**Vulnerabilidad hídrica en los andes peruanos: El impacto del cambio climático en los andes peruanos**

Michael Jordan Barrantes Cartagena

E.P. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

# Resumen

El cambio climático, impulsado principalmente por la actividad humana y la emisión de gases de efecto invernadero, representa una amenaza creciente para la seguridad hídrica a nivel global y particularmente en los lugares donde las personas desconocen la situación climática en el mundo. Este fenómeno provoca alteraciones en los patrones de precipitación, incremento de temperaturas, eventos extremos como sequías e inundaciones, y acelerada desglaciación andina. Todo ello afecta negativamente la disponibilidad, calidad y acceso al agua, especialmente en regiones vulnerables y comunidades rurales. La seguridad Hídrica, entendida como el acceso equitativo a agua segura para consumo y desarrollo, se ve comprometida por estos impactos. Las fuentes Hídricas como ríos y glaciares sufren reducciones significativas, afectando el abastecimiento humano y agrícola. Además, la contaminación por actividades humanas agrava significativamente la situación, comprometiendo la salud pública y la de los ecosistemas. En zonas rurales andinas, donde la dependencia de agua de los glaciares es alta, la desglaciación reduce el caudal de los ríos y limita el riego agrícola. La falta de acceso a información climática deja a los agricultores expuestos a pérdidas de cultivos y crisis alimentarias. Las comunidades indígenas, pese a su conexión espiritual y ecológica con la naturaleza, enfrentan desigualdades ambientales por falta de apoyo estatal. El Perú con más del 70% de los glaciares tropicales del mundo, es un punto crítico en la crisis climática. Abordar esta problemática requiere una gestión integrada del recurso hídrico. No se deben hacer de lado los eventos climatológicos por que traerá consigo múltiples consecuencias, sociales, ambientales, y económicas.

# Introducción

El calentamiento global es la respuesta a la gran concentración de los gases de efecto invernadero. En consecuencia, estos actúan como aislantes térmicos que retienen el calor y elevan la temperatura del planeta. La degradación del ambiente contribuye a que el mundo aumente de temperatura de una manera bastante rápida (Warsame et al., 2024). Esto no solo pone en riesgo los ecosistemas, sino que también afecta a la salud y seguridad de las personas (Aguilar, 2020).

La seguridad hídrica se refiere a la garantía de calidad y cantidad de agua que puede ser segura para el uso y consumo humano. Asimismo, implica que el agua llegue a todos de manera equitativa para una vida digna (Martínez, 2013). El agua es vulnerable frente al calentamiento global y necesita ser protegida para evitar la escasez de este recurso, que es vital para la supervivencia. Por ejemplo, los ríos son más propensos a la contaminación afectando su calidad y, por ende, a la salud (Leveque et al., 2021).

La calidad reprobable del agua junto con la reducción de este recurso que a su vez es afectado por el cambio climático, causa estrés hídrico; por lo tanto, la seguridad hídrica se ve amenazada (Snizhko et al., 2024), ya que esto, tiene consecuencias bastante graves, que a largo plazo pueden llegar a ser irreversibles.

El cambio climático afecta significativamente a los periodos de precipitaciones. Asimismo, as lluvias extremas ocasionan desastres naturales, por lo que pone en riesgo la vida de la población y el medio ambiente (Ren et al., 2025). Estas no solo producen inundaciones, sino también huaycos (Cordova, 2020). No obstante, los efectos del cambio climático pueden revertirse, dependiendo del nivel de desarrollo en el que se encuentren las comunidades humanas (Tawiah & Alessa, 2024). Con mucha frecuencia, la humanidad no considera los desastres y complicaciones que pueden llegar a causar sus acciones. El cambio climático es una de las consecuencias más relevantes, ya que pone en riesgo la vida de los animales, los paisajes naturales y sus ecosistemas. En 1980, investigadores pronosticaron la posible extinción de una gran cantidad de especies de animales, especialmente en aquellos países que carecen de una economía sólida, pero que son propietarios de una biodiversidad privilegiada (Zinngrebe, 2016).

