da indicios de que la mayor parte de los fondos es para una GRD reactiva o en respuesta a desastres, pero no para prevenirlos.

¹⁰ A excepción de Áncash, Arequipa, Callao, Lima, Pasco y Puno, que aumentan el presupuesto asignado para 2016.

¹¹ A excepción de Lima, Pasco y San Martín, que reducen el presupuesto ejecutado en 2017.

Figura 2
Presupuesto ejecutado del PP068 y número de emergencias en los departamentos de Cajamarca, La libertad, Huancavelica, Loreto y Callao para los años 2013-2018



Fuentes: Indeci (2019a); Portal de Transparencia Económica (2012-2018). Elaboración propia.

Además, si bien el PP068 cuenta con todos los mecanismos e instituciones correctamente designados, aún se presentan muchas deficiencias en la práctica. Un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo identificó que la efectividad de las medidas peruanas de GRD era «incipiente»¹² y que persistían problemas como cobertura limitada de amenazas, baja coordinación interinstitucional, entre otros (BID, 2015). En la misma línea, el informe de seguimiento del Cenepred al año 2014 identificó que: las autoridades y los grupos de trabajo designados para la GRD nunca se habían reunido, no se habían dispuesto mecanismos de monitoreo, un 85% en promedio, entre ministerios, municipios y distritos¹³, desconocían el Planagerd, y los distritos más alejados y expuestos al riesgo contaban con menores recursos, capacitaciones y asistencia técnica (Zevallos, 2017). Galarza y Kamiche (2012) resaltan que, además de la poca priorización de la gestión ambiental en la agenda pública, existe un

¹² El BID califica la *performance* de la GRD de manera cualitativa, según un punto de referencia al que deben dirigirse las medidas de GRD, en cinco niveles de desempeño: bajo, incipiente, apreciable, sobresaliente y óptimo (BID, 2015).

¹³ En desagregado, dicho desconocimiento se daba en el 72,2% de los ministerios, el 80% de los gobiernos regionales, el 92,9% de los municipios provinciales, el 81,6% de los distritos limeños, y el 99,37% de los otros distritos peruanos.

permanente incumplimiento de normas, como la de adquirir seguros para las grandes obras de infraestructura pública.

Por último, si bien el presupuesto para el PP068 ha ido en aumento en términos agregados, todavía es limitada la evidencia empírica sobre la efectividad de la inversión en infraestructura para prevenir riesgos en la reducción de los efectos negativos de los desastres de origen natural en el Perú.

2. Revisión de la literatura

Riesgo y vulnerabilidad

Lavell (1996) define el riesgo como una «condición latente o potencial y su grado depende de la intensidad probable de la amenaza y los niveles de vulnerabilidad existentes» (p. 9) y propone una tipología de amenazas o peligros en cuatro categorías, según su origen: naturales, socionaturales, antrópico-contaminantes y antrópico-tecnológicas.

Por otro lado, la vulnerabilidad se refiere a «la propensión o predisposición de ser adversamente afectado» (IPCC, 2012, p. 32). En este sentido, la vulnerabilidad debe ser vista como la variable en la que se puede intervenir para mitigar el impacto de un desastre. El grado de vulnerabilidad se explica por dos factores: fragilidad (condiciones de desventaja) y resiliencia (nivel de asimilación frente a un peligro). Por tanto, la vulnerabilidad comprende también factores geográficos y naturales en los cuales poco se puede intervenir; no obstante, conocer esta condición permite tomar mayores medidas de prevención y mitigación. Con tal propósito, el Ministerio del Ambiente (Minam) propuso una medida de susceptibilidad física que comprende características litológicas, forma del territorio, pendientes, vegetación y clima; con las cuales se elaboraron dos importantes contribuciones¹⁴ para la toma de decisiones y planificación territorial.

Ibarrarán, Reyes y Altamirano (2014) proponen un índice para medir la vulnerabilidad ante desastres de origen hidrometeorológico ponderando seis variables: (i) eventos y daños, (ii) geográficas, (iii) naturales, (iv) socioeconómicas, (v) capacidad institucional y (vi) cambio climático. Sus resultados muestran que la incidencia de vulnerabilidad proviene de: rezagos en la capacidad de respuesta institucional (42%), anomalías en precipitaciones (16%), efectos adversos (15%), y rezagos en capacidades económicas y sociales (9%).

¹⁴ El mapa de vulnerabilidad física como herramienta de gestión de riesgos (Minam, 2011) y el mapa de susceptibilidad para zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en la Costa y Sierra (Minam, 2015).

Recapitulando, la vulnerabilidad puede provenir de distintas fuentes, siendo algunas más sencillas de intervenir que otras; y su reducción, a través de cualquiera de sus componentes, puede contribuir a la mitigación de los efectos adversos de un desastre hidrometeorológico.

Medición de los efectos económicos

La Cepal (2003) propone tres métodos para cuantificar los daños ocasionados por los desastres de origen natural:

- a) Precio sombra: toma los precios de mercado, las externalidades y los costos indirectos de un desastre (p. ej., la divisa, la mano de obra y la tasa de descuento). Pero esta metodología es difícil de aplicar, porque requiere de estudios específicos complejos, como conocer la oferta y demanda actuales.
- b) Pérdidas humanas: incluye pérdidas de capital humano, aproximadas estimando el ingreso futuro que la persona habría generado o mediante los montos que pagan las compañías de seguros. Pero estas aproximaciones presentan limitaciones, ya que el ingreso por habitante varía entre países y su aplicación arrojaría que una vida perdida en un país desarrollado vale más que una en un país en desarrollo. Aunque tales deficiencias desaconsejan el uso de esta metodología (Cepal, 2003), para el caso peruano existen algunas estimaciones del costo social del fallecimiento¹⁵.
- c) Efectos en indicadores macroeconómicos: consiste en comparar la evolución de principales de variables macroeconómicas luego del desastre con la que habrían tenido si no hubiera ocurrido el desastre¹⁶. Puede incluir la identificación de deterioros en las condiciones de vida en las zonas afectadas por dificultades de acceso a sus fuentes de abastecimiento, menor disponibilidad de servicios esenciales y pérdidas de fuentes de empleo e ingresos (Cepal, 2003).

También se ha recurrido a otros métodos para cuantificar el costo de los daños. Dixon *et al.* (1994) usan el método de valoración de costos evitados, basándose en precios de mercado de la inversión en infraestructura y de

¹⁵ De la Cruz *et al.* (2020) calcularon el valor de la vida estadística (VVE) para el Perú, a través de la disposición de una persona a pagar para reducir el riesgo de perder la vida o ver deteriorada su salud, bajo los enfoques de preferencias reveladas y preferencias declaradas. Y Seminario (2017) estimó el costo de muerte prematura (fallecimiento de una persona, por causa evitable, antes de alcanzar la edad de su esperanza de vida en promedio), a través de la pérdida de productividad generada a la sociedad.

¹⁶ El Banco Central del Caribe Oriental estimó el cambio del PBI antes y después de los huracanes Luis y Marilyn en 1995, y halló una reducción en 2,5 puntos porcentuales del crecimiento del PBI respecto al año anterior (Cepal, 2003).

reconstrucción para estimar el impacto que pudo tener el evento en ausencia de medidas de GRD, y consideran como beneficios a los costos así evadidos. Un limitante de este método es que atribuye el 100% de los costos evadidos a las medidas de GRD.

