



JUSTICIA AMBIENTAL

Revista Peruana Especializada en la Protección Jurídica del Ambiente del Poder Judicial

Vol. 3, n.º 3, enero-junio, 2023, 93-114

Publicación semestral. Lima, Perú

ISSN: 2810-8353 (En línea)

DOI: 10.35292/justiciaambiental.v3i3.687

Deglaciación del nevado Palcaraju y probable desbordamiento de la laguna Palcacocha. Consecuencias futuras y posibles acciones

**Deglaciation of the snowy Palcaraju and probable overflow of
the Palcacocha lagoon. Future consequences
and possible actions**

**Desglaciação da nevada Palcaraju e provável
transbordamento da lagoa Palcacocha. Consequências
futuras e possíveis ações**

NORMA DE LOS ÁNGELES TARRILLO RUIZ

Universitat Pompeu Fabra

(Barcelona, España)

Contacto: norma.tarrillo@alum.upf.edu

<https://orcid.org/0000-0002-6204-8072>

RESUMEN

Uno de los más graves problemas ambientales a nivel mundial lo constituye el cambio climático. El Perú es considerado uno de los países más vulnerables a los efectos del calentamiento global. El objetivo de este artículo es poner en relieve el problema de la deglaciación de la superficie glaciar de la Cordillera Blanca, ubicada en la sierra del departamento de Áncash, específicamente del nevado Palcaraju y como consecuencia el probable desbordamiento de la laguna Palcacocha, lo cual generaría un número considerable de pérdidas en

vidas humanas y daños materiales. En vista de ello se proponen algunas ideas de mitigación y adaptación ante este problema.

Palabras clave: calentamiento global; vulnerabilidad; deglaciación; mitigación; adaptación.

ABSTRACT

One of the most serious environmental problems worldwide is climate change. Peru is considered one of the most vulnerable countries to the effects of global warming. The objective of this article is to highlight the problem of the deglaciation of the glacier surface of the Cordillera Blanca, located in the mountains of the department of Ancash, specifically the snowy Palcaraju and as a consequence the probable overflow of the Palcacocha lagoon, which would generate a considerable number of losses in human lives and material damage. In view of this, some ideas for mitigation and adaptation to this problem are proposed.

Key words: global warming; vulnerability; deglaciation; mitigation; adaptation.

RESUMO

Um dos problemas ambientais mais graves em todo o mundo são as mudanças climáticas. O Peru é considerado um dos países mais vulneráveis aos efeitos do aquecimento global. O objetivo deste artigo é destacar o problema da desglaciação da superfície glacial da Cordilheira Branca, localizada nas montanhas do departamento de Ancash, especificamente a nevada Palcaraju e como consequência o provável transbordamento da lagoa Palcacocha, que geraria um número considerável de perdas de vidas humanas e danos materiais. Diante disso, algumas ideias de mitigação e adaptação a esse problema são propostas.

Palavras-chave: aquecimento global; vulnerabilidade; desglaciação; mitigação; adaptação.

Recibido: 11/01/2023

Revisado: 28/04/2023

Aceptado: 05/05/2023

Publicado en línea: 30/06/2023

Financiamiento: Autofinanciado.

Conflicto de interés: La autora declara no tener conflicto de interés.

1. INTRODUCCIÓN

Diversos estudios y estimaciones ubican al Perú como uno de los países más vulnerables a los efectos del calentamiento global. Así, por ejemplo, de acuerdo con el estudio realizado por el Tyndall Centre for Climate Change Research denominado «New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity» del año 2004, en el período comprendido entre 1991 y el 2000, el Perú se ha ubicado como el octavo país con el mayor número de víctimas mortales afectadas por desastres naturales y riesgo climático (Adger et al., 2004, p. 63). De hecho, según el Ministerio del Ambiente (2015), «de las nueve características de vulnerabilidad frente al cambio climático reconocidas por la Convención Mundial de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático (CMNUCC), en el Perú tenemos 7» (p. 3). Particularmente, dos de ellas: «países en desarrollo con ecosistemas montañosos frágiles» y «zonas expuestas a inundaciones, sequías y desertificación» son aplicables a la situación de sus glaciares.

La fragilidad de los ecosistemas de montaña del Perú, originada por los efectos del cambio climático, se evidencia en la pérdida del «51 % de su superficie glaciar en los últimos 50 años» (Autoridad Nacional del Agua, 2020, párr. 1). Pese a algunos breves períodos, los glaciares de la Cordillera Blanca, cadena montañosa ubicada en la sierra del departamento de Áncash, uno de los dos sistemas glaciares más importantes de este país, han experimentado un rápido retroceso en los últimos decenios (Schoolmeester y Verbist, 2018, p. 8). Actualmente, el promedio de retroceso glaciar es de veinticinco a veintinueve metros anuales, y existen algunos que han superado los cuarenta metros (Portocarrero, 2009, p. 7).