Además, las precipitaciones extremas ocasionan inundaciones y sequías, siendo éstas últimas especialmente costosas cuando son severas y prolongadas (Guha & Hazra, 2024). Las sequías también causan un aumento en los incendios forestales, los cuales amenazan la economía, los ecosistemas y la salud de las comunidades locales (Luna-Celino et al., 2025). Asimismo, las sequías dan lugar a la generación de tierras áridas, bosques apagados y marchitos, con muy poca presencia de humedad. Por lo tanto, un ecosistema, bosque o paisaje que carece de humedad durante un periodo prolongado está en peligro de ser afectado por incendios forestales (Richardson et al., 2022).

Ruiz (2023) en su trabajo de investigación, afirma que la primera desgracia de la desglaciación será la escasez del agua. Posteriormente, habrá menos generación de energía hidroeléctrica y problemas en los cultivos, lo que limitará a las personas y no tendrán acceso a los beneficios que este recurso pueda ofrecer.

El Perú es muy vulnerable al cambio climático, especialmente frente a los fenómenos hidrometeorológicos, ya que estos representan un porcentaje de 72% de las emergencias totales del país (Flores et al., 2025). las sequías darán lugar a la generación de tierras áridas, bosques apagados y marchitos con muy poca presencia de humedad. Por lo tanto, un ecosistema, bosque o paisaje que carece de humedad por un buen tiempo está en peligro de ser afectado por incendios forestales (Richardson et al., 2022). El objetivo general de este artículo es analizar la relación que tiene el cambio climático con la seguridad hídrica en el Perú, identificando el impacto, causas y consecuencias.

# Desarrollo

# Causas y consecuencias del cambio climático

La principal causa del cambio climático es el ser humano que no desea entender ni reconocer cómo afectan sus actos en el mundo y la biodiversidad. Lacroix et al. (2022) afirman, que grandes cantidades de personas en todo el mundo no aceptan que el cambio climático y sus consecuencias sean a causa de sus actos y no comparten la idea de que la humanidad está enfermando los ecosistemas y la vida en el planeta. La percepción de las personas sobre las causas del cambio climático, depende del lugar y los países, y puede variar desde una gran cantidad de personas como sugiere en el caso de los europeos donde son más conscientes de sus actos, como también, solo una minoría de personas en el sur oeste asiático comparten esta misma idea.

Sketelenburg et al. (2024) sugieren que los resultados obtenidos por científicos sobre sus hallazgos en cualquier disciplina que son comunicados a la población es una labor valiosa, también lo es en el tema del cambio climático, en consecuencia, ayudaría a concientizar más a las personas sobre el cambio climático antropogénico. Los gases de efecto invernadero (GEI) hacen que aumente la temperatura del mundo causado por la actividad humana, también la inclusión de políticas que tengan en cuenta al ambiente, son muy beneficiosas ya que ayudan a eliminar poco a poco la contaminación ambiental por parte de las industrias (Mohammed et al., 2021). Yan et al. (2024) mencionan que la industria petroquímica es una de las principales emisoras de gases y tiene un impacto relevante en el ambiente. Así que, las industrias son una de las principales generadoras de GEI y contribuyen directamente al cambio climático. Las consecuencias del cambio climático son bastante graves y tiene repercusiones en todo el mundo y en diferentes campos. El cambio climático denota cambios en el flujo fluvial de los ríos (McClelland et al., 2004). Sobre todo, por los fenómenos climatológicos, las lluvias extremas debilitan el suelo de manera que se vuelven más propensos a deslizamientos (Molina et al., 2008), estas lluvias pueden provocar inundaciones que son poco usuales, pero, catastróficas. También cambia la forma de los cauces (Rosas et al., 2023). Esto puede alterar la cantidad de masa fluvial de los ríos. Las sequías aumentan debido a la variabilidad de las lluvias y al aumento de temperatura global causado por la actividad humana (Mosley, 2015). Chauvier et al. ( 2021) menciona que clima, hace que varíe la distribución de diferentes especies de animales en diferentes regiones a nivel mundial debido a la variación de la temperatura causada por el cambio climático y los cambios en las precipitaciones, ya que, distintas especies de animales dependen directamente de este recurso. Por otro lado, Dale et al. (2000) comparte esa misma idea, añadiendo que cambio climático hostiga a los ecosistemas causado por las variaciones rápidas en las lluvias y la temperatura.