Por último, se han sugerido evaluaciones estimando los impactos directos e indirectos por interrupciones del acceso a bienes y servicios. Los impactos directos son los ocurridos durante el desastre y poco después. Estos toman en cuenta el número de días con acceso interrumpido y el costo de la atención de emergencia. Y son evaluados estimando la pérdida de medios de producción (número de hectáreas perdidas, número de días de escuela perdidos, etc.) y el valor del equipamiento y del personal asignado para la atención de emergencia (MEF, 2007). Mientras que los impactos indirectos toman en cuenta a las otras personas, instituciones y actividades económicas afectadas (MEF, 2007), y su evaluación considera que pueden prolongarse durante la fase de rehabilitación y reconstrucción hasta un máximo de cinco años (Cepal, 2003).

El Estado

La mitigación de riesgos depende de las acciones tanto públicas como privadas que se adopten. Sin embargo, a diferencia del alcance limitado de las medidas de prevención posibles para agentes privados, mayor magnitud puede tener la acción del gobierno para reducir las pérdidas por desastres porque cuenta con más recursos y herramientas para evaluar y gestionar la exposición a riesgos (Phaup & Kirschner, 2010). Cannon (2008) también resalta la importancia de adoptar políticas públicas de GRD, especialmente en países cuyas poblaciones son más vulnerables y no cuentan con recursos ni conocimientos técnicos para mejorar sus mecanismos de autoprotección. Por añadidura, la seguridad es un bien público cuya preservación es una responsabilidad principal del gobierno.

Anderson (1994) considera como «antieconómico» que los gobiernos no inviertan en reducción de riesgos. Más aún cuando estos riesgos son una barrera para el desarrollo porque generan pobreza e incrementan la vulnerabilidad. Pero, si bien el Marco de Hyogo y luego el Marco de Sendai marcaron un hito importante en la concientización y aplicación del manejo de reducción de riesgos, el gasto público para reducir riesgos es aún insuficiente en escala y efectividad (Gordon, 2013), existiendo problemas no solo de montos asignados sino también en las medidas y funciones adoptadas.

Murphy y Gardoni (2007) plantean que las políticas públicas y asignaciones de recursos para GRD deben tener tres objetivos principales: (i) proteger a los individuos y comunidades de los peligros reduciendo las potenciales pérdidas; (ii) informar y advertir a poblaciones vulnerables sobre las amenazas;

y (iii) aumentar la comprensión y eficacia de las medidas de mitigación. Por su parte, Anderson (1994) hace una distinción entre el gasto en **prevención** y el gasto de **recuperación**. Aunque estos pueden superponerse, la mezcla de ambos conceptos complica el análisis de la eficiencia del gasto. Dicho autor señala que los países desarrollados tienden a asignar más recursos a las actividades de prevención que los países en vías de desarrollo, cuyo presupuesto se concentra en actividades de respuesta y recuperación. Y los presupuestos latinoamericanos no distinguen claramente entre gastos de prevención y de respuesta (Orihuela, 2012). Priorizar la inversión *ex post* implica que los gobiernos aún consideren la GRD como choques exógenos en lugar de riesgos endógenos. Es decir, se suele tratar los desastres como eventos impredecibles que deben manejarse de manera reactiva, en lugar de tratar la vulnerabilidad proactivamente (Gordon, 2013).

El impacto del gasto en infraestructura pública de prevención para reducir los costos de un desastre es complicado de medir. No obstante, existen estudios empíricos que muestran que el gasto en mitigación es efectivo. Por ejemplo, Ishizawa *et al.* (2017) condujeron un estudio en Tabasco (México) para evaluar el impacto del aumento de la inversión en GRD sobre los costos provocados por inundaciones en el período 2007-2010. Bajo la metodología del costo evitado, encontraron que las acciones de precaución tomadas ayudaron a prevenir daños y pérdidas por un monto estimado de US\$ 2317 millones. Más aún, los beneficios de la inversión en GRD del año 2010 fueron tres veces mayores que sus costos de implementación en dicho año.

Otro ejemplo es el estudio de Prada (2006), que muestra que la asignación presupuestal para programas estatales de protección y asistencia social logró mitigar los efectos de choques en el consumo de los hogares colombianos. Concluye así que este tipo de gasto permite evitar una caída drástica en el consumo de los hogares.

Por último, B.-Y. Heo y W.-H. Heo (2019) realizaron un análisis costo-beneficio del gasto en prevención en Corea del Sur. Sus estimaciones muestran que, en el corto plazo, un proyecto de prevención en zonas propensas a desastres aporta un beneficio de un 9% en términos de reducción de daños y que, durante un largo plazo de 10 años, aporta una ratio beneficio/costo del proyecto en valor presente de 3,66.

Acciones privadas

Los agentes económicos buscan reducir el riesgo de perder recursos ante amenazas de origen natural y social (Yamauchi, Yohannes, & Quisumbing 2009), mudándose a zonas menos riesgosas, invirtiendo en reforzar sus

moradas y lugares de trabajo, o comprando un seguro. Pero muchos no conocen el riesgo real de las zonas que habitan, o estiman que tomar más medidas de prevención no necesariamente les redituará mayores ingresos (Iwata, Ito, & Managi, 2014). Y pueden no optar por adquirir un seguro, sea porque prefieren esperar la asistencia gubernamental, o porque subestiman la probabilidad real de pérdidas ante un desastre, o por problemas de selección adversa (Picard, 2008).

Además, en países subdesarrollados, los actores privados están menos atraídos a participar en el manejo del riesgo, pues la percepción de los eventos de origen natural como episodios aislados desemboca en menos participantes que los necesarios para que el sistema de seguros sea rentable. En sus mercados financieros escasean mecanismos como capital de contingencia, productos *multi-trigger*, derivados ambientales, bonos de catástrofe, etc. (Auzzir, Haigh, & Amaratunga, 2014). Y también son insuficientes sus capacidades técnicas e institucionales para implementar servicios financieros complejos, ya que los riesgos ante desastres no son un tema recurrente, y existen poca cultura de aseguramiento, alta informalidad en los bienes asegurables y poco conocimiento de los nuevos instrumentos financieros (Galarza & Kamiche, 2012).

En suma, a la luz de la literatura revisada es posible concluir que, tanto teórica como empíricamente, es conveniente realizar inversiones gubernamentales en prevención de riesgos por desastres. Sin embargo, existe un uso indistinto de conceptos en cuanto a gasto de «prevención» (*ex ante*) y gasto de «recuperación» (*ex post*). Además, pocos estudios han abordado nuestro objetivo específico de investigación: cuantificar los beneficios de mayores asignaciones presupuestales a inversiones en infraestructura pública para prevenir riesgos, en cuanto a reducción de efectos negativos de desastres de origen hidrometeorológico en el Perú.

3. Marco analítico

El momento preciso en que un desastre de origen natural ocurre es incierto. Cuando ocurre, genera una disminución en los ingresos de las personas afectadas y un alto costo para el Estado en responder a la emergencia y reconstrucción. Así, la utilidad se vería reducida. Ante la posibilidad de pérdidas y bajo el supuesto de aversión al riesgo, se crea un potencial mercado de seguro, mediante el cual se invierte hoy para recuperar una parte de la pérdida en caso ocurra el siniestro (Varian, 1992).

$$pU(W - L - \pi q + q) + (1 - p)U(W - \pi q)$$

Desde esta perspectiva, un gobierno regional podría invertir una determinada cantidad πq para reducir la magnitud de la inversión requerida después $(-L + q)$ ¹⁷.