De acuerdo con diversas previsiones de cambio climático, los glaciares andinos continuarán retrocediendo, y se pronostica que los de menor tamaño ubicados a menor altitud (por debajo del nivel de los 5500 m s. n. m.) desaparecerán en los próximos años¹. El primer impacto de dicha situación será la escasez de agua. Menos agua para el consumo de las personas, la generación de energía eléctrica y las actividades de agricultura son algunos de los desafíos que traerá la desaparición de los glaciares en nuestro país.

Adicionalmente, a corto plazo, el creciente peligro de desborde de las innumerables lagunas que han venido formándose por efecto de la deglaciación constituye una inminente amenaza a la vida de miles de habitantes que viven en las faldas de las montañas de los Andes peruanos. Particularmente, en Huaraz, Palcacocha es una de las lagunas glaciares que ha estado en el foco de las alarmas en los últimos años². En el caso de esta, recientemente, con ocasión de un estudio realizado por científicos de las universidades de Oxford y Washington, se ha podido determinar que «es prácticamente seguro, con una probabilidad superior al 99 %» que el cambio climático causado por los seres humanos (cambio climático antropogénico) ha ocasionado el retroceso del glaciar Palcaraju, y con ello inevitablemente ha generado un incremento del riesgo de inundaciones en esta ciudad (Swissinfo.ch, 2021, párr. 1).

Pese al alto riesgo de un posible desbordamiento de esta laguna, que podría ser de mayores proporciones que el ocurrido en 1941³ (García, 2019, párr. 2), los esfuerzos por desarrollar labores de prevención se han

1 Según los resultados de los inventarios de 1989, 2001, 2014 y 2017 se estima que los glaciares de la Cordillera Blanca desaparecerían en el año 2111, en función de una tasa de retroceso de 4.97 km²/año (Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña [INAIGEM], 2018, p. 82).

2 Entre estas, véase las siguientes: Europapress (2021), Andina (2019, 2020), Sierra (2019), Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (2018), Collyns (2018), Urbina (2017), El Universo (2016), Taj (2014).

3 El Gobierno Nacional declaró en el 2011 en emergencia la cuenca de la laguna Palcacocha, mediante el Decreto Supremo n.º 002-2011-PCM. Con posterioridad, hasta el 2012, emitió otros once decretos de emergencia.

venido concretando lentamente, y se limitan al monitoreo de su estado principalmente⁴. Son aún más exiguos los avances realizados por el Gobierno Nacional y el Gobierno Regional en cuanto a la elaboración de políticas públicas y a la asignación de recursos que viabilicen medidas específicas para la gestión de los recursos hídricos en las cuencas glaciares.

En este documento, se busca poner en relieve esta problemática y a la vez exponer de modo breve algunas ideas de qué políticas de mitigación y adaptación son necesarias de implementarse a la brevedad.

2. SITUACIÓN DE PELIGRO INMINENTE POR LA LAGUNA PALCACOCHA

2.1. Área geográfica y población

Huaraz es una de las provincias del departamento de Áncash, situada al centro-norte de Perú. Cuenta con una población total proyectada al 30 de junio de 2020 de 185 276 habitantes⁵ (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2020, p. 45). La laguna Palcacocha⁶ se encuentra localizada en esta provincia, bajo las cumbres de las montañas nevadas Palcaraju y Pucaranra, ambas pertenecientes a la cadena montañosa de la Cordillera Blanca y dentro del área protegida del Parque Nacional Huascarán.

Según información del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (en adelante INAIGEM), el volumen de la

4 El Gobierno Regional de Áncash (2021) financió un Sistema de Alerta Temprana en la Laguna Palcacocha (párr. 3).

5 Si únicamente se tiene en cuenta el distrito de Huaraz, de forma estimada, este tenía 61 736 pobladores al 30 de junio de 2015 (INEI, 2009, p. 99).

6 En este trabajo nos hemos centrado en el área de proyección de la laguna Palcacocha dadas las reiteradas alertas de su posible desbordamiento y su consecuente repercusión en la población de Huaraz. Sin embargo, es un hecho innegable que la situación de los glaciares a nivel nacional se encuentra en estado crítico debido al calentamiento global. A la fecha, el Perú ha perdido dos cordilleras: «El Barroso» y «Volcánica». Y las cordilleras «Chila, Chonta, La Viuda y Huanzo» se encuentran en riesgo de extinción entre el 2021 y el 2024 (La República, 2018).

laguna Palcacocha conforme al último levantamiento batimétrico realizado en febrero de 2016 es de 17 403 353 metros cúbicos. No obstante, esta institución ya ha advertido que la sola posibilidad de que se susciten avalanchas de hielo de glaciares descolgados del Palcaraju y el Pucaranra de apenas 3 millones de metros cúbicos generaría un aluvión de características tan catastróficas que no solo afectaría la ciudad de Huaraz, sino que llegaría hasta la cuenca del río Santa (INAIGEM, 2018, p. 78).