Puchalka (2023) en su trabajo de investigación demuestra lo vital que son los animales para el equilibrio y desarrollo de los ecosistemas y resalta la necesidad urgente de tomar y desarrollar acciones que ayuden a conservar los ecosistemas y la vida de diferentes especies frente al cambio climático.

# Impacto del cambio climático en la seguridad hídrica

El cambio climático destaca por su incremento rápido y acelerado de la temperatura, con un aumento pronosticado a nivel mundial entre 1,5°C y 4°C para el año 2100 (Alley et al., 2007).

Claro está que el cambio climático afecta directamente a fenómenos climatológicos, por lo tanto, el cambio climático representa una de las mayores amenazas para la seguridad hídrica sobre todo para todo aquel que no tenga accesibilidad a este recurso que es tan importante para la vida. El cambio climático altera los ciclos de lluvias (Wang et al., 2024), también acelera la evaporación del agua, aproximadamente dos tercios del agua que proviene de las lluvias se evaporan en el ambiente, por con secuencia, la capacidad de las cuencas y ecosistemas para recuperarse frente a estas alteraciones se ven bastante alteradas (Koppa et al., 2022), lo que lo hace aún menos accesible. La demanda creciente de agua hace que las personas opten por sacar agua desde el subsuelo y también, que desvíen el agua proveniente de los arroyos hasta sus cultivos. Bierkens y Wada (2019) estiman que la extracción de agua de arroyos y agua del subsuelo se incremente por lo menos hasta el año 2100. Esto hará que el agua sea aún más escasa. Para ciertos sectores que ya tienen dificultad para obtener este recurso. Bhardwaj et al.(2025) en su trabajo de investigación mencionan que el número y la duración de las sequías han aumentado un 29% desde el año 2000, esto afectaría a la seguridad hídrica y por consecuente a la disposición y gestión del agua. También mencionan que los grados de aumento de la temperatura del planeta nos dan datos para que podamos relacionar y entender, cómo es que afectan a los ecosistemas y glaciares.

# Seguridad hídrica en zonas vulnerables

Los recursos hídricos pueden variar y escasear en muchos lugares a causa del cambio climático ya que, éste reduce la cantidad de agua que está disponible sobre todo en lugares donde este recurso es más escaso (Mensah, 2025). El cambio climático amenaza el bienestar de las poblaciones vulnerables a nivel mundial, estos cambios no se experimentan de manera equitativa y, depende de las condiciones en que se encuentren, incluso podría ser catastrófico para aquellas familias que tienen un ingreso económico bastante bajo (Flores et al., 2025). En los andes los recursos hídricos forman parte de ecosistemas de montaña que son débiles frente a variaciones, no solo climatológicos (Custodio et al., 2018), lo que lo hace también desfavorable para la biodiversidad. El agua es crucial en la regulación y recuperación del ciclo del agua (Célleri & Feyen, 2009), lo que afecta también a las personas que habitan en estos lugares. A falta de una autoridad, las comunidades indígenas son golpeadas por los efectos del cambio climático, sin poder hacer algo al respecto (Brown et al., 2025). Esto evidencia las desigualdades ambientales y sociales, que por vivir en zonas alejadas estas personas son olvidadas y carecen de servicios básicos.