Por otro lado, la teoría económica enseña que los individuos suelen tener conductas defensivas ante situaciones de riesgo¹⁸. Sin embargo, la prevención de daños por desastres naturales, además de requerir de inversiones a gran escala difícilmente realizables por medios privados, representa un bien público porque provee un bien no rival ni excluyente como es la seguridad¹⁹. Por ello, la oferta del nivel de seguridad, asociada a un mayor grado de medidas preventivas, vendría dada por decisiones gubernamentales.

Cada gobierno regional debe asignar, considerando su restricción presupuestaria y distintos proyectos de inversión, un monto determinado a acciones de prevención y de recuperación. El gasto de recuperación en el período t es una función que depende de diversos factores, como el número de desastres en t y los daños que han ocasionado; sin embargo, estos últimos también dependen de la inversión en prevención realizada el período anterior $(t-1)$.

Pérdida de infraestructura pública_t = f(Intensidad evento_t, Prevención_{t-1},...)

Bajo este escenario, se invierte en «Costo de Prevención (CP_{t-1})» si este resulta menor que el costo de la pérdida en infraestructura pública en t multiplicado por la probabilidad de ocurrencia del evento y ajustado por la tasa de descuento. Así, la representación de esta dinámica en un determinado año vendría dada por:

$$CP_{t-1} \leq \frac{p * CA_t}{(1 + i)}$$

Guiado por este marco analítico, el presente estudio busca determinar si efectivamente una mayor inversión en prevención en el año $t-1$ genera una disminución de efectos adversos en el período t .

4. Metodología

El análisis empírico aplica un modelo de efectos fijos basado en un panel de datos agregado por provincias para el intervalo de tiempo 2012-2018.

¹⁷ Lo cual, para los hogares, vendría a representar la mitigación en la caída de sus ingresos o activos. Aunque, bajo el supuesto de que el gobierno es el que invierte, la prima $\pi * q$ no se aplica a los hogares.

¹⁸ *Averting behavior*: acciones para defenderse de peligros ambientales u otros, reduciendo la exposición o mitigando los efectos (Dickie, 2017).

¹⁹ Bien excluyente: si se puede excluir de su consumo a una persona. Bien no rival: su consumo por parte de un individuo no reduce la cantidad de que pueden disponer los demás (Varian, 1992).

4.1 Variables

Variable dependiente

Para estimar los efectos negativos de los desastres, utilizamos la metodología de la Cepal (2014), la cual consiste en estimar los impactos directos por la interrupción de bienes y servicios. Con tal fin, construimos un índice que utiliza los datos de destrucción y colapso de infraestructura tanto pública como privada registrada por el Indeci (2019b), y realizamos un *ranking* agregado del número de daños per cápita.

El índice está compuesto por nueve tipos de infraestructura destruida: número de centros educativos y de centros de salud destruidos; puentes, carreteras, caminos y sistemas de agua y desagüe colapsados; pérdida de canales de riego y número de viviendas destruidas. Estos daños están en unidades y son registrados por el Indeci (2019b). El mayor número de daños corresponde a viviendas destruidas, sistemas de agua y desagüe colapsados, y carreteras colapsadas (figura 3).

El índice fue construido de la siguiente manera:

- a) Calculamos el número de infraestructuras destruidas por cada tipo y per cápita para cada provincia y año.

$$DPC_{it}^s = \frac{\text{Número de unidades destruidas}_{it}^s}{\text{Población}_{it}}$$

$$\forall s = \text{Viviendas, C.Educativos, C.Salud, etc.}$$

Donde:

i = provincia

t = año

s = tipo de infraestructura destruida o colapsada

DPC = daños per cápita

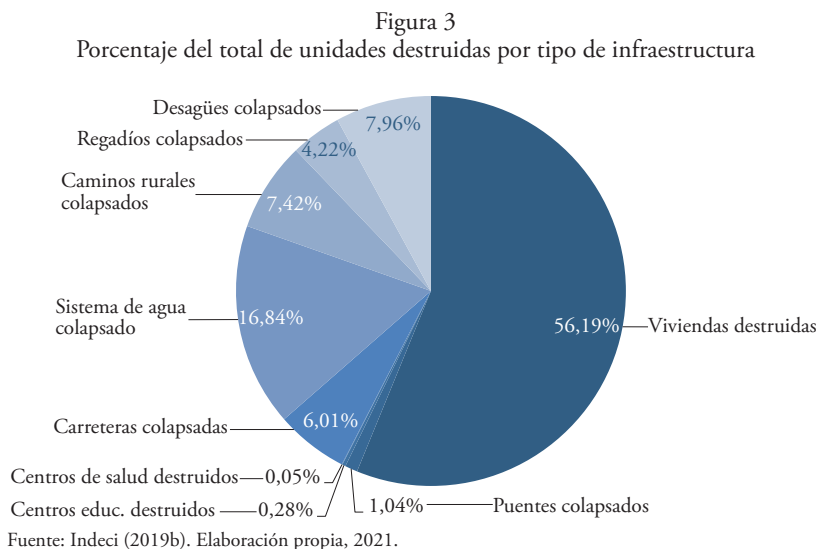
- b) Construimos un *ranking* por cada tipo de infraestructura, ordenando los daños per cápita (DPC) de menor a mayor para cada año. El primer puesto del *ranking* corresponde a la provincia con menos daños, y así sucesivamente.

$$RKG_i^s = \text{ranking}(DPC_i^s)$$

- c) Para formar el índice, hicimos la suma simple de los nueve *rankings* por tipo, asignándoles así la misma ponderación (1/9) al asumir que todos los tipos tienen la misma relevancia. Asimismo, dado que se trata de infraestructura pública salvo viviendas, los daños públicos tienen una representación de 8/9 y los privados, de 1/9.

$$\text{ÍNDICE} = \sum_{s=1}^9 RKG_s^i$$

Por tanto, un mayor puntaje en el índice refleja mayores daños e implica ocupar los últimos puestos en una mayor cantidad de tipos de infraestructura dañada.



Variables de interés

Nos planteamos tres variables de interés para cada una de las especificaciones:

- Gasto total en prevención de desastres por eventos hidrometeorológicos asignado al PP068. Incluye gastos tanto en infraestructura como en capacitaciones, ordenamiento territorial y reforestación (anexo 1).
- Gasto en infraestructura pública de prevención.
- Gasto en infraestructura de prevención con un rezago adicional (gasto de prevención en t-2).

Obtuvimos del portal Transparencia Económica del MEF el gasto asignado al PP068 a nivel provincial para cada año de estudio. Lidiamos con los *outliers* utilizando la metodología de *winsorization*²⁰ y reemplazando el 2% de los datos por los valores más cercanos a estos (Castellani *et al.*, 2019).

Recurrimos a la transformación logarítmica de estas variables para tratar su relación no lineal con la variable dependiente, ajustar la distribución a una normal y facilitar la interpretación de los resultados (Benoit, 2011).