2.2. Riesgos de cambio climático

2.2.1. Deglaciación y deslizamientos

En febrero de 2021, la investigación realizada por Stuart-Smith y otros autores puso de relieve la inminencia de una posible inundación en Huaraz por el desbordamiento del lago glaciar Palcacocha, alerta frecuentemente realizada en años previos. En este estudio, en el que se utilizaron observaciones y modelos numéricos para evaluar la contribución antropogénica al retroceso del glaciar Palcaraju y el peligro de inundación por el desbordamiento del lago, los científicos encontraron que la magnitud del calentamiento inducido por el hombre era igual a entre 85 y 105 % (intervalo de confianza del 5 al 95 %) del calentamiento de 1 °C observado desde 1880 en esta región (Stuart-Smith et al., 2021). Su conclusión central fue que «el retroceso general del nevado Palcaraju es totalmente atribuible a la tendencia de temperatura observada, y que el cambio resultante en la geometría del lago y el valle ha aumentado sustancialmente el riesgo de inundaciones repentinas» (Stuart-Smith et al., 2021, párr. 1).

Es importante resaltar que no es la primera vez que la ciudad de Huaraz se ha visto afectada por la deglaciación del nevado Palcaraju. El 13 de diciembre de 1941, parte del glaciar cayó sobre la laguna Palcacocha, ocasionando el rompimiento del dique natural que la contenía. En tal ocasión, la laguna que en ese entonces tenía 8 millones de metros cúbicos y ahora 17 millones de metros cúbicos, se cobró la vida de 1800 personas (Durand, 2021, párr. 3). Tal y como lo ha revelado el estudio antes mencionado, el retroceso glaciar no solo obedeció a la variabilidad natural, sino al impacto temprano de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero.

2.2.2. Estrés hídrico

En teoría, el Perú es rico en agua dulce, pues «concentra el 71 % de los glaciares tropicales del mundo» (Ministerio del Ambiente, 2014, p. 20). Sin embargo, debido al acelerado retroceso de los glaciares, «se estima que para el 2030 la disponibilidad hídrica en la vertiente del Pacífico disminuya en un 6 %» (Ministerio del Ambiente, 2014, p. 20). Ello supone un importante desafío⁷ para los sistemas de riego, consumo humano⁸ y generación de energía eléctrica⁹.

Al respecto, se estima que «el aporte hídrico de las cuencas que albergan glaciares se incrementará para luego mermar y descender cuando estas masas de hielo hayan desaparecido o reducido significativamente»¹⁰ (Ministerio del Ambiente, 2014, p. 104). Esto a su vez dará lugar al desplazamiento de los cinturones altitudinales (cultivos y tierras de pastoreo) y, por consiguiente, cambios dramáticos en la economía y la seguridad alimentaria de los pequeños productores de la zona y para la biota (Carrasco et al., 2011, pp. 7-9).

7 Puntualmente, «el retroceso de los glaciares [de la Cordillera Blanca] podría influir en una disminución de caudal en el río Santa de un 30 % [...] afectando la irrigación en la costa norte y central (Chavimochic y Chinecas), y la generación de energía del Cañón del Pato» (Ministerio del Ambiente, 2014, p. 106).

8 Vale precisar que no solo las comunidades altoandinas sufrirán las posibles consecuencias de escasez de agua, sino también Lima, que depende de las reservas de hielo, tiene el más alto número de población a nivel nacional y se encuentra en un desierto.

9 Actualmente, «más del 60 % de la energía eléctrica que se genera en el país por centrales hidroeléctricas, se produce gracias a las aguas provenientes de las áreas protegidas de montaña como el Parque Nacional Huascarán, la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochis y la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca» (Ministerio del Ambiente, 2014, p. 170).

10 En un año normal, el agua de deshielo glaciar representa aproximadamente el 67 % del suministro de agua en Huaraz. Y, en un año de sequía, la contribución mensual media máxima llega aproximadamente al 91 % en esta provincia (Schoolmeester y Verbist, 2018, p. 9).

2.3. Factores adicionales de vulnerabilidad

A los factores de vulnerabilidad (físicos) precedentemente descritos se suman otros de carácter humano que agravan la vulnerabilidad de la población de Huaraz. Estos estriban, principalmente, en la deficiente gestión de los Gobiernos regionales y locales para implementar medidas de prevención¹¹, posibles situaciones de corrupción en el INAIGEM¹², así como el crecimiento explosivo de construcciones sin una adecuada planificación territorial en zonas donde indubitablemente transcurriría el tránsito de un aluvión (Muñoz, 2020, párr. 3).

A esto se suma además que «en la actualidad, existe limitada investigación sobre el futuro de los glaciares en el país. Ello, en gran parte, debido a la carencia de data y mediciones a grandes altitudes» (Schauwecker et al., 2017, p. 4).

