

ESTUDIO

ESTADO DEL ARTE SOBRE RIESGOS E IMPACTOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



INAIGEM

INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y
ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

ESTADO DEL ARTE SOBRE RIESGOS E IMPACTOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Autor

Maritza Jesús Mayo D'Arrigo

Coautor

Mirtha Camacho Hernández

Subdirectora de Riesgos Asociados al Cambio Climático en Ecosistemas de Montaña

Editorial

© Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM)

Sede central: Av. Centenario 2656 - Sector Palmira, Independencia, Huaraz - Áncash - Perú

Teléfono: (043) 64 3460

Correo electrónico: diem@inaigem.gob.pe

Revisión de estilo

Jorge Quispe

Diseño y diagramación

Kipu Visual

1ra edición

Noviembre 2025

Depósito legal del libro N° 2026-00209

INAIGEM (2025). Estado del arte sobre riesgos e impactos asociados al cambio climático en ecosistemas de montaña. Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montaña – Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM).

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	4
INTRODUCCIÓN	5
1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	6
1.1. Objetivo general	6
1.2. Objetivos específicos	6
2. METODOLOGÍA	6
2.1. Criterios de búsqueda de información	7
2.2. Criterios normativos	7
2.3. Algunos aspectos conceptuales considerados	7
2.4. Tipos de ecosistemas de montaña para ser incorporados a la sistematización	10
3. RESULTADOS	14
3.1. Nivel de avance de la investigación sobre los riesgos e impactos asociados al cambio climático en los ecosistemas de montaña del Perú	14
3.2. Tendencias y brechas de la investigación en torno a los riesgos e impactos del cambio climático en los ecosistemas de montaña	15
3.3. Identificación de temas relacionados a la gestión de riesgos del cambio climático y su impacto en ecosistemas de montaña en instrumentos de gestión	22
4. CONCLUSIONES	41
5. RECOMENDACIONES	42
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	43
ANEXOS	44

RESUMEN EJECUTIVO

La revisión de los avances, tendencias y brechas de conocimiento en estudios sobre los riesgos e impactos del cambio climático en los ecosistemas de montaña del Perú se realizó a partir de: (i) la evaluación del progreso de la investigación en este campo, así como de las agendas de investigación regionales, nacionales y sectoriales; y (ii) la identificación de tendencias, vacíos y desafíos en torno a estos estudios.

Para realizar esta primera revisión se aplicaron criterios de búsqueda centrados en los riesgos e impactos del cambio climático en los diversos ecosistemas de montaña del Perú, tomando en cuenta la variedad de clasificaciones utilizadas por los autores de las publicaciones. Asimismo, se consideraron criterios normativos para afinar la búsqueda con base en las funciones establecidas por la legislación peruana.

Del análisis de 53 publicaciones revisadas, se identificaron los principales temas abordados: (i) calentamiento de la superficie terrestre, (ii) conflictos sociales, (iii) disminución de la superficie glaciar, (iv) estrés hídrico, (v) incendios forestales, (vi) pérdida acelerada de biodiversidad y degradación de ecosistemas, (vii) movimientos de masas, (viii) incremento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y (ix) multirriesgo, entendido este último como la gestión de múltiples tipos de riesgos que pueden surgir o intensificarse como consecuencia del cambio climático.

Las principales conclusiones son:

- En los documentos de gestión revisados, tanto del sector ambiente como de otros sectores, el tema de los ecosistemas de montaña aparece mencionado, pero sin una articulación clara con el cambio climático ni una ubicación precisa dentro de los contenidos.
- En los planes de desarrollo regional, los ecosistemas de montaña son abordados de manera meramente descriptiva, sin que se proponga una agenda de investigación específica, sino en escasas excepciones. Esta misma tendencia se observa en las estrategias regionales de cambio climático (revisadas hasta la fecha de elaboración de este estudio), que carecen de objetivos estratégicos claros para afrontar los efectos del cambio climático y, por ende, no identifican líneas de investigación que puedan actuar como catalizadoras para una gestión efectiva de esta crisis global.
- Entre las publicaciones revisadas, se observa una clara concentración en estudios sobre la disminución de la superficie glaciar (26 estudios), la mayoría de ellos focalizados en el departamento de Áncash. En segundo lugar, se encuentran los estudios sobre estrés hídrico (7).
- Otros riesgos climáticos presentan una cobertura muy limitada. Por ejemplo, en el caso de los incendios forestales —un problema crítico durante el año 2024-- solo se identificaron dos publicaciones.

Esta desarticulación en la producción de conocimiento científico refleja la ausencia de una orientación estratégica que integre la investigación con la gestión frente al cambio climático. Por ello, se plantea la necesidad de establecer mesas de investigación multiactor y multinivel, tanto a nivel sectorial y multisectorial, como territorial, que contribuyan a construir una agenda común de investigación con objetivos claros y alineados con las necesidades de gestión climática en los ecosistemas de montaña.

INTRODUCCIÓN

El planeta atraviesa una crisis climática sin precedentes. El Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), advierte sobre los profundos y acelerados cambios que ya se están produciendo en el sistema climático debido al calentamiento global. Entre los impactos más destacados se encuentran la acelerada reducción de los glaciares y la intensificación de fenómenos meteorológicos extremos como sequías e inundaciones. El Perú, por su geografía y vulnerabilidad estructural, es uno de los países más afectados.

El territorio peruano alberga 18 cordilleras con cobertura glaciar. Sin embargo, más allá de estos glaciares, existen otros ecosistemas situados por encima de los 2.500 m s.n.m. que también son altamente sensibles al cambio climático, debido a su estrecha dependencia de las variaciones de temperatura, precipitación y otros factores ambientales. Esta situación representa una amenaza no solo para la biodiversidad de estos entornos, sino también para las poblaciones humanas que dependen de los servicios ecosistémicos que proveen.

Frente a este escenario, surgen preguntas claves como: ¿Qué hacer ante esta situación? ¿Por dónde empezar?. Sin duda, la ciencia tiene un rol fundamental en brindar respuestas y generar evidencia que permita tomar decisiones informadas. En ese contexto, el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (Inaigem), plantea la necesidad urgente de desarrollar una primera aproximación de lo que sería una revisión sistemática, para integrar un estudio del estado del arte sobre estudios de riesgos e impactos asociados al cambio climático en ecosistemas de montaña, revisión que puede servir de insumo para, diseñar una agenda de investigación orientada a fortalecer la gestión frente al cambio climático y que guíe las acciones de adaptación y mitigación en los ecosistemas de montaña del Perú.

1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1. Objetivo general

Realizar una revisión documental que permita identificar los avances, tendencias y brechas de conocimiento en los estudios y/o investigaciones sobre los riesgos e impactos del cambio climático en los ecosistemas de montaña del Perú.

1.2. Objetivos específicos

1. Conocer el nivel de avance de la investigación sobre los riesgos e impactos asociados al cambio climático en los ecosistemas de montaña del Perú.
2. Identificar las principales tendencias, brechas y desafíos en la investigación vinculada a los riesgos e impactos del cambio climático en los ecosistemas de montaña.
3. Examinar la incorporación de temas relacionados con la gestión de riesgos y cambio climático en ecosistemas de montaña dentro de las agendas de investigación nacionales en planes de desarrollo regional concertado, y otros instrumentos de gestión.

2. METODOLOGÍA

La ruta metodológica se fundamenta principalmente en la revisión documental de información relacionada con los riesgos climáticos en los ecosistemas de montaña ubicados por encima de los 2.500 m s. n. m.

El objetivo es realizar una búsqueda sistemática y síntesis de resultados, que permita en una fase posterior, contrastar cómo está siendo utilizada la información científica, técnica y documental disponible, en la formulación de políticas públicas, programas y proyectos.

Este proceso incluyó, además de la revisión de literatura especializada, la consulta a actores claves mediante entrevistas, así como el análisis de diversos instrumentos de gestión, tales como, los planes de desarrollo regional concertado y las estrategias regionales de cambio climático que hasta la fecha del estudio estaban disponibles.