Nuestras hipótesis de estudio implican que los coeficientes asociados a estas variables tengan un signo negativo en las tres especificaciones, en señal de que el gasto en prevención reduce los efectos negativos medidos a través del índice de daños.

Variables explicativas

Intensidad

Medimos las amenazas de daños a través de la intensidad del evento hidrometeorológico, tomando en cuenta la precipitación acumulada registrada cada 12 horas según el portal de la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Procedimos a calcular las medias por región natural (Costa, Sierra, Selva) y año, y calculamos las desviaciones de estas medias para cada provincia respecto a su región natural en cada año; pues los mayores desastres son desencadenados por eventos extremos de gran intensidad, con baja frecuencia temporal y distribución irregular. Así, una mayor desviación media significa eventos extremos portadores de mayores amenazas (Sánchez, Borim, & Coutinho, 2011). Cabe esperar, entonces, que el coeficiente de esta variable tenga un signo positivo.

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad fue aproximada mediante el índice de desarrollo humano (IDH) ajustado por el nivel de desigualdad, y el PBI. El IDH es provisto por el PNUD y se forma como el promedio de tres componentes: esperanza de vida, acceso a educación y nivel de ingresos; cada uno de los cuales toma valores entre 0 y 1, haciendo que un IDH cercano a 1 signifique mejor desarrollo humano. Se espera así que esta variable tenga un coeficiente negativo, pues un mayor IDH indica menor vulnerabilidad y, por ende, menos daños.

²⁰ *Winsorization*: asignar un menor peso o modificar los valores de los *outliers* para que sean cercanos al resto de los datos (Ghosh & Vogt, 2012). A la variable X , se le asigna el valor de $X=k$ cuando $X \geq k$ y $X = -k$ cuando $X \leq -k$ (Lien & Balakrishnan, 2005).

Por otro lado, las provincias con mayores niveles de PBI per cápita tendrían más recursos para invertir en obras públicas e infraestructura de calidad. Sin embargo, si estas decisiones de inversión no consideran la prevención de riesgos, podrían agregar más vulnerabilidad (Lavell, 2014). Por ello, el signo esperado al respecto es indefinido.

Gestión pública

Dado el impacto socioambiental de los daños por desastres, su reducción depende de decisiones en materia tanto de reconstrucción posdesastre como de planes y políticas de desarrollo. Por esta razón, la capacidad institucional y la calidad de la inversión para reducir vulnerabilidades son factores fundamentales para el desarrollo sostenible (BID, 2015). En el presente estudio, utilizamos como *proxy* de calidad de la gestión pública el porcentaje de presupuesto ejecutado sobre el presupuesto institucional modificado (devengado/PIM) por parte de los gobiernos regionales, tomado del portal Transparencia Económica del MEF.

Urbanización

La rápida urbanización, sobre todo la no planificada, conlleva que las autoridades municipales sean incapaces de garantizar la disponibilidad de terrenos seguros para viviendas, lo que complica la gestión de los riesgos medioambientales (UNISDR, 2009). Además, Choi (2016) resalta que el desarrollo urbano mal administrado amplifica el daño de los desastres, ya que existe mayor número de personas expuestas a los desastres y generalmente está acompañado de una degradación medioambiental que aumenta las probabilidades de ocurrencia de un evento de origen natural. Así, utilizamos como *proxy* de urbanización la tasa de crecimiento poblacional anual (Choi, 2016) por provincia, esperando que el coeficiente de esta variable sea positivo.

4.2 El modelo

Nos basamos en el siguiente modelo, propuesto por Greene (1997) y desarrollado por Oswald y Brauch (2009):

$$y_{it}^{\square} = x'_{it-1}\beta + x'_{it}\theta + z'_{it}\alpha + \varepsilon_{it} \dots (1)$$

Donde:

y_{it}^{\square} = índice agregado de daños ocasionado para cada provincia i en el año t

Nuestra variable dependiente está definida por el índice de destrucción de infraestructura de cada región (i) en el año (t) y β es el parámetro de la

variable de interés «Gasto total en prevención» o «Gasto en infraestructura pública de prevención», según la especificación. X_{it} representa a las variables explicativas y Z_{it} , a los efectos fijos.

$x_{it-1}^1 =$ *Inversión total o en infraestructura pública de prevención de desastres (en el año anterior)*

$x_{it-2}^2 =$ *Inversión en infraestructura pública de prevención de desastres (dos años antes)*²¹

$x_{it}^3 =$ *Calidad de gestión pública(proxy Ejecución/PIM)*

$x_{it}^4 =$ *Intensidad del evento (desviación de la media de la precipitación acumulada)*

$x_{it}^5 =$ *Vulnerabilidad (medida por el IDH)*

$x_{it}^6 =$ *Urbanización (medida por la tasa de crecimiento poblacional)*

$x_{it}^7 =$ *Intensidad del evento (número de eventos hidrometeorológicos)*

$x_{it}^8 =$ *Vulnerabilidad (medida por el PBI per cápita)*

Aplicamos un modelo de efectos fijos por dos razones: (i) debido a la existencia de factores propios a cada provincia analizada que son invariables en el tiempo (geográficos, culturales), pero que podrían correlacionarse con la variable de interés, afectando la consistencia de los estimadores²²; y (ii) el reducido espacio geográfico de nuestro estudio implica la existencia de una alta correlación espacial que sesgaría nuestros resultados si utilizáramos efectos aleatorios. De hecho, cuando aplicamos la prueba de Hausman, resultó rechazada la hipótesis nula, confirmándose así que era preferible un modelo de panel con efectos fijos.

Entonces: $Cov(z_i, x_{i,t-1}^1) \neq 0$.

También utilizamos clústeres a nivel provincia para tener en cuenta tanto la heterocedasticidad como la autocorrelación del error sistemático del panel

²¹ Solo para nuestra especificación 3.

²² Por ejemplo, nuestra variable de interés podría estar relacionada con la vulnerabilidad física y natural del territorio, resultante de sus características específicas en términos de fisiografía, litología, precipitación, pendiente y cobertura de uso (Minam, 2011), pues es posible que, ante una mayor vulnerabilidad conocida por las autoridades, estas inviertan más en prevención.

e_{it} (Kezdi, 2003). Respecto a la heterocedasticidad, es probable que los no observables no sean constantes para todas las provincias, ya que existen factores culturales, geográficos y de gestión, que interfieren en el nivel del gasto.

5. Análisis de resultados

La tabla 1 muestra los resultados para nuestras tres especificaciones, obtenidos mediante efectos fijos.