3. POSIBLES ACCIONES POR REALIZAR

A nivel mundial, la Cordillera Blanca tiene el mayor récord de catástrofes de origen glaciar. Desde 1702, treinta y dos eventos han causado la destrucción de pueblos y tierras de cultivo. La laguna Palcacocha es una de las veintiún lagunas de la Cordillera Blanca en peligro de ocasionar un significativo siniestro para la población de Huaraz (INAIGEM, 2018, p. 333). En los últimos años se han emprendido acciones de monitoreo y de alerta temprana¹³ (Andina, 2021) para poner en resguardo a sus habitantes. Sin embargo,

11 En este sentido, el propio INAIGEM (2019) ha reconocido que «el avance a nivel local y regional sigue siendo limitado, lo cual quiere decir que las políticas nacionales no incorporan adecuadamente las prioridades locales y no se cuentan [*sic*] con planes adecuados para financiar y aplicar iniciativas de adaptación a nivel local. Esto afecta a los ecosistemas de montaña, donde los impactos del cambio climático suelen ser de carácter local e impredecible, por lo cual se requieren respuestas flexibles que reflejen las cambiantes necesidades locales» (p. 38).

12 Con relación a este punto, véase la investigación realizada en LaMula.pe (2017).

13 Este sistema funciona las veinticuatro horas y permite observar en tiempo real la dinámica de la laguna.

aún existe espacio para que se continúen tomando acciones a nivel nacional, regional y local en pro de la protección de la población local. A continuación, se desarrollan algunas de estas, y en el anexo del presente documento se exponen los posibles medios de evaluación de dichas acciones y sus beneficios.

3.1. Construcción de políticas de protección de los glaciares y ecosistemas de montaña (medida de mitigación)

La inminente crisis por el agua que enfrentará Perú en los próximos años amerita que a la brevedad se apruebe una Política Nacional para la protección de los glaciares y los ecosistemas de montaña. Esta debería tener como ejes:

1. La gestión y la protección de las cordilleras nacionales y los ecosistemas de montañas que la integran.
2. La conservación y el aprovechamiento de los recursos hídricos provenientes de la deglaciación.
3. La promoción de la inversión verde¹⁴.
4. El mayor desarrollo de actividades de investigación especializada sobre el estado de los glaciares y los efectos del cambio climático en este¹⁵.
5. El aseguramiento del funcionamiento de un sistema de gobernanza inter-institucional e intersectorial dentro y entre gobiernos (a nivel nacional, regional y local) enfocado en la sostenibilidad de un sistema de protección de los glaciares.

Vale decir que desde el 2016, que entró en funcionamiento el INAIGEM, se encuentra pendiente el diseño y la aprobación de la Política Nacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña. De acuerdo con información de este organismo, para diciembre de 2021, se previó la realización de la consulta pública de dicha política y, con posterioridad, su ruta de aprobación dentro

14 Incluyendo pautas aplicables a las unidades mineras en producción y exploración en Áncash.

15 Por ejemplo, los realizados a través de vehículos aéreos sin tripulación (UAV o drones) (Narro, 2021, párr. 10).

del Poder Ejecutivo¹⁶ (INAIGEM, 2021b, párr. 6). Sin embargo, los graves cambios que el cambio climático viene causando en el retroceso de los glaciares y la inminencia de peligros para la población por sus efectos (como es el caso de los habitantes de Huaraz), ameritan la aceleración de dicho proceso. Además de que se tengan en cuenta los objetivos del párrafo previo¹⁷. Con mayor razón si únicamente se encuentra vigente una Política Nacional de Ambiente del año 2009¹⁸, la cual no se enfoca en las particularidades y las urgencias que demandan el retroceso de los glaciares y sus consecuencias a corto, mediano y largo plazo.

Es necesario recalcar que la responsabilidad por la aprobación de este tipo de política no solo recae en el Poder Ejecutivo, sino que también puede ser acogida por el Congreso de la República, de forma similar a la iniciativa legislativa llevada adelante en Argentina el 2010, oportunidad en la que dicho país aprobó la Ley 26.639, Régimen de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial. Como aspectos para tener en cuenta sobre dicha ley se encuentran:

1. La creación del Inventario Nacional de Glaciares y su actualización periódica cada cinco años¹⁹.
2. El establecimiento de determinadas actividades prohibidas en los glaciares.

16 No existe un plazo específico que determine en cuánto tiempo debe aprobarse este tipo de normativa, su aprobación depende de su concordancia con la línea de gobierno y las prioridades del Ministerio del Ambiente.

17 Actualmente, los objetivos prioritarios son (i) «Asegurar la contribución de los ecosistemas de montaña para la provisión de agua»; (ii) «Asegurar la contribución de los ecosistemas de montaña para la seguridad de las personas»; (iii) «Asegurar la contribución de los ecosistemas de montaña para la mitigación al cambio climático»; y (iv) «Fortalecer las cadenas de valor sostenibles basadas en la biodiversidad de las montañas» (INAIGEM, 2021a).

18 En proceso de actualización conforme Resolución Ministerial n.º 062-2020-MINAM.

19 La aplicación de una propuesta similar para el caso de la Cordillera Blanca podría ser factible si se tiene en cuenta que en Áncash se ubica una de las mayores minas de cobre del Perú (Antamina).

3. La necesidad de evaluaciones de impacto ambiental para las actividades que se realicen en estos y en las zonas periglaciares.