Brown et al. (2025) destacan que el conocimiento ecológico podría mejorar las condiciones ambientales y culturales, como en su caso de estudio en Amantaní, que a través de la colaboración con las comunidades indígenas se logra fortalecer la gestión ambiental y se pueden construir resultados más justos. También, las personas de esta comunidad están ligadas espiritualmente a los recursos naturales, especialmente a la tierra; por lo tanto, salvaguardar la biodiversidad no solo garantiza el bienestar ecológico, sino también, su bienestar mental y emocional.

La industria minera que ha crecido mundialmente en las últimas décadas especialmente en Perú, incrementa los riesgos ambientales, ya que, contaminan los ríos, lagos y arroyos con pasivos mineros que liberan metales pesados; tales como plomo, cadmio y mercurio; y demás compuestos que son tóxicos en el agua (Moreno-Aguirre et al., 2024). Todo esto afectaría a la seguridad de las poblaciones locales que dependen de la naturaleza.

# Desglaciación en el Perú

Las amplias vías de recursos hídricos que son abastecidos y alimentados por los glaciares, forman parte de una fuente de valor tanto ecológica como económica (Célleri & Feyen, 2009). El 71% de los glaciares tropicales se encuentran en el área dentro del Perú, los glaciares mantienen y modifican el clima, también son una fuente importante de agua dulce, del que dependen muchas personas. Los glaciares sustentan a una gran cantidad de ríos los cuales abastecen de agua dulce a muchas regiones del país incluidas las conas desérticas. Satisfacen necesidades como: consumo, agricultura, ganadería e industrias. Diferentes investigaciones entre los años 1962 y 2016 demuestran que el Perú ha perdido 1284 km2 de sus glaciares y esto equivale al 53.56% del área total (Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña, 2018).

La cordillera de nevados en el Perú se ve como un punto de inflexión global si se ve desde la perspectiva de observación de derretimiento de glaciares (Huss & Hock, 2018). El cambio climático ha impactado en las cuencas hidrográficas que son alimentadas por los glaciares de la cordillera y han alterado el aliviadero fluvial anual y las relacionadas con las estaciones durante el año (Motschmann et al., 2022).

# La agricultura afectada por el cambio climático

Es muy importante el conocimiento para comprender los cambios en el clima y así no haya una crisis económica ni alimenticia (Feng et al., 2021), Los agricultores conocían las épocas de lluvia y estaban acostumbrados a sembrar en ciertos meses del año. Anteriormente no resultaba en un problema para ellos, pero, con el aumento de la temperatura global, los agricultores que no tienen acceso a internet o a alguna información meteorológica, no estarán preparados para estos cambios. El cambio climático no solo afecta en el rendimiento de los cultivos y su cosecha, sino también, a la economía el cual se vería afectado por la escasez de alimentos, debido a la alta demanda de alimentos de la sociedad, los precios se elevarían rápidamente teniendo como resultado un caos financiero total.

Sifang y Xuan (2021) en su trabajo de investigación destacan que no se deben hacer de lado los cambios meteorológicos, ya que, si ocurre, se obtendrá como resultado riesgos en el rendimiento y resultado en las cosechas y, también en la economía.

# Conclusión

El cambio climático esta dado por el aumento de gases de efecto invernadero que es provocada en su mayoría por la actividad humana, dando como resultado fenómenos climatológicos extremos de los cuales no son conscientes. Además, pone en riesgo la seguridad hídrica y, por ende, todos aquellos que dependen del agua. Afectando el equilibrio en todo el mundo. La vulnerabilidad de las personas de bajos recursos frente a la seguridad hídrica y el cambio climático es una realidad alarmante que evidencia las profundas desigualdades sociales y ambientales. Estos grupos suelen vivir en zonas con escaso acceso a servicios básicos, lo que los expone aún más a la escasez de agua, fenómenos climatológicos extremos y al deterioro de sus ambientes de vida. La desglaciación, como consecuencia del aumento de temperaturas globales, agrava esta situación al reducir las fuentes de agua dulce que alimentan ríos y cultivos, afectando directamente a la agricultura, especialmente de la subsistencia. Esto no solo compromete la seguridad alimentaria, sino que también perpetúa los ciclos de pobreza.