Tabla 1
Resultados de la regresión *panel data* con efectos fijos

| VARIABLES | (1) Modelo 1 | (2) Modelo 2 | (3) Modelo 3 |
|---|----------------------|---------------------|---------------------|
| Ln (Gasto total en prevención (t-1)) | -23,05*** (7,635) | | |
| Ln (Gasto en infraestructura (t-1)) | | -4,986 (3,882) | -7,633 (4,962) |
| Ln (Gasto en infraestructura (t-2)) | | | 2,945 (4,475) |
| Eficiencia (ejecutado/PIM) | -9,504*** (2,634) | -5,525** (2,170) | -2,883 (3,477) |
| Desviación de la media de precipitación | 17,83** (7,735) | 40,17*** (6,881) | 44,75*** (7,850) |
| Índice de desarrollo humano (%) | 13,26* (7,886) | 2,769 (7,602) | 16,65 (15,63) |
| Número de eventos hidrometeorológicos | 2,004*** (0,438) | 1,834*** (0,400) | 2,067*** (0,378) |
| Ingreso per cápita | 0,102 (0,184) | 0,278 (0,188) | 0,110 (0,319) |
| Tasa de crecimiento poblacional | 1,194** (0,538) | 1,568** (0,734) | |
| Tasa de crecimiento poblacional (t-1) | | | 1,477 (0,998) |
| Constante | 251,0 (219,4) | 103,8 (196,0) | -646,4 (631,9) |
| Observaciones | 442 | 387 | 277 |
| R-cuadrado | 0,444 | 0,517 | 0,552 |
| Número de PROV1 | 107 | 107 | 96 |

Notas. La columna (1) muestra los resultados utilizando el logaritmo del gasto total en el año t-1, la columna (2) utiliza el logaritmo del gasto en infraestructura de prevención en t-1 y la columna (3) utiliza el gasto en infraestructura en t-1 y t-2. Los errores estándar robustos están entre paréntesis. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Con la primera especificación (columna 1) resulta que, si el gasto total per cápita en prevención aumenta en un 1%, el índice de daños en la provincia se reduce en 0,2305 y este coeficiente es significativo. Es decir, la provincia mejoraría su posición en el *ranking* de daños, pues esta bajaría en 0,2305. Este resultado valida nuestra primera hipótesis.

Pero no es posible inferir el impacto de un mayor gasto en infraestructura de prevención. En efecto, en la segunda especificación (columna 2) con un rezago ($t-1$), si bien se mantiene el signo negativo del coeficiente, este ya no resulta significativo. Y con la especificación 3 (columna 3), que agrega un rezago adicional ($t-2$), no resultan significativos los coeficientes ni del gasto en infraestructuras de prevención en $t-1$ ni del rezago en $t-2$. Ambos resultados rechazan la segunda hipótesis planteada.

Respecto a la eficiencia del gobierno local, el coeficiente en las tres especificaciones tiene el signo esperado (negativo) y es significativo en dos de estas (1 y 2); lo que reafirma la importancia de la calidad de gestión pública.

Acerca de las amenazas, los coeficientes de la desviación respecto a la media de la precipitación acumulada y del número de eventos meteorológicos por año y provincia, presenta los signos esperados y son significativos bajo las tres especificaciones. Esto significa que el número de eventos y su nivel de intensidad influyen decisivamente en los efectos posdesastre, e implica que la inversión solo en infraestructura no es suficiente para reducir la exposición a las amenazas.

Respecto a la vulnerabilidad, el coeficiente de desarrollo humano no tiene el signo esperado y solo resulta significativo (al 10%) en el modelo 1. Esto se alinea con los resultados de Corominas y Martí (2015), quienes no encuentran una asociación significativa entre el nivel de IDH y una mejor preparación frente al riesgo volcánico. Similarmente, el coeficiente del ingreso per cápita de la provincia no es significativo en ninguna de las tres especificaciones.

En cambio, el crecimiento poblacional cuenta con un coeficiente positivo y significativo bajo las dos primeras especificaciones; de lo cual se intuye que este, sin una planificación territorial que ordene una rápida urbanización, aumenta la vulnerabilidad ante desastres.

Luego de haber presentado los resultados de nuestras estimaciones, corresponde señalar que la no significancia del gasto en infraestructura de prevención (y el consiguiente rechazo de nuestra segunda hipótesis) podría estar asociada a un nivel subóptimo de inversión, tanto en magnitud como por carecer de un adecuado marco de planificación integral y priorización por parte de las autoridades. En tal sentido, la última Encuesta Nacional de

Gestión de Riesgos de Desastre (Enagerd), realizada el año 2019, identifica que los avances en prevención aún son limitados en cuanto a ordenamiento territorial y condiciones de seguridad en centros educativos, establecimientos de salud y otros servicios públicos (Cenepred, 2021).

Al respecto, cabe resaltar que el cambio climático y el crecimiento poblacional incrementan la intensidad de los eventos hidrometeorológicos y la exposición a sus riesgos (Ishiwatari & Surjan, 2019), haciendo necesario un mayor gasto en prevención para lograr un nivel de mitigación de daños similar al de años anteriores.

Asimismo, la inversión subóptima en infraestructura de prevención de riesgos futuros puede estar relacionada con la reactividad del gasto frente a eventos presentes, que reduce la cantidad disponible para invertir en prevención (Paleari, 2018).

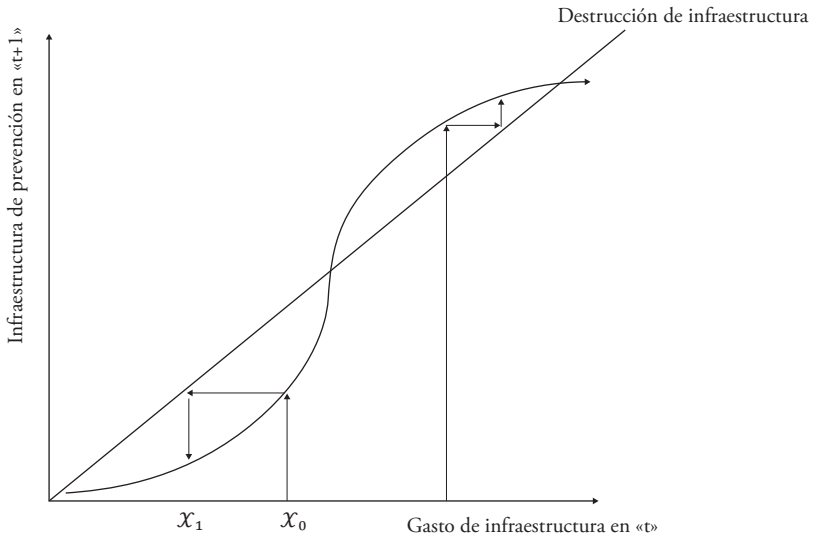
$$\text{Presupuesto}_t = \frac{\alpha * \text{Gasto reactivo}_t}{\alpha + \gamma} + \frac{\gamma * \text{Gasto preventivo}_t}{\alpha + \gamma}$$

$$\alpha \geq \gamma$$

Así, el rechazo de la segunda hipótesis del presente trabajo podría estar influenciado por:

- a) Un insuficiente nivel de inversión de prevención en «t-1», exponiendo a mayores daños por eventos en «t», y entonces, la mayor asignación para reparación en «t» termina desviando la asignación de prevención para «t+1». Esta dinámica sugiere una especie de trampa, donde la inversión mejora poco la infraestructura de prevención acumulada y así esta es fácilmente destruida por los siguientes eventos hidrometeorológicos (figura 4).
- b) Una inadecuada planificación, debido a la falta de capacitaciones a pobladores y autoridades para que comprendan el riesgo real y la eficacia de las medidas de mitigación, ordenamiento territorial e instrumentos de gestión de riesgos.

Figura 4
Trampa de infraestructura



Nota. Si la inversión inicial en infraestructura se posiciona debajo la línea diagonal (x_0), la inversión en infraestructura del próximo año será menor (x_1) y así sucesivamente hasta llegar a un punto de equilibrio bajo que no sea significativo para evitar la destrucción ocasionada por los eventos hidrometeorológicos extremos. Fuente: elaboración propia sobre la base de la trampa de pobreza (Banerjee & Dufló, 2011).