3.2. Creación de una entidad a cargo de ejecutar obras de prevención en las lagunas glaciares (medida de mitigación)

Debido a la latencia del riesgo de desbordamiento de las lagunas glaciares, las comunidades altoandinas constantemente demandan a los gobiernos locales que ejecuten planes de prevención y contención. Sin embargo, estos no responden con rapidez y eficiencia a dicho llamado, ya que el pedido excede a sus recursos y su capacitación técnica.

Hasta el año 2000, el Gobierno Nacional tenía un programa especial de Glaciología y Seguridad de Lagunas dependiente del subsector de Energía del Ministerio de Energía y Minas a cargo de la prevención de riesgos de origen glaciar, vaciamiento de lagunas peligrosas y construcción de diques de seguridad. Sin embargo, este programa ya no se encuentra en funcionamiento (INAIGEM, 2018, p. 333). A la fecha, el Instituto Nacional de Defensa Civil actúa como Secretaría Técnica del Fondo para Intervenciones ante la Ocurrencia de Desastres Naturales²⁰ y es responsable del Sistema Nacional de Alerta Temprana²¹, empero, no tiene a su cargo ejecutar proyectos para la mitigación de los riesgos inherentes a la deglaciación.

Por esta razón, resulta indispensable que existan o se atribuyan facultades a una entidad existente que atienda la ejecución de este tipo de actividades, y no se limite solo a brindar asesoría técnica a los gobiernos regionales o locales. Esta institución además debería tener a su cargo llevar adelante planes

20 El Fondo para Intervenciones ante la Ocurrencia de Desastres Naturales (FONDES) «es el órgano encargado de la priorización de los proyectos de inversión para la mitigación, capacidad de respuesta, rehabilitación y reconstrucción, ante la ocurrencia de fenómenos naturales y antrópicos» (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2021, párr. 1).

21 Sistema que tiene por objeto «generar y difundir información de alerta oportuna, con el fin de permitir que las personas, comunidades y organizaciones expuestas a un peligro se preparen y actúen de forma apropiada y anticipada» (INDECI, 2020, p. 144).

de reubicación de la población que actualmente vive en zonas donde indefectiblemente discurriría un aluvión, prestar asistencia a los gobiernos locales para implementar sistemas de alerta temprana y rutas de evacuación, así como desarrollar actividades de reforestación en las cabeceras de cuenca principalmente, con el fin de atenuar las concentraciones de *greenhouse gas* (GHG) y servir de barrera de contención ante probables deslizamientos.

3.3. Creación de un sistema de reservorios de agua (medida de adaptación)

A fin de hacer frente a la problemática de una menor disponibilidad de agua dulce y el aumento de su demanda en el futuro, es indispensable que la entidad descrita en el punto anterior, junto con los gobiernos locales y regionales, lleve adelante la planificación y la construcción de reservorios artificiales de agua, los que podrían abastecerse con los recursos hídricos de las lagunas glaciares existentes (priorizándose aquellas en situación de peligro por su volumen).

Asimismo, dado que en un futuro probable de mayor escasez de agua en la estación seca y mayores peligros en la estación lluviosa, la presión para encontrar mejores medios para lidiar con demasiada agua y muy poca agua aumentará dramáticamente (Kaltenborn et al., 2010, p. 40), este sistema debe complementarse con medios de captación de las aguas de lluvia y con plantas de tratamiento de desalinización del agua de mar.

Vale decir que la puesta en marcha de los proyectos de este sistema no puede realizarse solo desde el gobierno, sino que se requiere la cooperación internacional de organizaciones y empresas especializadas (como la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación²², el Centro Internacional para el Desarrollo Integrado de las Montañas²³, la Fundación Konrad-Adenauer.

22 Esta organización ha colaborado con las autoridades nacionales y locales en el monitoreo hídrico de Huaraz (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, 2021).

23 Si bien este centro internacional brinda asistencia a países de la cadena de montañas del Himalaya, el intercambio de experiencias ante una misma problemática puede ser beneficioso.

Programa Regional de Seguridad Energética y Cambio Climático en América Latina²⁴, la Alianza para las Montañas²⁵, entre otros), así como la participación de las personas de la comunidad y otras instituciones informales para su éxito.

4. CONCLUSIONES

Desde fines de la década de 1970, el proceso de reducción de la superficie de los glaciares en la Cordillera Blanca se ha incrementado debido al cambio climático antropogénico. A la fecha, esto no solo es una fuente de peligro para las personas que viven al pie de los lagos glaciares (como es el caso de la laguna Palcacocha en Huaraz), sino también una fuente de preocupación para las personas que dependen de dichas reservas de agua (principalmente Lima, ya que es un desierto y tiene una gran población²⁶). Ante esto, las medidas de mitigación y adaptación que podrían tomarse para remediar la situación incluyen:

1. El establecimiento de una política nacional de protección de glaciares y ecosistemas montañosos. Esta política debe regular el tipo de actividades que se pueden realizar sobre los glaciares (penalizando las que contaminan o aumentan el riesgo de disponibilidad de reservas de agua) y promover medidas de reducción de GHG (especialmente en Lima, donde la flota de vehículos que emiten gases contaminantes es alta²⁷).