# Referencias

Aguilar, H. C. (2020). Vulnerabilidad y gestión del riesgo de desastres frente al cambio climático en Piura, Perú. *Semestre Económico*, *23*(54), 85–112. https://doi.org/10.22395/SEEC.V23N54A5

Alley, R., Berntsen, T., Bindoff, N. L., Chen, Z., Chidthaisong, A., Friedlingstein, P., Gregory, J., Hegerl, G., Heimann, M., Hewitson, B., Hoskins, B., Joos, F., Jouzel, J., Kattsov, V., Lohmann, U., Manning, M., Matsuno, T., Molina, M., Nicholls, N., … Zwiers, F. (2007). Climate change 2007: the physical science basis. *Slvwd.ComIPOC ChangeAgenda, 2007•slvwd.Com*. https://www.slvwd.com/sites/g/files/vyhlif1176/f/uploads/item\_10b\_4.pdf

Bhardwaj, K., Mishra, A., & Khedun, C. P. (2025). Global droughts in a warming climate: Evaluation of SPI and SPEI under 1.5°, 2°, and 3 °C global warming. *Journal of Hydrology*, *659*, 133309. https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2025.133309

Bierkens, M. F. P., & Wada, Y. (2019). Non-renewable groundwater use and groundwater depletion: a review. *Environmental Research Letters*, *14*(6), 063002. https://doi.org/10.1088/1748-9326/AB1A5F

Brown, L. J., Buddry, H., Abarca Díaz, B. M., Espezua, R., Cortez-Vergara, C., Lowe, H., Calderón, M., & Mannell, J. (2025). “To care and improve little by little, that’s how we can do it”: Exploring Indigenous perspectives on environmental health and community solutions through participatory workshops in Amantaní, Peru. *Environmental Science & Policy*, *170*, 104093. https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2025.104093

Célleri, R., & Feyen, J. (2009). The Hydrology of Tropical Andean Ecosystems: Importance, Knowledge Status, and Perspectives. *Https://Doi.Org/10.1659/Mrd.00007*, *29*(4), 350–355. https://doi.org/10.1659/MRD.00007

Chauvier, Y., Thuiller, W., Brun, P., Lavergne, S., Descombes, P., Karger, D. N., Renaud, J., & Zimmermann, N. E. (2021). Influence of climate, soil, and land cover on plant species distribution in the European Alps. *Ecological Monographs*, *91*(2), e01433. https://doi.org/10.1002/ECM.1433;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER

Custodio, M., Chanamé, F., Pizarro, S., & Cruz, D. (2018). Quality of the aquatic environment and diversity of benthic macroinvertebrates of high Andean wetlands of the Junín region, Peru. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, *44*(3), 195–202. https://doi.org/10.1016/J.EJAR.2018.08.004

Dale, V. H., Joyce, L. A., McNulty, S., & Neilson, R. P. (2000). The interplay between climate change, forests, and disturbances. *Science of The Total Environment*, *262*(3), 201–204. https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00522-2

Feng, S., Hao, Z., Zhang, X., & Hao, F. (2021). Changes in climate-crop yield relationships affect risks of crop yield reduction. *Agricultural and Forest Meteorology*, *304–305*, 108401. https://doi.org/10.1016/J.AGRFORMET.2021.108401

Flores, E. C., Flores, A. F., Abarca-Diaz, B., Camizan-Castro, R., Mendoza-Lozada, E., Ortiz-Contreras, F., & Kakuma, R. (2025). Fostering leadership and gender equality in climate action among underserved, rural and Indigenous women: a qualitative exploration of opportunities and limitations in Peru. *The Lancet Regional Health - Americas*, *46*, 101109. https://doi.org/10.1016/J.LANA.2025.101109

Guha, T., & Hazra, S. (2024). Social vulnerability to drought: A spatiotemporal assessment in purulia district, West Bengal, India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *113*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104846