Como resultado, se ha obtenido un balance temático de las investigaciones o estudios existentes, lo cual permite identificar tendencias, pero también evidenciar vacíos de información. Estos vacíos representan oportunidades para el desarrollo de nuevas líneas de investigación. En la medida de lo posible, el análisis considera las especificidades de los distintos tipos de ecosistemas de montaña presentes en el territorio nacional.

2.1. Criterios de búsqueda de información

Los criterios de búsqueda se basan en los riesgos e impactos que se generan a partir del cambio climático en los diferentes tipos de ecosistemas de montañas. Se destaca que los autores de la documentación revisada no manejan una sola clasificación.

2.2. Criterios normativos

A la metodología y los criterios de búsqueda de información inicialmente propuestos se incorporaron criterios normativos con el fin de orientar mejor la revisión y cumplir los objetivos del estudio, dada la gran cantidad de datos y estudios disponibles en los motores de búsqueda y consulta. La información identificada proviene de dos tipos principales de organizaciones: públicas y privadas.

En el contexto peruano, las organizaciones públicas solo pueden actuar en el marco de las facultades que la ley les otorga, mientras que las organizaciones privadas pueden actuar libremente en todo aquello que la ley no prohíba expresamente. Esta diferencia obliga a las entidades públicas a vincular sus actividades a las normas legales vigentes, así como a orientar sus acciones hacia el cumplimiento de las políticas, planes y estrategias nacionales y sectoriales.

Por ello, antes de iniciar la búsqueda de información sobre los riesgos e impactos del cambio climático en los ecosistemas de montaña del Perú, se revisó la normativa y los documentos de gestión que regulan las funciones del Inaigem en relación con la gestión de riesgos climáticos y sus efectos sobre estos ecosistemas.

2.3. Algunos aspectos conceptuales considerados

2.3.1. Nivel de madurez tecnológica

El objetivo específico uno (1) del estudio plantea la necesidad de conocer el nivel de avance de la investigación sobre los riesgos e impactos asociados al cambio climático en los ecosistemas de montaña del Perú. Estas investigaciones abarcan diversas áreas del conocimiento y una amplia variedad de objetos de estudio. Por ello, se requiere una herramienta que permita asignar niveles de avance de manera genérica y aplicable a distintos enfoques y disciplinas.

Para este propósito, se ha adoptado la herramienta Technology Readiness Levels (TRL) o niveles de madurez tecnológica. Existen diversas versiones de TRL, con variaciones mínimas entre ellas. Esta herramienta describe una secuencia de niveles que marcan la evolución desde la investigación básica hasta el desarrollo de una solución plenamente operativa y transferible. Si bien los términos productos y mercados tienen una connotación empresarial, en el contexto de este estudio pueden interpretarse como soluciones y poblaciones potencialmente beneficiadas, respectivamente.

En este estudio se utiliza la presentación contenida en el documento Guiding Notes to Use the TRL Self-Assessment Tool, elaborado por el proyecto BRIDGE2HE del programa de investigación e innovación Horizon 2020 de la Unión Europea. Este documento, disponible en el siguiente enlace: <https://horizoneuropencportal.eu/repository/7dc8e3bf-8c26-4134-9fca-0c9114fb799d> (ver anexo 1).

Tabla 1. Niveles de madurez tecnológica definidos en la escala TRL

Technology Readiness Levels	Descripción
TRL 1	Principios básicos observados
TRL 2	Concepto de tecnología formulado
TRL 3	Prueba experimental de concepto
TRL 4	Tecnología validada en un laboratorio
TRL 5	Tecnología validada en un entorno relevante (entorno industrialmente relevante en el caso de tecnologías habilitadoras claves)
TRL 6	Tecnología demostrada en un entorno relevante (entorno industrialmente relevante en el caso de tecnologías habilitadoras claves)
TRL 7	Demostración de prototipo de sistema en un entorno operativo
TRL 8	Sistema completo y calificado
TRL 9	Sistema real probado en un entorno operativo (fabricación competitiva en el caso de tecnologías habilitadoras claves o en el espacio)

2.3.2. Mapa conceptual sobre ecosistemas de montaña y cambio climático

El objetivo específico dos (2) plantea la necesidad de identificar las tendencias, brechas y desafíos en la investigación sobre los riesgos e impactos del cambio climático en los ecosistemas de montaña. Para ello, se requiere contar con un esquema conceptual básico que represente la relación entre estos ecosistemas y el cambio climático, a fin de que sirva como referencia para ubicar dichas tendencias e identificar los vacíos de información y los retos principales.

Durante la revisión bibliográfica, no se encontró un modelo explícito que cumpla con estas funciones. No obstante, el capítulo 1 del documento titulado «Consecuencias del cambio climático en los ecosistemas y servicios ecosistémicos de los Andes tropicales¹», proporciona información valiosa que permite identificar los elementos claves de dicha relación.

A partir de esa fuente y con el objetivo de organizar y sistematizar los hallazgos del estudio, se ha elaborado un mapa conceptual que modela la interacción entre los ecosistemas de montaña y el cambio climático, el cual servirá como herramienta base para el análisis de las tendencias investigativas, así como para la identificación de brechas y desafíos pendientes.

1 ««Consecuencias del Cambio Climático en los Ecosistemas y Servicios Ecosistémicos de los Andes Tropicales»». Elizabeth P. Anderson, José A. Marengo, Ricardo Villalba, Stephan R. P. Halloy, Bruce E. Young, Doris Cordero, Fernando Gast, Ena Jaimes y Daniel Ruiz Carrascal, en ««Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales. Editado por: Sebastian K. Herzog, Rodney Martínez, Peter M. Jørgensen, Holm Tiessen. 2012. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), São José dos Campos, y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE), Paris. 426 pp. ISBN: 978-85-99875-06-3)

2.4. Tipos de ecosistemas de montaña para ser incorporados a la sistematización

El objetivo específico uno (1) también exige clasificar las investigaciones según el tipo de ecosistema de montaña al que se refieren. Para ello, se ha adoptado la clasificación de ecosistemas de montaña establecida por el Inaigem, la cual se encuentra desarrollada en el documento «Ecosistemas de montaña: definición y ámbito de aplicación», en el marco del proceso de formulación de la Política Nacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña. Esta clasificación puede consultarse en: <https://politica.inaigem.gob.pe/>

Tabla 2. Tipos de ecosistemas de montaña seleccionados.

Región natural	Mapa nacional de ecosistemas del Perú	Ecosistema de montañas (EM)
Yunga (selva alta)	Bosque basimontano de yunga	Bosque de yunga
	Bosque montano de yunga	
	Bosque altimontano (pluvial) de yunga	
Andina	Pajonal de puna seca	Pastizales
	Pajonal de puna húmeda	
	Jalca	
	Bofedal	Humedales
	Páramo	
	Matorral andino	Matorral
	Bosque relicto altoandino (queñual y otros)	Bosque andinos
	Bosque relicto montano de vertiente occidental	
	Bosque relicto mesoandino	
	Bosque estacionalmente seco interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac)	
Zona periglacial y glaciar	Zona periglacial y glaciar	

Fuente: Inaigem (s. f.)³

Tomando como base el mapa conceptual sobre la relación entre los ecosistemas de montaña y el cambio climático, se definió un conjunto de etiquetas temáticas que, al ser aplicadas a las publicaciones revisadas, permiten clasificarlas y agruparlas de acuerdo con los criterios analíticos requeridos para alcanzar los objetivos del estudio. Estas etiquetas constituyen una herramienta clave para organizar la información, facilitar el análisis comparativo y visibilizar tanto las áreas de mayor desarrollo como las brechas existentes en la investigación.