Análisis de robustez: submuestras

Para verificar la robustez de los resultados, dividimos la muestra entre las provincias con mayor y menor susceptibilidad física (SF)²³. Según el Minam, la SF toma valores entre 1 (menor vulnerabilidad) y 5 (mayor vulnerabilidad). Para analizar si existen efectos diferenciados por niveles de SF, realizamos dos regresiones con efectos fijos, catalogando en el nivel alto o muy alto de SF a las provincias con valores mayores o iguales a 4, y al resto en el nivel medio o bajo.

En lo concerniente al gasto total en prevención, la tabla 2 muestra que este es significativo en la reducción del índice de daños, tanto para las provincias con alta SF como para aquellas con baja SF. En estas últimas, un incremento de un 1% en prevención mejora su posición en el *ranking* bajándola en

²³ Características de vulnerabilidad por factores fisiográficos, litológicos, de pendiente y cobertura de uso que tiene una determinada área.

0,34; mientras que para las provincias con alta SF el efecto es menor, pues solo reduce en 0,15 dicha posición. Ello indica que las provincias que sufren mayores daños por tener una alta SF requieren de un incremento del gasto en prevención mayor del 1% para lograr una mejora en su posición similar a la de las provincias con baja SF. Y estos resultados también sugieren que la inclusión de gastos en capacitaciones y campañas de concientización es importante para ambos casos.

Tabla 2
Análisis de robustez – Especificación 1 (Gasto preventivo total)

| VARIABLES | (1) SF=baja / media | (2) SF=alta / muy alta |
|---|------------------------|---------------------------|
| Ln (Gasto total en prevención (t-1)) | -34,70** (14,59) | -15,67* (8,286) |
| Eficiencia (ejecutado/PIM) | -1,339 (3,147) | -9,156*** (2,857) |
| Desviación de la media de precipitación | 37,31*** (8,345) | 10,51** (5,086) |
| Índice de desarrollo humano (%) | 9,101 (12,85) | 6,220 (9,405) |
| Tasa de crecimiento poblacional | 0,750 (0,665) | 1,561 (1,492) |
| Número de eventos hidrometeorológicos | 3,472*** (0,857) | 1,711*** (0,459) |
| Ingreso per cápita | 0,146 (0,273) | 0,261 (0,229) |
| Constante | -394,9 (334,7) | 458,0 (298,8) |
| Observaciones | 118 | 324 |
| R-cuadrado | 0,687 | 0,343 |
| Número de PROVI | 28 | 79 |

Notas. Regresión *panel data* con efectos fijos por submuestras según el nivel de susceptibilidad física. Errores estándar robustos entre paréntesis. Elaboración propia, 2021.

En lo relativo al nivel de eficiencia, este resulta significativo solo para el grupo de mayor SF, lo cual resalta la importancia de contar con gestiones eficientes sobre todo en áreas donde el peligro es mayor. Y es posible que la respectiva no significancia para la submuestra de SF baja pueda deberse a que esta cuenta con menos observaciones.

Tabla 3
Análisis de robustez – Especificación 2 (Gasto preventivo en infraestructura)

| VARIABLES | (1) SF=baja / media | (2) SF=alta / muy alta |
|---|------------------------|---------------------------|
| Ln (Gasto en infraestructura (t-1)) | -5,637 (9,258) | -5,514 (4,224) |
| Eficiencia (ejecutado/PIM) | -0,565 (3,311) | -7,723** (2,961) |
| Desviación de la media de precipitación | 39,57*** (9,660) | 39,63*** (13,05) |
| Índice de desarrollo humano (%) | 3,389 (10,20) | 1,059 (10,02) |
| Tasa de crecimiento poblacional | 0,921 (0,713) | 3,809** (1,800) |
| Número de eventos hidrometeorológicos | 3,326*** (0,821) | 1,599*** (0,440) |
| Ingreso per cápita | 0,186 (0,264) | 0,351 (0,252) |
| Constante | -319,5 (203,6) | 332,6 (312,9) |
| Observaciones | 107 | 280 |
| R-cuadrado | 0,686 | 0,411 |
| Número de PROV1 | 28 | 79 |

Notas. Regresión *panel data* con efectos fijos por submuestras según el nivel de susceptibilidad física. Errores estándar robustos entre paréntesis. Elaboración propia, 2021.

Respecto al gasto preventivo en infraestructura, la tabla 3 muestra que ambos grupos presentan el signo esperado respecto al gasto per cápita en inversión de infraestructura, pero en ningún caso resulta significativo. Si bien

es probable que en las provincias con mayor SF se invierta más que en las de baja SF (Miller & Vela, 2014), este no es un factor determinante, ya que su impacto en la reducción de daños tampoco es significativo en las provincias con baja SF. Lo cual parece deberse a un gasto preventivo en infraestructura insuficiente e ineficiente al mismo tiempo.

En este caso, el crecimiento poblacional sí resulta significativo, pero solo en las provincias con mayor SF, como era de esperarse, pues es más probable que más personas se vean expuestas en un área cuyas condiciones geográficas implican una mayor SF.

Por último, los coeficientes asociados a las variables de intensidad y número de eventos son positivos y significativos en ambas tablas (2 y 3), lo cual confirma el rol clave de las amenazas en la magnitud de los daños y la destrucción de infraestructura en particular. En cambio, los coeficientes de las variables IDH e ingreso per cápita no son significativos para ninguna de las submuestras.

6. Conclusiones y recomendaciones

Nuestro estudio ha buscado responder la interrogante de si un mayor gasto en el PP068 para prevención y gestión de riesgos de desastres (GRD) contribuyó a reducir los daños por los desastres ocurridos en el Perú durante el período 2012-2018; enfocándonos en los resultantes de eventos hidrometeorológicos, al estilo de la Cepal (2014).

Con tal fin, hemos utilizado la metodología de *panel data* con efectos fijos, para cuya variable dependiente construimos un índice compuesto por nueve tipos de infraestructura destruida por un evento hidrometeorológico. Para nuestra variable de interés, tomamos el gasto per cápita en el PP068 y, como variables explicativas, los factores determinantes de desastres definidos por Lavell (1996): amenaza, aproximada por la intensidad de los fenómenos; vulnerabilidad, aproximada por el IDH y el PBI per cápita; urbanización; y la calidad de la gestión pública.

Las hipótesis que nos planteamos son: (i) el mayor gasto total en prevención de riesgos y (ii) el gasto solo en infraestructura para prevenir riesgos, reducen ambos los efectos negativos de los desastres en infraestructura tanto pública como privada. El análisis empírico no rechazó la primera hipótesis, mas sí la segunda. Esto significa que el gasto preventivo total destinado a la GRD es el que contribuye a reducir las consecuencias negativas ante desastres. Y atribuimos este efecto a que las acciones de capacitación, ordenamiento territorial y reforestación son las que amplifican los beneficios de la GRD, cuando

complementan la inversión preventiva en infraestructura. Cuando esta última se da sin un marco de intervención integral, es probable que no se invierta donde realmente se necesita y no se obtengan beneficios significativos. Estos resultados son robustos frente a submuestras de provincias según su nivel de susceptibilidad física ante desastres.