Huss, M., & Hock, R. (2018). Global-scale hydrological response to future glacier mass loss. *Nature Climate Change*, *8*(2), 135–140. https://doi.org/10.1038/S41558-017-0049-X;TECHMETA=119,134;SUBJMETA=106,125,242,2739,694,704;KWRD=CLIMATE-CHANGE+IMPACTS,CRYOSPHERIC+SCIENCE,HYDROLOGY

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. (2018). *Inventario Nacional de Glaciares Las Cordilleras Glaciares del Perú 2018*. https://doi.org/10.36580/INAIGEM.DOCUMENT1

Koppa, A., Rains, D., Hulsman, P., Poyatos, R., & Miralles, D. G. (2022). A deep learning-based hybrid model of global terrestrial evaporation. *Nature Communications*, *13*(1), 1–11. https://doi.org/10.1038/S41467-022-29543-7;SUBJMETA=106,1144,158,242,704;KWRD=ECOLOGICAL+MODELLING,HYDROLOGY

Lacroix, K., Carman, J. P., Goldberg, M. H., Gustafson, A., Rosenthal, S. A., & Leiserowitz, A. (2022). Does personal climate change mitigation behavior influence collective behavior? Experimental evidence of no spillover in the United States. *Energy Research & Social Science*, *94*, 102875. https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2022.102875

Leveque, B., Burnet, J. B., Dorner, S., & Bichai, F. (2021). Impact of climate change on the vulnerability of drinking water intakes in a northern region. *Sustainable Cities and Society*, *66*, 102656. https://doi.org/10.1016/J.SCS.2020.102656

Luna-Celino, V., Kainer, K. A., Carmenta, R., Loiselle, B., & Cuellar, A. (2025). Burning perceptions that integrate wellbeing and ecosystem services to inform fire governance in the Peruvian Andes. *Journal of Rural Studies*, *116*, 103610. https://doi.org/10.1016/J.JRURSTUD.2025.103610

Martínez-Austria, P. F. (2013). Los retos de la seguridad hídrica. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, *4*(5), 165–180. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S2007-24222013000500011&lng=es&nrm=iso&tlng=es

McClelland, J. W., Holmes, R. M., Peterson, B. J., & Stieglitz, M. (2004). Increasing river discharge in the Eurasian Arctic: Consideration of dams, permafrost thaw, and fires as potential agents of change. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, *109*(18). https://doi.org/10.1029/2004JD004583,

Mensah, H. (2025). Field diagnosis of farmers’ adaptation challenges to climate change in the agricultural urban landscapes. *City and Environment Interactions*, *27*, 100208. https://doi.org/10.1016/J.CACINT.2025.100208

Mohammed, S., Gill, A. R., Alsafadi, K., Hijazi, O., Yadav, K. K., Hasan, M. A., Khan, A. H., Islam, S., Cabral-Pinto, M. M. S., & Harsanyi, E. (2021). An overview of greenhouse gases emissions in Hungary. *Journal of Cleaner Production*, *314*, 127865. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.127865

Molina, A., Govers, G., Poesen, J., Van Hemelryck, H., De Bièvre, B., & Vanacker, V. (2008). Environmental factors controlling spatial variation in sediment yield in a central Andean mountain area. *Geomorphology*, *98*(3–4), 176–186. https://doi.org/10.1016/J.GEOMORPH.2006.12.025

Moreno-Aguirre, S. B., Vértiz-Osores, J. J., Paredes-Espinal, C. E., Meseth, E., Vílchez-Ochoa, G. L., Espino-Ciudad, J. A., & Flores del Pino, L. (2024). Ecological risk of metals in Andean water resources: A framework for early environmental assessment of mining projects in Peru. *Heliyon*, *10*(9), e30739. https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E30739

Mosley, L. M. (2015). Drought impacts on the water quality of freshwater systems; review and integration. *Earth-Science Reviews*, *140*, 203–214. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.11.010