³ Inaigem. (s. f.). Política nacional de glaciares y ecosistemas de montaña. <https://Inaigem.gob.pe/web2/politicas-ecosistemas/>

Tabla 3. Etiquetas para clasificar publicaciones sobre la relación de los ecosistemas de montaña y el cambio climático

1. Tipo de publicación			
2. Ámbito (localiza el objeto de estudio y lo refiere a una forma de ecosistema de montaña)	2.1. Político	2.1.1. Nacional / Internacional	
		2.1.2. País	
		2.1.3. Departamento	
		2.1.4. Provincia	
	2.2. Geográfico	2.2.1. Accidente geográfico / zona	
3. Tipo de ecosistema de montaña	3.1. Ecosistemas de montañas en general		
	3.2. Bosques en general		
	3.3. Bosque basimontano de yunga		
	3.4. Bosque montano de yunga		
	3.5. Bosque altimontano (pluvial) de yunga		
	3.6. Pajonal de puna seca		
	3.7. Pajonal de puna húmeda		
	3.8. Jalca		
	3.9. Bofedal		
	3.10. Páramo		
	3.11. Matorral andino		
	3.12. Bosque relicto altoandino		
	3.13. Bosque relicto montano de vertiente occidental		
	3.14. Bosque relicto mesoandino		
	3.15. Bosque estacionalmente seco interandino		
4. Área de estudio / intervención (identifica el principal objeto o materia del estudio o intervención)	4.1. Patrones de cambio climático	4.1.1. Temperatura del aire	
		4.1.2. Patrones de precipitación	4.1.2.1. Patrones de precipitación en general
			4.1.2.2. Vertiente occidental de los Andes
			4.1.2.3. Vertiente oriental de los Andes
			4.1.2.4. Valles interandinos
		4.1.4. Cobertura nubes	4.1.4.1. Niveles de formación de las nubes
			4.1.4.2. Relación insolación y nubosidad
		4.1.4. Frecuencia e intensidad de fenómenos extremos	4.1.4.1. Sequías
			4.1.4.2. Olas de calor
			4.1.4.3. Olas de frío
			4.1.4.4. Lluvias intensas
			4.1.4.5. Vientos

4.2. Interacción de patrones de cambio climático con otros factores de estrés	4.2.1. Factores bióticos		
	4.2.2. Factores abióticos		
	4.2.3. Incendios		
	4.2.4. Aumento radiación UV		
	4.2.5.1. Cambios en los patrones de asentamientos humanos		
	4.2.5.2. Modificación de comportamiento		
	4.2.5. Actividad humana	4.2.5.3.1. Tala de bosques	
		4.2.5.3. Uso de recursos	4.2.5.3.2. Alteración de ríos
			4.2.5.3.3. Minería
			4.2.5.3.4. Pastoreo
4.3. Respuesta de ecosistemas al cambio climático	4.3.1. Contracción área geográfica		
	4.3.2. Expansión área geográfica		
	4.3.3. Ambiente físico		
	4.3.4. Desaparición de especies		
	4.3.5. Migración de especies		
	4.3.6. Cambio de estructura del ecosistema		
	4.3.7. Cambio de función del ecosistema		
	4.3.8. Cambio identidad y fortaleza interacciones bióticas		
	4.3.9. Efectos sobre la salud humana		
	4.3.10. Procesos abióticos funcionales	4.3.10.1. Incremento erosión y deslizamientos	
4.3.10.2. Cambio en capacidad filtración y retención de agua			
4.3.10.3. Aumento en escorrentía, sedimentación y erosión			
4.3.10.4. Disminución oxígeno disuelto en sistemas acuáticos			
4.3.10.5. Cambios en el suelo			
4.3.10.6. Incremento eutrofización en sistemas acuáticos			
4.3.10.7. Conversión humedales y páramos en emisores de carbono			
4.4. Abordaje de los estudios de cambio climático en el ecosistema de montaña.	4.4.1. Aprovechamiento	4.4.1.1. Agua	4.4.1.1.1. Fuentes de agua
			4.4.1.1.1.1. Lluvia
			4.4.1.1.1.2. Nieve
			4.4.1.1.1.3. Glaciares
			4.4.1.1.1.4. Humedales
			4.4.1.1.1.5. Páramo
			4.4.1.1.1.6. Aguas subterráneas
4.4.1.1.1.7. Lagos y lagunas			

			4.4.1.1.2.1. Cantidad
		4.4.1.1.2. Suministro agua	4.4.1.1.2.2. Calidad
			4.4.1.1.2.3. Acidificación
		4.4.1.1.3. Energía	
		4.4.1.1.4. Asimilación de desechos	
		4.4.1.2. Producción agrícola	
		4.4.2.1. Suministro de agua	
	4.4.2. Regulación	4.4.2.2. Estabilidad y seguridad en laderas	
		4.4.2.3. Contribución a regulación de clima	
	4.4.3. Apoyo	4.4.3.1. Biodiversidad	
	4.4.4. Culturales		
5. Enfoque del estudio / intervención (clasifica el propósito o sector del estudio o intervención)	5.1. Cambio climático en general		
	5.2. Vulnerabilidad		
	5.3. Adaptación		
	5.4. Mitigación		
	5.5. Políticas públicas y marco institucional		
	5.6. Recursos hídricos y glaciares		
	5.7. Aspectos socio-económicos, culturales y de salud		
	5.8. Biodiversidad		
	5.9. Sistemas productivos		
	5.10. Otros sectores (energía, industria, infraestructura)		
	5.11. Investigación básica		
	5.12. Investigación tecnológica		
	5.13. Recuperación de saberes		
6. Nivel de madurez tecnológica (TRL)			

3. RESULTADOS

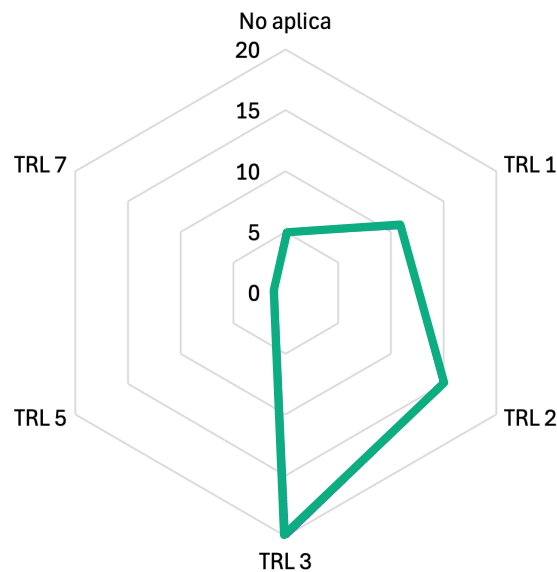
El calentamiento de la superficie terrestre, o calentamiento global, se refiere al aumento sostenido de la temperatura promedio de la atmósfera y los océanos. Este fenómeno se atribuye principalmente a la acumulación de gases de efecto invernadero —como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O)— que retienen el calor en la atmósfera (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2021) .

Desde la Revolución Industrial, actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la agricultura intensiva han incrementado notablemente la concentración de estos gases, intensificando así el calentamiento global. De acuerdo con el IPCC (2021), la temperatura media global ha aumentado en aproximadamente 1.1 °C respecto al periodo preindustrial, lo que ha generado una serie de cambios climáticos y ambientales que afectan tanto a los ecosistemas naturales como a las sociedades humanas.

Los glaciares y ecosistemas de montaña son particularmente sensibles al cambio climático y se consideran testigos claves de sus efectos. La radiación solar desigual y otros factores climáticos contribuyen al transporte del calor a través de los vientos, afectando estas regiones frágiles (Inaigem, 2021 ; Inaigem, 2017).