Y son resultados alentadores, pues reafirman que las acciones de GRD bien implementadas sí reducen los daños. Esto resalta la importancia de la agenda medioambiental, muchas veces ignorada por autoridades y agentes privados. También pone de relieve el importante papel que tienen las capacitaciones y el ordenamiento territorial en la reducción de daños, dado que el gasto en infraestructura por sí mismo no logra tener un efecto significativo.

Nuestro análisis ha estado limitado por la disponibilidad de datos y su correcto registro. Algunas provincias presentan menos datos y, por ende, puede haber problemas de representatividad. Tampoco dispusimos de la valoración monetaria equivalente de los daños no monetarios causados por desastres, lo que hace imprecisa su comparación con los monetarios y el correspondiente total. Esto explica en parte nuestra opción de ponderar linealmente los distintos tipos de infraestructura destruida al elaborar el índice de daños, lo cual puede ser fuente de distorsión. Por todo ello, se recomienda un registro de datos más desagregado; que asegure el acceso a la información de los lugares más alejados del país; que realice una mejor distinción entre el presupuesto total y el asignado a prevención, capacitaciones y reconstrucción; y que permita una valoración monetaria de todos los principales daños por desastres.

Como sugerencias para futuras investigaciones, convendría que identifiquen el nivel óptimo de gasto preventivo para que así sea posible estimar mejor su probable efecto reductor de los daños por desastres de origen natural, así como lo que supone en términos de calidad de la gestión pública, a fin de optimizar la combinación de políticas públicas en el país para reducir las probabilidades de pérdidas por dichos desastres.

Además, convendría explorar nuevas metodologías para calcular el respectivo índice de daños. Finalmente, ante la posible endogeneidad por bidireccionalidad entre el gasto y los daños, hemos analizado submuestras según niveles de susceptibilidad que arrojaron resultados robustos. Pero una potencial mejora sería utilizar variables instrumentales para verificar la validez de los resultados hallados.

Referencias

- Acuerdo Nacional. (2010). *Política de Estado 32. Gestión del riesgo de desastres*. <https://www.gob.pe/.../minjus/informes-publicaciones/1941748-politica-de-estado-32>
- Anderson, M. B. (1994). ¿Qué cuesta más: la prevención o la recuperación? En A. Lavell (Comp.). *Al norte del Río Grande* (pp. 1-25). La Red. <http://www.funsepa.net/.../pubs/MTUw.pdf>
- Auzzir, Z., Haigh, R., & Amaratunga, D. (2014). Public-private partnerships (PPP) in disaster management in developing countries: A conceptual framework. *Procedia Economics and Finance*, 18, 807-814. doi:10.1016/S2212-5671(14)01006-5
- Banerjee, A., & Duflo, E. (2011). *Poor economics: A radical rethinking of the way to fight global poverty*. Public Affairs. https://warwick.ac.uk/.../courses/.../poor_economics.pdf
- Benoit, K. (2011). *Linear regression models with logarithmic transformations*. London School of Economics. <https://kenbenoit.net/assets/courses/ME104/logmodels2.pdf>
- BID. (2015). *Indicadores de riesgo de desastres y de gestión de riesgos: Perú*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/...13890>
- Cannon, T. (2008). *Reducing people's vulnerability to natural hazards*. UNU-Wider Research Paper 2008/34. <https://www.wider.unu.edu/.../rp2008-34.pdf>
- Care Perú. (2019). *Mecanismos de financiamiento para el Sinagerd*. PCM – Viceministerio de Gobernanza Territorial. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/475096>
- Castellani, F., Olarreaga, M., Panizza, U., & Zhou, Y. (2019). Investment gaps in Latin America and the Caribbean. *International Development Policy*, 11(1). doi:10.4000/poldev.2894
- Cenepred. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Versión 02*. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/257>
- Cenepred. (2021). *Informe de resultados de la Encuesta Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Enagerd) 2019. Actualizado a octubre 2020*. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. https://dimse.cenepred.gob.pe/.../INFORME_ENAGERD_2019_Rev03_final.pdf
- Cepal. (2003). *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres*. LC/L.1874. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/2781>
- Cepal. (2014). *Manual para la evaluación de desastres*. LC/L.3691. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/35894>
- Choi, C. (2016). Does economic growth really reduce disaster damages? Index decomposition analysis. *International Journal of Urban Sciences*, 20(2), 188-205. doi:10.1080/12265934.2016.1144520
- Corominas, O., & Marti, J. (2015). Estudio comparativo de los planes de actuación frente al riesgo volcánico (Costa Rica, El Salvador, Ecuador, España, México, Nicaragua y Chile). *Revista Geológica de América Central*, 52. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i52.18980>

- Corporación OSSO. (2008). *Anexo 8. Manifestaciones del riesgo intensivo y extensivo. Perú.* Informe de Consultoría al UNISDR. https://www.preventionweb.net/.../Chap3/LAC-overview/OSSO/8_Informe-Peru-v0.doc
- De la Cruz S. R., Salazar, C. R., Guevara, R., Chávez, D., & Carrillo, A. (2020). *El valor de la vida estadística en el Perú.* Documento de Trabajo 48. Osinerming – Gerencia de Políticas y Análisis Económico. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/.../file/1394390>
- Dickie, M. (2017). Averting behavior methods. En P. Champ, K. Boyle & T. Brown (Eds.). *A primer on nonmarket valuation. The economics of non-market goods and resources*, Vol. 13 (pp. 293-346). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7104-8_8
- Dixon, J., Fallon, L., Carpenter, R., & Sherman, P. (1994). *Análisis económico de impactos ambientales.* Turrialba. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANI.012251/Similar>
- Galarza, E., & Kámiche, J. (2012). *Impactos del Fenómeno El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad.* Informe Técnico N.º 1. Seguros para la Adaptación al Cambio Climático. GIZ. <https://www.apeseg.org.pe/.../2019/02/2012>
- Gordon, M. (2013). *Exploring existing methodologies for allocating and tracking disaster risk reduction in national public investment.* UNISDR. <https://www.agr.una.py>
- Gosh, D., & Vogt, A. (2012). *Outliers: An evaluation of methodologies.* Georgetown University. http://www.asasrms.org/Proceedings/y2012/Files/304068_72402.pdf
- Greene, W. (1997). *Econometric analysis.* 3.ª ed. Prentice-Hall. ISBN: 9780023466021.
- Heo B.-Y., & Heo, W.-H. (2019). Economic analysis of disaster management investment effectiveness in Korea. *Sustainability*, 11(11), 3011. doi:10.3390/su11113011
- Ibarrarán, M., Reyes, M., & Altamirano, A. (2014). *Medición de la vulnerabilidad ante desastres hidrometeorológicos extremos.* Universidad Iberoamericana Puebla. <https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/1071>
- Indeci. (2006). *Manual básico para la estimación de riesgo.* Instituto Nacional de Defensa Civil. http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/.../doc319_contenido.pdf
- Indeci. (2019a). *Compendio estadístico Indeci 2019. En la preparación, respuesta y rehabilitación de la GRD.* Instituto Nacional de Defensa Civil. <https://cdn.www.gob.pe/.../file/1048231>
- Indeci. (2019b). *Índice de capacidad de preparación ante emergencias – EPCI 2019. A nivel sectorial, regional, provincial y distrital.* Instituto Nacional de Defensa Civil. <https://cdn.www.gob.pe/.../file/1681578>
- IPCC. (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation.* Special Report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press. ISBN: 9781107607804
- Ishiwatari, M., & Surjan, A. (2019). Good enough today is not enough tomorrow: Challenges of increasing investments in disaster risk reduction and climate change adaptation. *Progress in Disaster Science*, 1, 1-3. doi:10.1016/j.pdisas.2019.100007