Motschmann, A., Teutsch, C., Huggel, C., Seidel, J., León, C. D., Muñoz, R., Sienel, J., Drenkhan, F., & Weimer-Jehle, W. (2022). Current and future water balance for coupled human-natural systems – Insights from a glacierized catchment in Peru. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, *41*, 101063. https://doi.org/10.1016/J.EJRH.2022.101063

Puchałka, R., Paź-Dyderska, S., Woziwoda, B., & Dyderski, M. K. (2023). Climate change will cause climatic niche contraction of Vaccinium myrtillus L. and V. vitis-idaea L. in Europe. *Science of The Total Environment*, *892*, 164483. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2023.164483

Ren, Z., Zhao, H., Mu, X., Shi, K., & Jin, X. (2025). Characteristics of extreme precipitation and its effects on soil and water retention in Sichuan, China under multiple climate change elements. *Ecological Indicators*, *176*, 113702. https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2025.113702

Richardson, D., Black, A. S., Irving, D., Matear, R. J., Monselesan, D. P., Risbey, J. S., Squire, D. T., & Tozer, C. R. (2022). Global increase in wildfire potential from compound fire weather and drought. *Npj Climate and Atmospheric Science 2022 5:1*, *5*(1), 1–12. https://doi.org/10.1038/s41612-022-00248-4

Rosas, M. A., Clapuyt, F., Viveen, W., & Vanacker, V. (2023). Quantifying geomorphic change in Andean river valleys using UAV-PPK-SfM techniques: An example from the western Peruvian Andes. *Geomorphology*, *435*. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.108766

Ruiz, N. de los A. T. (2023). Deglaciación del nevado Palcaraju y probable desbordamiento de la laguna Palcacocha. Consecuencias futuras y posibles acciones. *Justicia Ambiental. Revista Del Poder Judicial Del Perú Especializada En La Protección Del Ambiente*, *3*(3), 93–114. https://doi.org/10.35292/JUSTICIAAMBIENTAL.V3I3.687

Snizhko, S., Didovets, I., & Bronstert, A. (2024). Ukraine’s water security under pressure: Climate change and wartime. *Water Security*, *23*, 100182. https://doi.org/10.1016/J.WASEC.2024.100182

Stekelenburg, A. van, Bleize, D. N. M., van ’t Riet, J., Schaap, G., Vlasceanu, M., & Doell, K. C. (2024). Communicating consensus among climate scientists increases estimates of consensus and belief in human-caused climate change across the globe. *Journal of Environmental Psychology*, *100*, 102480. https://doi.org/10.1016/J.JENVP.2024.102480

Tawiah, V., & Alessa, N. (2024). Even climate change is not fair: the impact of climate change on economic outcomes. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, *17*(1), 46–67. https://doi.org/10.1108/IJCCSM-01-2024-0008

Wang, S., Shi, Y., Xing, M., Wu, H., Pang, H., Lei, S., Wang, L., & Zhang, M. (2024). Quantifying the below-cloud evaporation of raindrops using near-surface water vapour isotopes: Applications in humid and arid climates in East Asia. *Journal of Hydrology*, *638*, 131561. https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2024.131561

Warsame, A. A., Mohamed, J., & Sarkodie, S. A. (2024). Natural disasters, deforestation, and emissions affect economic growth in Somalia. *Heliyon*, *10*(6), e28214. https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E28214

Yan, Y., Pang, Y. X., Luo, X., Lin, Q., Pang, C. H., Zhang, H., Gao, X., & Wu, T. (2024). Carbon dioxide-focused greenhouse gas emissions from petrochemical plants and associated industries: Critical overview, recent advances and future prospects of mitigation strategies. *Process Safety and Environmental Protection*, *188*, 406–421. https://doi.org/10.1016/J.PSEP.2024.05.136

Zinngrebe, Y. (2016). Learning from local knowledge in Peru-Ideas for more effective biodiversity conservation. *Journal for Nature Conservation*, *32*, 10–21. https://doi.org/10.1016/j.jnc.2016.03.006