Tabla 4. Número de publicaciones según nivel de madurez tecnológica

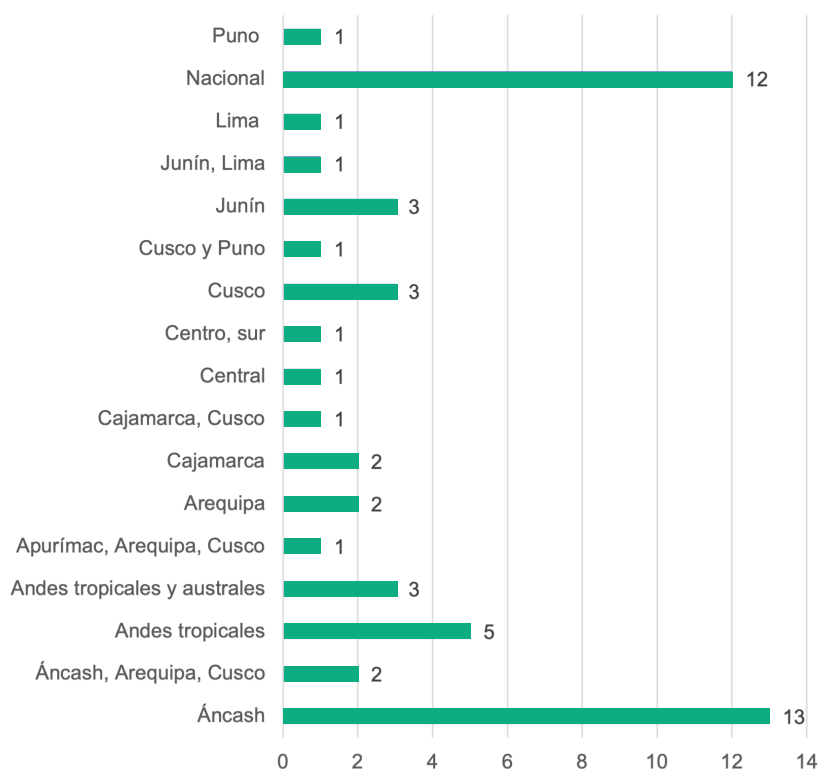
Nivel de madurez tecnológica	Número de publicaciones
TRL 1 Principios básicos formulados	11
TRL 2 Concepto de tecnología formulados	15
TRL 3 Prueba experimental del concepto	20
TRL 5 Tecnología validada en un entorno relevante	1
TRL 7 Demostración de prototipo de sistema en un entorno operativo	1
No aplica	5
Total	53

Figura 2. Nivel de madurez tecnológica de las publicaciones

3.2. Tendencias y brechas de la investigación en torno a los riesgos e impactos del cambio climático en los ecosistemas de montaña

- **Número de publicaciones según ámbito**

Durante el estudio se han revisado publicaciones sobre ecosistemas de montaña a nivel internacional, nacional, departamental y local. De las publicaciones analizadas, 12 corresponden al ámbito nacional, siendo el departamento de Áncash el que concentra el mayor número de estudios (13), lo que representa más de la mitad de los documentos revisados a nivel subnacional. Le siguen Junín y Cusco, con 3 publicaciones cada uno, y Cajamarca y Arequipa, con 2 cada uno, tal como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Número de publicaciones según ámbito

- **Publicaciones del ámbito relacionado con respecto al tema**

En cuanto a los riesgos y/o impactos asociados al cambio climático, el tema más estudiado es la disminución de la superficie glaciar, con 26 publicaciones, de las cuales 6 se centran en el departamento de Áncash. Le sigue el tema del estrés hídrico y multirriesgo con 7 publicaciones cada uno.

Tabla 5. Número de publicaciones según ámbito y tema relacionado al riesgo y/o impacto

Ámbito riesgo y/o impactos	Número de publicaciones
Áncash	13
Disminución de la superficie glaciar	6
Estrés hídrico	1
Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas	1
Movimiento de masas	3
Multirriesgo	2
Áncash, Arequipa, Cusco	2
Disminución de la superficie glaciar	1
Estrés hídrico	1
Andes tropicales	5
Calentamiento de la superficie terrestre	1
Estrés hídrico	2
Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas	1
Multirriesgo	1

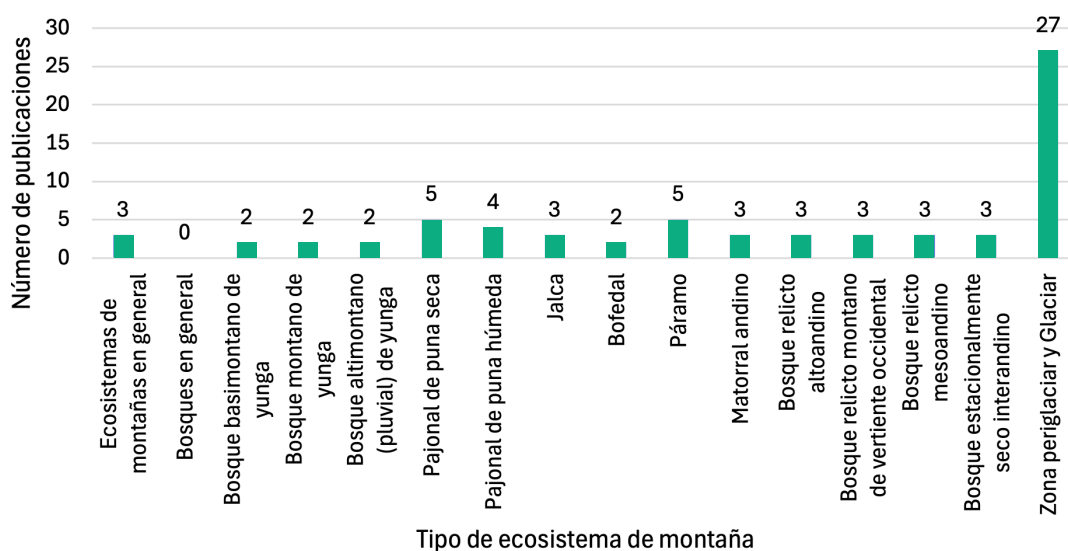
Andes tropicales y australes	3
Movimiento de masas	1
Multirriesgo	2
Apurímac, Arequipa, Cusco	1
Disminución de la superficie glaciar	1
Arequipa	2
Disminución de la superficie glaciar	1
Estrés hídrico	1
Cajamarca	2
Multirriesgo	2
Cajamarca, Cusco	1
Incendios forestales	1
Central	1
Disminución de la superficie glaciar	1
Centro, sur	1
Disminución de la superficie glaciar	1
Cusco	3
Disminución de la superficie glaciar	1
Estrés hídrico	1
Incendios forestales	1
Cusco y Puno	1
Disminución de la superficie glaciar	1
Junín	3
Disminución de la superficie glaciar	2
Incremento de las emisiones de GEI	1
Junín, Lima	1
Disminución de la superficie glaciar	1
Lima	1
Disminución de la superficie glaciar	1
Nacional	12
Disminución de la superficie glaciar	8
Estrés hídrico	1
Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas	3
Puno	1
Disminución de la superficie glaciar	1
Total general	53

De esta primera revisión realizada se puede observar una escasa publicación de investigaciones y/o estudios a nivel de los distintos departamentos, en la materia de relacionadas a riesgos e impactos por el cambio climático, lo que indica que, se debe promover con mayor dinamismo el desarrollo de investigaciones y la publicación de las mismas. Pero también puede estar ocurriendo que la visibilidad de la producción científica no está bien gestionada a través de plataformas que faciliten el acceso.

- **Publicaciones, sobre riesgos e impactos del cambio climático en ecosistemas de montaña**

Se realizó un proceso de sistematización de un conjunto de publicaciones revisadas. Como parte de este proceso, se elaboró una ficha por cada publicación, obteniéndose un total de 53 fichas, las cuales se encuentran recopiladas en el anexo 2. De esta documentación, el 50% (27 fichas) corresponde a estudios sobre zonas glaciares y periglaciares, mientras que el resto de ecosistemas cuenta con entre 2 a 5 estudios cada uno.

Figura 4. Número de publicaciones según tipo de ecosistema de montaña estudiado



A continuación, se describen los riesgos asociados al cambio climático que enfrentan los ecosistemas de montaña, con el propósito de identificar posteriormente cuáles de estos riesgos han sido más abordados en los estudios revisados.