24 Actualmente, esta organización colabora con el Gobierno de Perú en el diseño de la Política Nacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña.

25 La Alianza para las Montañas es una alianza voluntaria de socios de las Naciones Unidas dedicada a mejorar la vida de los pueblos de las montañas y proteger el medio ambiente de las montañas en todo el mundo (Mountain Partnership, 2021, párr. 1).

26 Lima, al 30 de junio de 2020, contaba con una población proyectada total de 10 628 470 habitantes, equivalente al 32.58 % del total nacional (32 625 948) (INEI, 2020, p. 39).

27 «La contaminación del aire es generada en un 70 % por el parque automotor, según un estudio realizado por el Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio» (RPP, 2021, párr. 1).

2. La creación de una agencia o la atribución de competencias y recursos a una entidad existente para supervisar la realización de actividades de prevención en las lagunas más peligrosas. Esta entidad también debe incluir entre sus funciones la creación de mapas de riesgo, para planificar la reubicación de la población en riesgo.
3. La implementación de un sistema integrado de recursos hídricos para asegurar la gestión sostenible de los recursos hídricos en la región andina.

Finalmente, el desarrollo detallado de las innumerables medidas de mitigación y adaptación que se pueden implementar para proteger a las personas que pueden verse directamente afectadas por el desborde de los lagos glaciares, así como a las que se verían afectadas por la crisis del agua, excede el alcance de este documento. Esto se debe a que su propósito es resaltar la necesidad de una acción inmediata basada en el análisis del problema de un caso específico. Sin embargo, las medidas adicionales que se pueden considerar comprenden: fortalecer la investigación y la recolección de datos sobre el estado de los glaciares, así como incrementar la coordinación con otros países de la región con el mismo problema (como Chile, Ecuador y Argentina).

ANEXO 1. ACTIVIDADES DE LAS POLÍTICAS SUGERIDAS Y MEDIOS DE EVALUACIÓN

Medida	Tipo	Entidad a cargo de diseñar la política	Entidad a cargo de ejecutar la política	Objetivos de la política	Posibles medios de evaluación de las actividades de la política	Beneficios de la intervención	Posibles efectos no deseados
Diseño y aprobación de una Política Nacional de Protección de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña	Mitigación	Poder Ejecutivo	INAIGEM Ministerio del Ambiente Gobiernos regionales Gobiernos locales	Gestión y protección de las cordilleras nacionales y los ecosistemas de montañas que la integran.	Elaboración y actualización de mapas de riesgo de los glaciares y las lagunas glaciares.	Permitirá la implementación de acciones de prevención en beneficio de la posible población en peligro.	Las políticas de alto nivel suelen tener un impacto importante para las condiciones locales, pero a menudo no están en contacto con las preocupaciones y las realidades locales, por lo que su elaboración debe realizarse de la mano de los gobiernos locales y las comunidades.
				Conservación y aprovechamiento de los recursos hídricos provenientes de la deglaciación.	Construcción y puesta en funcionamiento de reservas hídricas a nivel nacional.	Propiciará que se inicie la preparación para el eventual escenario de crisis por el agua.	
				Promoción de la inversión verde en cuencas de glaciares.	Registro de proyectos de inversión verde desagregados por provincia.	Permitirá que se realice seguimiento a los proyectos de inversión verde en los glaciares.	

	<p>Coadyuvará a la comunicación entre los centros de monitoreo por provincia para la toma de decisiones oportuna.</p>	<p>Generación de una red nacional de monitoreo del estado de los glaciares y seguimiento de escenarios climáticos adversos para estos.</p>	<p>Desarrollo de actividades de investigación especializada sobre el estado de los glaciares y los efectos del cambio climático sobre estos.</p>
<p>Favorecerá la mejor coordinación entre los distintos niveles de gobierno para la toma de decisiones.</p>	<p>Creación de una plataforma institucional de coordinación.</p>	<p>Aseguramiento del funcionamiento de un sistema de gobernanza interinstitucional e intersectorial dentro y entre gobiernos.</p>	<p>Creación del Inventario Nacional de Glaciares.</p>
<p>Posibilitará que puedan desarrollarse indicadores sobre la efectividad de las actividades de mitigación.</p>	<p>Actualización periódica del inventario.</p>	<p>Establecimiento de determinadas actividades prohibidas en los glaciares.</p>	
<p>Limitará el impacto de actividades perjudiciales para los glaciares y los ecosistemas de montaña.</p>	<p>Elaboración de una propuesta de actividades de impacto climático que tienen efecto en el retroceso de los glaciares.</p>		