- Ishizawa, O. A., Miranda, J. J., Paredes, M., De Haro, I., & Pedrozo, A. (2017). *Analysis of the impact of investments in disaster risk reduction and prevention in Mexico: Case study of Tabasco between 2007 and 2011*. World Bank. doi:10.1596/29105
- Iwata, K., Ito, Y., & Managi, S. (2014). Public and private mitigation for natural disasters in Japan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 7, 39-50. doi:10.1016/j.ijdrr.2013.12.005
- Kezdi, G. (2003). *Robust standard error estimation in fixed-effects panel models*. Central European University. doi:10.2139/ssrn.596988
- Lavell, A. (1996). Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano: problemas y conceptos. En M. A. Fernández (Comp.). *Ciudades en riesgo* (pp. 21-59). Lima: La Red. <https://www.fundacionhenrydunant.org/.../Cuidades%20en%20Riesgo%20>
- Lavell, A. (2014). *Disaster risk reduction and public investment decisions: The Peruvian case*. GIZ & UNISDR. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/343>
- Lien, D., & Balakrishnan, N. (2005). On regression analysis with data cleaning via trimming, Winsorization, and dichotomization. *Communications in Statistics – Simulation and Computation*, 34(4), 839-849. doi:10.1080/03610910500307695
- MEF. (2007). *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en proyectos de inversión pública*. Ministerio de Economía y Finanzas. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/184>
- MEF. (2021). *Portal de Transparencia Económica – Presupuestos 2012-2018*. Ministerio de Economía y Finanzas. <http://www.mef.gob.pe/index>
- Miller, S., & Vela, M. (2014). *Is disaster risk reduction spending driven by the occurrence of natural disasters?* IDB Working Paper Series IDB-WP-500. <https://publications.iadb.org/en/publication/12054>
- Minam. (2011). *Memoria descriptiva del mapa de vulnerabilidad física del Perú: herramienta para la gestión del riesgo*. Ministerio del Ambiente. <http://www.minam.gob.pe/handle/123456789/402>
- Minam. (2015). *Mapa de susceptibilidad física del Perú: zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en la costa y sierra frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos*. Ministerio del Ambiente. <http://www.minam.gob.pe/handle/123456789/98>
- Murphy, C., & Gardoni, P. (2007). Determining public policy and resource allocation priorities for mitigating natural hazards: A capabilities-based approach. *Science and Engineering Ethics*, 13(4), 489-504. doi:10.1007/s11948-007-9019-4
- Orihuela, J. C. (2012). *Consultancy on understanding existing methodologies for allocating and tracking DRR resources in 6 countries in the Americas*. GAR 2013 Contributing Paper. UNISDR. <http://www.preventionweb.net/.../gar/2013/.../Orihuela%202012.pdf>
- Oswald, U., & Brauch, H. (2009). *Securitizar la Tierra y aterrizar la seguridad*. CLD – Documento Temático N.º 2. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. https://catalogue.unccd.int/843_dlld_spa.pdf
- Paleari, S. (2018). Natural disasters in Italy: Do we invest enough in risk prevention and mitigation? *International Journal of Environmental Studies*, 75(4), 673-687. doi:10.1080/00207233.2017.1418995

- PCM. (2014). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Planagred 2014-2021*. Presidencia del Consejo de Ministros. <http://www.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/417>
- Phaup, M., & Kirschner, C. (2010). Budgeting for disasters: Focusing on the good times. *OECD Journal on Budgeting*, 2010(1), 1-24. doi:10.1787/16812336
- Picard, P. (2008). Natural disaster insurance and the equity-efficiency trade-off. *The Journal of Risk and Insurance*, 75(1), 17-38. <https://www.jstor.org/stable/25145261>
- Prada, M. (2006). *Los hogares colombianos ante los choques: efectividad de los mecanismos de protección social*. Documento CEDE 2006-23. <http://www.uniandes.edu.co/handle/1992/7996>
- Sánchez, E., Borim, C., & Coutinho, C. (2011). Teachers understanding of variation. En C. Batanero, G. Burril & C. Reading (Eds.). *Teaching statistics in school mathematics. The 18th ICMI Study* (pp. 211-222). Springer. doi:10.1007/978-94-007-1131-0
- Seminario, B. (2017). *Anexo 11. Parámetros de la Evaluación Social*. http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/.../anexo11_directiva001_2019EF6301
- Toro, J. (2020, 29 de julio). *Los desastres no son naturales*. Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2020/07/29>
- UNDRR. (2020) *Human cost of disasters – An overview of the last 20 years (2000-2019)*. UN Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/media/48008/download>
- UNISDR. (2009). *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. UN International Strategy for Disaster Reduction. <https://www.unisdr.org/files/7817>
- UNISDR. (2015). *Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030*. UN International Strategy for Disaster Reduction. <https://www.unisdr.org/files/43291>
- Varian, H. (1992). *Microeconomic analysis*, 3.^a ed. Norton & Co., Inc. <https://es.scribd.com/document/83093538>
- Yamauchi, F., Yohannes, Y., & Quisumbing, A. (2009). *Risk ex-ante actions and public assistance: Impacts of natural disasters on child schooling in Bangladesh, Ethiopia, and Malawi*. Ifpri Discussion Paper 880. <https://www.ifpri.org/publications/>
- Zevallos, A. (2017). La gestión del riesgo de desastres en el Perú. *Paideia*, XXI, 6(7), 137-158. doi:10.31381/paideia.v6i7.1605

Anexo 1 Subcategorías del PP068

| Conceptos de gasto en infraestructura | Conceptos de gastos totales en PP068 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de defensas ribereñas • Instalación de infraestructura de protección contra inundaciones y filtraciones • Mejoramiento de canalizaciones • Instalación de sistemas de drenaje pluvial • Encauzamiento de ríos • Enrocado de defensas ribereñas • Creación de diques • Construcción de muros de contención • Protección contra deslizamientos • Construcción de taludes • Rehabilitación y mejoramiento de las infraestructuras de servicio básico • Instalación de infraestructura de prevención de riesgos • Instalación de espigones • Canal de evacuación | <ul style="list-style-type: none"> • Prevención, limpieza y descolmatación • Recuperación de cobertura forestal • Mejoramiento del servicio educativo en prevención • Mejoramiento de los servicios de reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastre • Mejoramiento de la gestión de riesgos para la prevención y mitigación de los desastres • Mejoramiento de los servicios de zonificación ecológica y económica para el ordenamiento territorial • Mejoramiento de gestión territorial urbana • Mejoramiento de prevención y atención oportuna de emergencias por compañías de bomberos voluntarios • Gestión comunal • Mejoramiento del servicio de atención en emergencias y desastres naturales • Desarrollo de capacidades para el ordenamiento territorial • (+) gastos en infraestructura |

Fuente: Portal de Transparencia Económica. MEF. Elaboración propia, 2021.