- **Calentamiento de la superficie terrestre**

El calentamiento de la superficie terrestre, o calentamiento global, se refiere al aumento sostenido de la temperatura promedio de la atmósfera y los océanos. Este fenómeno se atribuye principalmente a la acumulación de gases de efecto invernadero —como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O)— que retienen el calor en la atmósfera (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2021)⁴.

⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the

Desde la Revolución Industrial, actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la agricultura intensiva han incrementado notablemente la concentración de estos gases, intensificando así el calentamiento global. De acuerdo con el IPCC (2021), la temperatura media global ha aumentado en aproximadamente 1.1 °C respecto al periodo preindustrial, lo que ha generado una serie de cambios climáticos y ambientales que afectan tanto a los ecosistemas naturales como a las sociedades humanas.

Los glaciares y ecosistemas de montaña son particularmente sensibles al cambio climático y se consideran testigos claves de sus efectos. La radiación solar desigual y otros factores climáticos contribuyen al transporte del calor a través de los vientos, afectando estas regiones frágiles (Inaigem, 2021⁵; Inaigem, 2017⁶).

• Conflictos sociales

El cambio climático ha intensificado los conflictos sociales en los ecosistemas de montaña del Perú, afectando gravemente a las comunidades locales que dependen de estos entornos para su subsistencia. Las alteraciones en los patrones de precipitación y el incremento de las temperaturas han reducido la disponibilidad de agua y de recursos agrícolas, lo que ha aumentado la competencia por estos bienes escasos (Heikkinen, 2023)⁷. Asimismo, el retroceso de los glaciares y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos —como inundaciones y deslizamientos de tierra— han puesto en riesgo la vida, los medios de subsistencia y las propiedades de las comunidades, generando tensiones y conflictos internos (Heikkinen, 2023)⁸.

La convergencia de factores ambientales y sociales ha generado un escenario de alta vulnerabilidad y estrés, que demanda una respuesta integral y sostenible orientada a mitigar sus efectos y fortalecer la resiliencia de las comunidades más expuestas.

• Disminución de la superficie glaciar

En las últimas décadas, el retroceso de los glaciares en el Perú se ha acelerado debido al cambio climático, lo que ha afectado gravemente las reservas de agua. Entre 1962 y 2019, la superficie glaciar nacional se redujo en un 53,13%, y en la cordillera Blanca, en un 34,63%, evidenciando una tendencia alarmante. Durante el periodo 2016-2020, el glaciar Chila perdió el 63% de su área, siendo el más afectado. Esta disminución impacta directamente la disponibilidad de agua para el consumo humano, la agricultura y la industria. Las cordilleras Blanca, Vilcanota y Vilcabamba, que concentran el 73,1% de la superficie glaciar del país, están experimentando una reducción acelerada.

Las proyecciones advierten una posible desaparición gradual de los glaciares hacia el año 2111, reflejo del cambio climático global que, según la Unesco, podría provocar la pérdida del 30% de los glaciares inscritos en la lista del Patrimonio Mundial para 2050, si no se reducen drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta situación exige acciones urgentes para preservar estos recursos vitales, esenciales tanto para el abastecimiento de agua como para el equilibrio ecológico. Limitar el calentamiento global a 1,5 °C es fundamental para conservar los glaciares, y se recomienda fortalecer los sistemas de monitoreo, adoptar medidas de adaptación y políticas específicas, involucrar activamente a las comunidades y promover una acción climática decidida (Ceplan, 2023)⁹.

5 Inaigem. (2021). Informe de la Situación de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña en el Perú 2019. <https://repositorio.inaigem.gob.pe/handle/16072021/409>

6 Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Inaigem. (2017). Informe de la Situación de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña en el Perú 2017. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//10593_informe-de-la-situacion-de-los-glaciares-y-ecosistemas-de-montana-en-el-peru-2017.pdf

7 Heikkinen, A. (2023). Cambio climático, poder y vulnerabilidades en la sierra peruana. *Revista de Estudios Sociales y Geográficos*, 91, 111-156. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9124512>

8 Heikkinen, A. (2023). Cambio climático, poder y vulnerabilidades en la sierra peruana. *Revista de Estudios Sociales y Geográficos*, 91, 111-156. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9124512>

9 Ceplan. (2023). Disminución de la superficie glaciar. <https://observatorio.ceplan.gob.pe/ficha/t54>

- **Estrés hídrico**

La escasez de agua en el Perú se manifiesta a través del estrés hídrico, que refleja la brecha entre la demanda y la disponibilidad del recurso. Según la Autoridad Nacional del Agua, entre 2015 y 2021 el estrés hídrico en el país presentó fluctuaciones importantes. En 2021, alcanzó un nivel del 2,31%, lo que representa una reducción de 0,58 puntos porcentuales respecto al 2015 (2,89%). No obstante, entre 2018 y 2020 se observó un aumento sostenido, pasando del 2,07% al 2,41%.

Por otro lado, datos recientes del Acueducto del World Resources Institute (WRI) indican que, en 2023, el Perú registró un nivel de estrés hídrico de 3,72, ubicándose en el puesto 32 a nivel mundial y en el tercer lugar en América Latina y el Caribe. A escala global, se proyecta un aumento significativo del estrés hídrico hacia 2050, especialmente en regiones como el Medio Oriente, el norte de África y el sur de Asia, donde se espera que toda la población enfrente niveles extremadamente altos de estrés.

Para enfrentar este desafío, se recomienda mejorar la gobernanza del agua para fortalecer la seguridad hídrica, invertir en infraestructura hídrica verde, fomentar la eficiencia en el uso del agua en la agricultura y promover una gestión integrada de los recursos hídricos (Ceplan, 2024)¹⁰.

- **Incendios forestales**

Los incendios forestales constituyen una amenaza significativa para los ecosistemas de alta montaña en el Perú. Según el Instituto Geofísico del Perú, estos eventos se han incrementado en las últimas dos décadas, con mayor concentración en la zona andina (Andina, 2023)¹¹.

El Ministerio del Ambiente (Minam) informa que, desde el año 2000, se han registrado más de 30.000 incendios forestales que han afectado principalmente ecosistemas como el pajonal de puna húmeda y el matorral andino (Minam, 2023)¹². Estas quemaduras han dañado extensas áreas pertenecientes a comunidades campesinas y nativas, así como bosques y tierras agrícolas (IGP, 2023)¹³.

- **Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas**

La biodiversidad abarca la gran variedad de formas de vida en la Tierra y las interacciones entre los organismos en distintos niveles ambientales. Esta diversidad proporciona servicios esenciales para el bienestar humano, como alimentos, medicamentos y regulación del clima. Sin embargo, la degradación de los ecosistemas está en aumento. En el Perú, la superficie de ecosistemas degradados creció un 14,4% de 2015 a 2022, en gran parte debido a prácticas agrícolas no sostenibles que deterioran la calidad del suelo.

A nivel global, América Latina y el Caribe lideran la pérdida de biodiversidad, con una disminución del 94%. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) identifica cinco principales impulsores de esta crisis: los cambios en el uso del suelo, las especies invasoras, el cambio climático, la contaminación y la explotación directa de los recursos naturales.

Ante esta situación, se recomienda una inversión urgente en la protección de la biodiversidad, así como la adopción de prácticas sostenibles de producción y consumo (Ceplan, 2023)¹⁴.