Creación de un sistema de reservorios de agua dulce	Adaptación	Poder Ejecutivo	Entidad especializada con el apoyo de la cooperación internacional	Evaluaciones de impacto ambiental para las actividades que se realicen en estos y en las zonas periglaciares.	Conformación de un equipo técnico a cargo de las evaluaciones.	Limitará el impacto de las actividades que pudieran afectar los glaciares y los ecosistemas de montaña.	
			Planificación y construcción de infraestructuras para el abastecimiento de agua (reservorios para almacenamiento y sistemas de colección del agua de lluvia).	Implementación de un sistema descentralizado de energía hidroeléctrica a nivel provincial.	Número de proyectos hidroeléctricos que aprovechen los recursos hídricos de los glaciares.	Permitirá la disponibilidad y el uso sostenible de las reservas de agua provenientes de los glaciares y aguas de lluvia.	El nivel de inversión en este tipo de infraestructuras es elevado, por lo que será necesario el compromiso del gobierno en su puesta en funcionamiento. Especialmente, en territorios que no reciben ingresos por la explotación minera para el desarrollo de proyectos de inversión.
						Favorecerá en gran medida a la población que habita en la zona altoandina al ser la que más carece de conexión eléctrica.	

REFERENCIAS

- Adger, W., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M. y Eriksen, S. (2004). New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity. *Tyndall Centre for Climate Change Research*. https://www.researchgate.net/publication/257343107_New_Indicators_of_Vulnerability_and_Adaptive_Capacity
- Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) (2021, 3 de enero). Estudiar el retroceso de los glaciares a fin de hacerle frente. <https://www.eda.admin.ch/deza/es/home/temas-cosude/cambio-climatico/energia.html/content/dezaprojects/SDC/es/2011/7F07833/phase1#>
- Andina (2019, 6 de febrero). Urge ejecutar acciones para evitar desborde de laguna Palcacocha. <https://andina.pe/agencia/noticia-urge-ejecutar-acciones-para-evitar-desborde-laguna-palcacocha-741672.aspx>
- Andina (2020, 11 de agosto). ¡Grave advertencia! Cambio climático incrementa riesgo de aluviones en lagunas glaciares. <https://andina.pe/agencia/noticia-grave-advertencia-cambio-climatico-incrementa-riesgo-aluviones-lagunas-glaciares-809518.aspx>
- Andina (2021, 23 de enero). Conoce cómo se realiza el monitoreo de la laguna Palcacocha en Huaraz. <https://andina.pe/agencia/noticia-conoce-como-se-realiza-monitoreo-de-laguna-palcacocha-huaraz-831008.aspx>
- Autoridad Nacional del Agua (2020, 4 de julio). Perú perdió el 51 % de sus glaciares debido al cambio climático [Nota de prensa]. <https://www.ana.gob.pe/noticia/peru-perdio-el-51-de-sus-glaciares-debido-al-cambio-climatico>
- Carrasco, J., Casassa, G., Pizarro, R. y Saravia, M. (2011). Impactos del Cambio Climático, Adaptación y Desarrollo en las Regiones Montañosas de América Latina. http://www.fao.org/fileadmin/templates/mountain_partnership/doc/Background_paper.pdf

- Collins, D. (2018, 29 de junio). Climate change has turned Peru's glacial lake into a deadly flood timebomb. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2018/jun/29/climate-change-has-turned-peru-glacial-lake-into-a-deadly-flood-timebomb>
- Congreso de la Nación de Argentina (2010). *Ley 26.639. Régimen de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial*. Buenos Aires: 28 de octubre de 2010. <https://www.argentina.gov.ar/normativa/nacional/ley-26639-174117>
- El Universo (2016, 16 de agosto). *Derretimiento de glaciares conlleva riesgo de inundaciones*. <https://www.eluniverso.com/vida-estilo/2016/08/16/nota/5745903/derretimiento-glaciares-conlleva-riesgo-inundaciones/>
- Europa Press (2021, 5 de febrero). *Una ciudad de Perú, bajo la amenaza explícita del calentamiento global*. <https://www.europapress.es/ciencial/cambio-climatico/noticia-ciudad-peru-amenaza-explicita-calentamiento-global-20210205124100.html>
- Durand, F. (2021, 18 de enero). Cuando la laguna Palcacocha arrasó la ciudad de Huaraz. *Info región Agencia de Prensa Ambiental*. <https://www.inforegion.pe/281396/cuando-la-laguna-palcacocha-arraso-la-ciudad-de-huaraz/>
- García, F. (2019, 12 de julio). Sobre riesgo en laguna Palcacocha: «De ocurrir un aluvión hay 45 mil personas expuestas a la muerte». *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/peru/ancash/riesgo-laguna-palcacocha-ocurrir-aluvion-hay-45-mil-personas-expuestas-muerte-noticia-655024-noticia/>
- Gobierno Regional de Áncash (2021, 25 de febrero). Sistema de alerta temprana en Palcacocha está culminado al 100% y pronto será entregada a la mancomunidad municipal «Warac». <https://regionancash.gob.pe/noticias.php?id=518>
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) (2020). *Memoria Anual 2019*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1698893/MEMORIA%202019-24-06-2020.pdf.pdf>

- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) (2021). ¿Qué es el FONDES? <https://portal.indeci.gob.pe/fondes/que-es-el-fondes/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2009). *Perú: estimaciones y proyecciones de población por sexo, según departamento, provincia y distrito, 2000-2015. Boletín Especial n.º 18.* <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/est/lib0842/libro.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2020). *Perú: estimaciones y proyecciones de población por departamento, provincia y distrito, 2018-2020. Boletín Especial n.º 26.* https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf
- Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) (2018). *Inventario Nacional de Glaciares. Las cordilleras glaciares del Perú.* Repositorio Digital de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2623>
- Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) (2019). *Informe de la Situación de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña en el Perú.* Repositorio Digital de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4601>
- Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) (2021a). *Objetivos, lineamientos y servicios claves.* <https://inaigem.gob.pe/web2/politicas-objetivos/>
- Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) (2021b). *Política Nacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña. Marco general.* <https://inaigem.gob.pe/web2/politicas/>
- Kaltenborn, B. P., Nellesmann, C. y Vistnes, I. I. (eds). (2010). *High mountain glaciers and climate change: challenges to human livelihoods and adaptation.* United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. <https://www.unep.org/resources/report/high-mountain-glaciers-and-climate-change-challenges-human-livelihoods-and>

- La República (2018). *La extinción de los glaciares del Perú (infografía)*. Repositorio Digital de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2662>
- LaMula.pe (2017, 31 de marzo). *Denuncian corrupción en el INAIGEM 2*. <https://fiscalizador.lamula.pe/2017/03/31/denuncian-corrupcion-en-el-inaigem-2/anacleto/>
- Ministerio del Ambiente (2014). *Perú: país de montaña: los desafíos frente al cambio climático*. Walter H. Wust Ediciones. <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/86>
- Ministerio del Ambiente (2015). *Perú: un país vulnerable*. <https://www.minam.gob.pe/vocesporclima/wp-content/uploads/sites/111/2015/12/Qu%C3%A9-se-hace-en-Per%C3%BA-unido.compressed.pdf>
- Mountain Partnership (2021). *About [Acerca de]*. <http://www.fao.org/mountain-partnership/about/es/>
- Muñoz, R. (2020, 28 de mayo). 50 años tras el terremoto de Áncash: ¿qué aprendió Perú? *Deutsche Welle América Latina*. <https://p.dw.com/p/3cuEX>
- Narro, R. (2021, 10 de junio). Scientists are using drones to lower the risk of glacial lake outburst flood. *World Economic Forum*. <https://www.weforum.org/agenda/2021/06/climate-change-glaciers-damms-lake-outburst-environment/>
- Portocarrero, C. (2009). Deglaciación de la Cordillera Blanca-Perú y su relación con el efecto invernadero. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, 2(5), 1-10. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3037540>
- RPP (2021, 8 de febrero). *Parque automotor genera el 70 % de la contaminación del aire en el Perú*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/parque-automotor-genera-el-70-de-la-contaminacion-del-aire-en-el-peru-noticia-1319221>
- Schauwecker, S., Kronenberg, M. y Cruz, R. (2017). *El futuro del clima y de los glaciares en el Perú*. CARE Perú. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4137>

- Schoolmeester, T. y Verbist, K. (eds.). (2018). *Atlas de glaciares y aguas andinos. El impacto del retroceso de los glaciares sobre los recursos hídricos*. UNESCO; GRID-Arendal. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266209>
- Sierra, Y. (2019, 26 de marzo). Perú: falta de prevención en Laguna Palcacocha podría ocasionar desastre en Huaraz. *Mongabay*. <https://es.mongabay.com/2019/03/peru-demoras-en-obras-de-prevencion-en-laguna-palcacocha-amenazan-huaraz/>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (2018, 26 de marzo). Advierten que más de 10 lagunas podrían desbordarse en la Cordillera Blanca. *SPDA Actualidad Ambiental*. <https://www.actualidadambiental.pe/advierten-que-mas-de-10-lagunas-podrian-desbordarse-en-la-cordillera-blanca/>
- Stuart-Smith, R. F., Roe, G. H., Li, S. y Allen, M. R. (2021). Increased outburst flood hazard from Lake Palcacocha due to human-induced glacier retreat. *Nature Geoscience*, (14), 85-90. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00686-4>
- Swissinfo.ch (2021, 4 de febrero). *El cambio climático antropogénico derrite el glaciar peruano de Palcaraju*. https://www.swissinfo.ch/spa/crisis-clim%C3%A1tica_el-cambio-clim%C3%A1tico-antropog%C3%A9nico-derrite-el-glaciar-peruano-de-palcaraju/46345906
- Taj, M. (2014, 11 de diciembre). Derretimiento de glaciares Perú, una amenaza mortal en medio de incremento de temperaturas. *Reuters*. <https://www.reuters.com/article/latinoamerica-clima-cumbre-glaciares-idLTAKBN0JP2LW20141211>
- Urbina, L. (2017, 3 de junio). Áncash: avalanchas causan daños en tuberías de la laguna Palcacocha. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/peru/ancash-avalanchas-causan-danos-tuberias-laguna-palcacocha-428455-noticia/>