10 Ceplan. (2024). Mayor escasez hídrica. <https://observatorio.ceplan.gob.pe/ficha/t55>

11 Andina. (2023). Incendios forestales son la mayor amenaza de los ecosistemas de alta montaña. <https://andina.pe/agencia/noticia-incendios-forestales-son-mayor-amenaza-de-ecosistemas-alta-montana-930726.aspx>

12 Minam. (2023). Conoce las causas y consecuencias de los incendios forestales en nuestro país. www.gob.pe/institucion/minam/noticias/812315-conoce-las-causas-y-consecuencias-de-los-incendios-forestales-en-nuestro-pais

13 IGP. (2023). En los últimos 20 años se han incrementado los incendios forestales en el Perú. www.gob.pe/institucion/igp/noticias/718070-noticia-cientifica-en-los-ultimos-20-anos-se-han-incrementado-los-incendios-forestales-en-el-peru

14 Ceplan. (2023). Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas. <https://observatorio.ceplan.gob.pe/ficha/t51>

• Movimiento de masas

Los movimientos en masa son fenómenos naturales frecuentes en el Perú, producto de sus características geológicas, geomorfológicas, climatológicas y sísmicas. Un estudio del Senamhi (2021)¹⁵ señala que las lluvias intensas pueden generar distintos tipos de movimientos en masa y analiza sus impactos.

En los ecosistemas de montaña, estos eventos tienen un impacto significativo en la población local. Generalmente provocados por precipitaciones intensas y la deforestación, afectan la infraestructura y ponen en riesgo la seguridad de las comunidades (Ordóñez, 2019)¹⁶.

Casos históricos han evidenciado que pueden producirse grietas de hasta 2 kilómetros de longitud y desplazamientos verticales que ocasionan graves daños (Vílchez, s. f.)¹⁷. Además, tanto el cambio climático como las actividades humanas inciden en la frecuencia e intensidad de estos fenómenos (Inaigem, 2017¹⁸; Inaigem, 2019¹⁹).

La vulnerabilidad de estas zonas se ve acentuada por su topografía accidentada y la presencia de suelos inestables. Como consecuencia, las poblaciones que habitan estas regiones enfrentan riesgos constantes para sus vidas y bienes, lo que también puede provocar desplazamientos forzados y tensiones sociales (Ordóñez, 2019)²⁰.

• Multirriesgo

En el contexto del cambio climático, el enfoque multirriesgo se refiere a la gestión integrada de diversos tipos de riesgos que pueden originarse o intensificarse debido a los efectos del cambio climático. Esto abarca riesgos naturales, como inundaciones, sequías y deslizamientos de tierra, así como riesgos sociales y económicos, como la migración forzada y la seguridad alimentaria. La gestión multirriesgo busca articular la evaluación, planificación y mitigación de estos peligros de manera coordinada, con el fin de fortalecer la resiliencia de las comunidades y reducir el impacto de los desastres (Cenepred, 2023)²¹.

A nivel de publicaciones, se identifican 36 relacionadas con el enfoque multirriesgo, seguidas por aquellas sobre la disminución de la superficie glaciar y, en menor medida, 7 vinculadas al estrés hídrico, ver la siguiente figura

15 Senamhi. (2021). Movimientos en masa por lluvias intensas en el Perú. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/11893>

16 Ordóñez, J. (2019). Movimiento en masa por lluvias intensas en el Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/291>

17 Vílchez, M. (s. f.) Casos históricos de movimientos en masa que causaron grandes daños en el Perú. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/2590/1/Vilchez-Casos_hist%C3%B3ricos_movimientos_en_masa.pdf

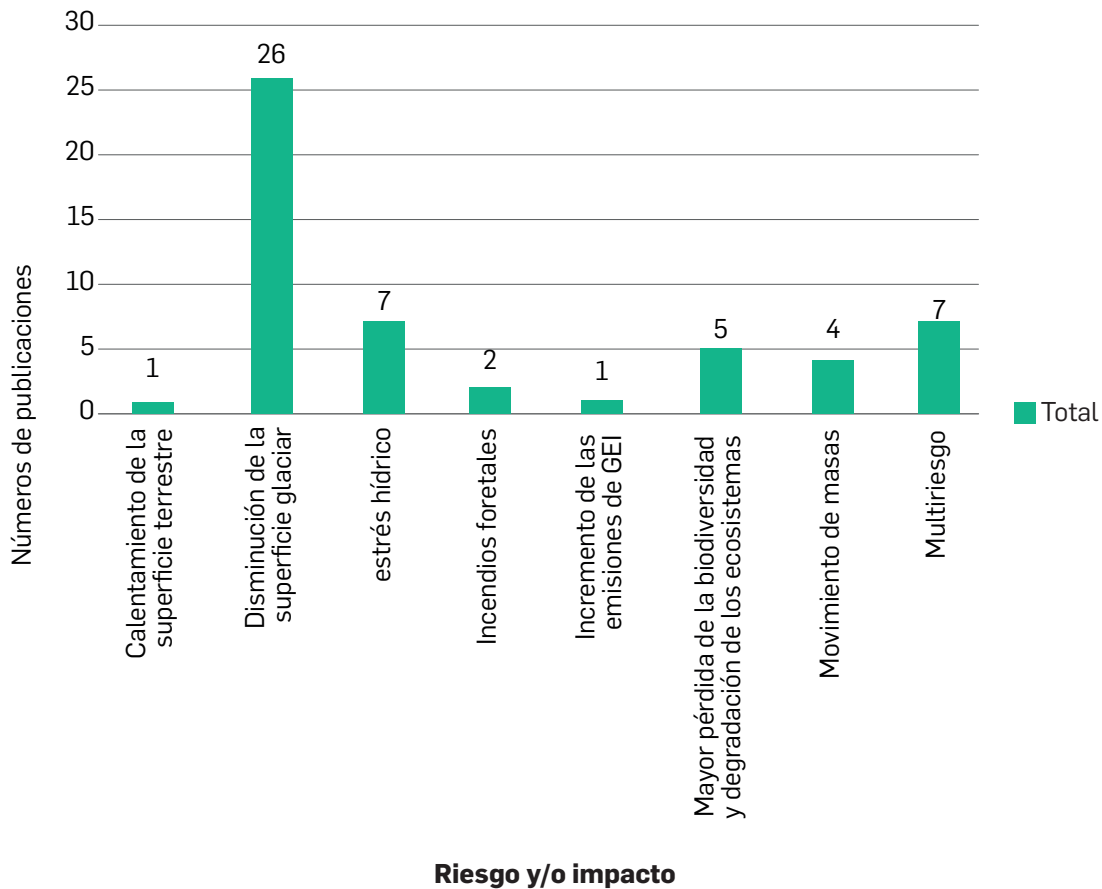
18 Inaigem. (2017). Situación de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña en el Perú : Informe anual 2016. <https://repositorio.Inaigem.gob.pe/items/d7910d4a-0ebe-4f9c-9661-14c591368adf>

19 Inaigem. (2021). Informe de la Situación de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña en el Perú 2019. <https://repositorio.Inaigem.gob.pe/items/ad7e6fba-c9ee-4516-bf7d-42a368c105d1>

20 Ordóñez, J. (2019). Movimiento en masa por lluvias intensas en el Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/291>

21 Cenepred. (2023). La adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: Reflexiones e implicancias. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/410?form=MG0AV3>

Figura 5. Número de publicaciones según los temas relacionados a la gestión de riesgos del cambio climático y su impacto en ecosistemas de montaña



3.3. Identificación de temas relacionados a la gestión de riesgos del cambio climático y su impacto en ecosistemas de montaña en instrumentos de gestión

Se buscó identificar temas relacionados con la gestión de riesgos, cambio climático y su impacto en ecosistemas de montaña en las agendas de regionales, nacionales, sectoriales, así como en planes de ciencia y tecnología, y planes regionales de adaptación al cambio climático, entre otros instrumentos de gestión.

Como primer paso, se identificaron los documentos de gestión elaborados por diversas entidades estatales, los cuales se detallan a continuación. En términos generales, se observa una limitada precisión respecto a las investigaciones que deberían desarrollarse, una situación que también se refleja en los planes de desarrollo regional. Pero en la agenda de investigación ambiental al 2023 sí se han observados aportes importantes para orientar la investigación relacionada al cambio climático y los riesgos en los ecosistemas de montaña.

Tabla 6. Documentos de gestión del sector ambiente relacionados a la gestión de riesgos del cambio climático y su impacto en ecosistemas de montaña

Documento de gestión	Norma	Enlace
Política Nacional del Ambiente 2030	Decreto Supremo 023-2021-Minam	www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/2036880-023-2021-minam
Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional: Estrategia Nacional ante el Cambio Climático al 2050	Decreto Supremo 012-2024-Minam	https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2348175-4
Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos	Resolución Ministerial 242-2019-Minam	www.gob.pe/institucion/minam/colecciones/29428-plan-nacional-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-planres
Plan Estratégico Sectorial Multianual del sector ambiental 2024-2030	Resolución Ministerial 105-2024-Minam	www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/5414509-105-2024-minam
Plan Estratégico Institucional 2022-2027 Ampliado	Resolución de Presidencia Ejecutiva 016-2024-Inaigem/PE	www.gob.pe/institucion/Inaigem/normas-legales/5514518-016-2024-Inaigem-pe
Plan Operativo Institucional (POI) Multianual 2025-2027	Resolución de Presidencia Ejecutiva 023-2024-Inaigem/PE	www.gob.pe/institucion/Inaigem/informes-publicaciones/5573068-plan-operativo-institucional-poi-multianual-2025-2027
Agenda de Investigación Ambiental al 2030	Resolución Ministerial N° 237-2023-MINAM	https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-agenda-investigacion-ambiental-2030

Tabla 7. Políticas, planes y estrategias de otros sectores en donde al menos un objetivo o acción estratégica está vinculado a la gestión de riesgos del cambio climático y su impacto en ecosistemas de montaña

Sector	Política, plan o estrategia	Norma	Enlace
PCM	Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050	Decreto Supremo 038-2021-PCM	www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/1892241-038-2021-pcm
	Política Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica	Resolución Ministerial 248-2019-PCM	En proceso de actualización
Midagri	Política Nacional Agraria 2021-2030	Decreto Supremo 017-2021-Midagri	https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2071814/DECRETO%20SUPREMO%2017-2021-Midagri.pdf
	Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos	Resolución Ministerial 0283-2019-Midagri	En proceso de actualización
	Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre	Resolución Ministerial 0283-2019-Midagri	En proceso de actualización
	Plan Nacional de Investigación Forestal y de Fauna Silvestre 2020-2030	RDE D000109-2020-Midagri-Serfor-DE	Plan Nacional de Investigación Forestal y de Fauna Silvestre 2020-2030 - Informes y publicaciones - Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - Plataforma del Estado Peruano (www.gob.pe)
	Estrategia Nacional de Agricultura Familiar 2015-2021	Resolución Ministerial 0283-2019-Midagri	En proceso de actualización
	Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2013-2021	Resolución Ministerial 0283-2019-Midagri	En proceso de actualización
Mincetur	Política Nacional en Turismo (Pentur)	Decreto Supremo 017-2021-Midagri	En proceso de actualización
Produce	Política Nacional de Acuicultura al 2030	Decreto Supremo 001-2023-Produce	https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4070009/POLITICA%20NACIONAL%20DE%20ACUICULTURA.pdf?v=1674743467

• Planes de Desarrollo Regional Concertado

A continuación, se presenta una síntesis de cómo se incorporan los aspectos vinculados a los riesgos e impactos por cambio climático en los PDLC de los 19 departamentos con áreas con algún tipo de ecosistema de montaña en el Perú.

Tabla 8. Síntesis del abordaje de los riesgos e impactos del cambio climático en los Planes de Desarrollo Regional Concertado (PDRC)

Región	Texto recuperado de los planes de desarrollo regional concertado	Enlace de recuperación
1. Amazonas (al 2021 ampliado al 2027)	<p>Variable estratégica 8: Conservación de bosques. En el año 2013, la superficie de bosques húmedos en Amazonas fue de 2.871.264 hectáreas. Si se suman las 67 495 hectáreas de bosque seco de montañas altas identificadas en el mapa forestal de la ZEE (Zonificación Ecológica y Económica), la cobertura boscosa total alcanza las 2.938.759 hectáreas, lo que representa el 69,89 % del territorio regional. Por provincias, la cobertura boscosa, de mayor a menor, corresponde a: Condorcanqui, Bagua, Bongará, Rodríguez de Mendoza, Luya, Utcubamba y Chachapoyas. La tasa de deforestación en los últimos 12 años ha oscilado entre 4.000 y 6.000 hectáreas anuales. El mapa 12 muestra la distribución de los diferentes tipos de bosques en la región Amazonas, según la ZEE (p. 36).</p> <p>El modelo conceptual el plan menciona que el sistema territorial se ha dividido en 5 componente y 16 subcomponentes, los cuales representan los aspectos más importantes a tomar en cuenta en la exploración y definición de estrategias para el desarrollo regional. Entre los componentes está el de "ambiente y riesgo de desastres", en el subcomponente está el "cambio climático, conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos" (Pag.5)</p> <p>En el inciso 1.2. Identificación y análisis de tendencias, menciona que se identificó como tendencia nacional el incremento de la vulnerabilidad ante riesgos y desastres: el crecimiento de las zonas urbanas indiscriminadas, sumando al cambio climático que aumenta la vulnerabilidad de la población ante los desastres naturales.</p> <p>Dentro del "componente: ambiente y riesgo de desastre", se encuentra la "variable estratégica 8: conservación de bosques", donde se menciona que la superficie cubierta de bosques húmedos en Amazonas en el año 2013 fue de 2.871.264 ha.</p> <p>También en la "variable estratégica 11: mitigación y adaptación al cambio climático", menciona que en amazonas las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI), son la deforestación con alrededor de 6.000 ha anuales, la ganadería, los vehículos de transporte y los residuos sólidos. El plan señala que los efectos del cambio climático se manifiestan con el incremento de la temperatura y la intensidad de las precipitaciones, seguidas de periodos de sequía paulatinamente más prolongados, cuya incidencia se manifiesta con daños en la agricultura, inundaciones, derrumbes y deslizamientos que afectan las carreteras, el incremento de las plagas agrícolas y de los vectores de enfermedades metaxénicas. Entre los beneficios del cambio climático están la adaptación de especies de plantas a climas que antes no eran adecuados por las bajas temperaturas como el caso de frutales, hortalizas y pastos. (Pág. 42)</p> <p>También se menciona la construcción de escenarios, en eventos de futuro 1: Desastres naturales de gran magnitud, que se pueden producir sismos de alta intensidad, las manifestaciones del cambio climático se expresarán con la intensificación de las precipitaciones y frecuentes sequías, se producirán inundaciones y daños significativos a las viviendas e infraestructura vulnerables. Se establece en el documento que la pobreza y extrema pobreza se incrementan, al igual que se incrementarán las amenazas a la diversidad biológica.</p> <p>En la sección de IV. Objetivos estratégicos, indicadores y metas, en el cuadro 10: variable y objetivos estratégicos del componente ambiente y riesgo de desastre, como variable se encuentra la mitigación y adaptación al cambio climático y responde al objetivo estratégico con mitigar las emisiones de GEI, adaptarse al cambio climático y gestionar el riesgo de desastre (Pag 54).</p>	<p>https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4294808/PDRC%20%20Ampliado%20al%202027.pdf?v=1679351012</p>

	<p>En la sección de indicadores y metas. Para mitigar las emisiones de GEI, adaptarse al cambio climático y gestionar el riesgo de desastre, se plantea los siguientes indicadores: superficie anual desforestada (ha), porcentaje de obras de infraestructura que se ejecutan anualmente teniendo en cuenta la gestión de riesgos ante el cambio climático, entre otros más, serán indicadores cuantificables (Pag 57). Dentro del componente se establecen acciones estratégicas del componente ambiente y riesgo de desastre, los cuales son: actualizar e implementar la estrategia regional de cambio climático, incluir en las políticas y contenido de educación la incorporación de los temas ambiente, gestión de riesgo y cambio climático, generar una estrategia de seguridad alimentaria como mecanismo de adaptación al cambio climático (Pág. 61)</p>	
<p>2. Áncash (2024 – 2034)</p>	<p>Dentro de la imagen de territorio deseado al 2034, se menciona que Áncash habrá reducido la vulnerabilidad ante riesgos de desastres. Para ello se propone lograr una mayor participación de la población organizada y capacitada para responder a los diversos riesgos.</p> <p>En la “Matriz 5. Ancash: Matriz de potencialidades de la dimensión Ambiental” dentro de la caracterización del territorio se menciona como una de las limitaciones es el cambio climático para el cuidado de recursos naturales e híbridos en cabeceras de cuencas, a través de procesos de forestación (Pág. 448)</p> <p>En la “Matriz 14. Áncash: Matriz de potencialidades de la dimensión Gestión de Riesgos de Desastres” enfoca que en las potencialidades los saberes locales y ancestrales vigentes para gestión de GRD en contexto de cambio y variabilidad climáticos frecuente y el beneficio u oportunidades para el aprovechamiento es la mejor gestión de riesgos de desastres y el fortalecimiento de prevención y atención de desastres (Pág. 688)</p> <p>En la tabla 110. Áncash: Acuerdo de Gobernabilidad en la dimensión institucional se menciona en el problema de la inexistencia de un sistema regional de gestión ambiental y de información se da una propuesta de política sobre fomentar el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, como resulta mera al 2022 se tiene identificar la situación de dificultades y pérdida por el impacto del cambio climático y las acciones realizadas para atenderlos y repararlos. También menciona en el problema como la limitad implementación da acciones de adaptación frente al cambio climático, población desinformada e indiferencia a los impactos del cambio climático como resultado al 2022 implementación de planes de desarrollo urbano y rural, en concordancia con los existentes, y con participación de la sociedad civil (Pág. 699).</p> <p>En el cuadro N° 29 Áncash titulado Análisis de megatendencias y tendencias en nivel de adaptación de los efectos del cambio climático, se menciona la tendencia al “cambio climático y degradación ambiental”, muestra un estado deterioro y modificación de las condiciones ambientales (...) que perdurarán en el tiempo con impactos ambientales, sociales y económicos. Como medida se propone consolidar un sistema regional de conservación que integren gobernanza, financiamiento, investigación, agroforestería, restauración de bosque y sostenibilidad socioambiental mediante alianzas (Pág. 862).</p> <p>Dentro del mismo cuadro también se menciona que la “Recuperación de bosques y ecosistemas”, como impacto sobre ellos es la recuperación de los bosques altoandinos (...) así como los ecosistemas degradados representan intervenciones fundamentales para la adaptación y mitigación al cambio climático, como medidas a ello es fortalecer las capacidades de los funcionarios en la formulación e implementación de proyectos de recuperación de servicios ecosistémicos y belleza paisajística (Pág. 863).</p>	<p>https://www.regionancash.gob.pe/pdrc.php</p>

	<p>Dentro del contexto de nivel de adaptación de los efectos del cambio climático, en el "Cuadro N° 51. Áncash: análisis de riesgos y oportunidades en nivel de adaptación de los efectos del cambio climático" considera como riesgo a los desastres naturales e incremento de eventos climáticos extremos, los impactos sobre la variables es la alta vulnerabilidad física ambiental y social de la población y sus medios de vida por peligros originados por fenómeno naturales, como medida se plantea fortalecer la gestión de riesgos de desastres mediante la elaboración e implementación de planea de prevención, reducción, preparación, respuesta y contingencia, junto con la articulación multisectorial, la implementación de sistemas de alerta temprana y políticas de adaptación y mitigación frente al cambio climático (Pág. 955).</p>	
<p>3. Apurímac (2017-2021)</p>	<p>La integración de los ecosistemas de montaña en el PDRC se traduce en objetivos estratégicos y acciones estratégicas que deben guiar del Gobierno Regional. Esta vinculación se puede observar en al menos tres componentes que están integrados en su modelo conceptual: el ambiental, el de gestión de riesgos y el económico. Igualmente se identifica que en el objetivo estratégico 9 denominado "Mejorar la calidad Ambiental" las acciones estratégicas claramente identificadas que incidirán en la gestión de los ecosistemas y el tema de los impactos del cambio climático son: AE9.4: Mejorar la gestión del agua; AE9.8: Implementar un programa de adaptación y mitigación al Cambio; AE9.9: Promover el ordenamiento territorial (OT) en todo el ámbito regional.</p> <p>En el listado de tendencia se ha identificado que figura el "Incremento del impacto de los desastres de origen natural, ocasionados por la acción humana y del cambio climático", estableciendo que esta tendencia incide directamente en los componentes del modelo conceptual antes mencionados</p>	<p>https://app.regionapurimac.gob.pe/transparencia/wp-content/uploads/2019/03/Plan%20de%20Desarrollo%20Regional%20Concertado%20Apurimac%202017-2021.pdf</p>
<p>4. Arequipa (2013 – ampliado hasta el 2027)</p>	<p>El PDRC señala que una de las tendencias que impactan en el desarrollo regional y condicionan la construcción de escenarios de futuro es el incremento de riesgos de desastres de origen natural y antropogénico o derivados del cambio climático (Pág. 73). Dicha tendencia establece que el cambio climático no es un fenómeno ajeno, sino que influye en la economía del país y en la vida de cada uno de sus pobladores. Por ejemplo, se menciona la pérdida de los cultivos vulnerables como el maíz, la papa y el arroz, que forman parte de la canasta básica familiar peruana.</p> <p>En el gráfico 10 del documento se identifican los impactos de las tendencias en los componentes del modelo conceptual, y se menciona que el eje 6 – ambiente, recursos naturales y gestión de riesgos ante desastres se considera al cambio climático (Pag. 86.)</p> <p>Dentro del diagnóstico, entre las variables estratégicas se menciona que la vulnerabilidad de la población ante el cambio climático se ha considerado a través de la cuantificación relativa de las viviendas afectadas por los suscitados desastres naturales de los últimos 15 años, con mayor impacto perjudicial entre el 2010 y 2012, registrando un promedio de 60% de viviendas afectadas. Se atribuyen las causas a los escasos incentivos para el manejo sostenible en las áreas de vocación forestal, las limitadas medidas de adaptación al cambio climático, las limitadas inversiones en prevención de desastres. Los efectos se traducen en la deforestación y degradación de suelos, y las consecuencias del cambio climático en proceso (Pág. 134).</p> <p>Dentro de los objetivos estratégicos se presenta como variable la vulnerabilidad de la población ante el cambio climático, el objetivo es reducir dicho problema y el indicador es el porcentaje de avance de la reforestación (Pág. 186).</p> <p>En la construcción de escenarios se considera el escenario denominación pérdida de glaciares tras el cambio climático, menciona que la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático tiene el objetivo de asegurar el uso óptimo de los recursos naturales disponibles. Se plantea que ante los inminentes efectos de desglaciación ocasionado por el cambio climático, se tomó la decisión de hacer frente a dichos efectos, producto de ellos se elaboró y aprobó una "AGENDA FRENTE AL CAMBIO CLIMATICO 2017-2030"</p>	<p>https://informacion.regionarequipa.gob.pe/PlaneamientoyOrganizacion/PlanesDesarrollo/PlanDesarrolloRegionalConcertado</p>

5. Ayacucho (2024 – 2034)	<p>En la imagen territorial actual se menciona que la vulnerabilidad de la población ante eventos naturales adversos es creciente, debido al cambio climático que es un fenómeno presente cada vez con mayor intensidad en los últimos años, con creciente impacto en la salud y los medios de vida de la población. Se señala que la presencia de sequías, heladas y granizadas, así como las lluvias de fuerte intensidad en periodos cortos de tiempo son eventos recurrentes en el territorio.</p> <p>En Tabla N° 02. Matriz de Objetivos y acciones estratégicas regionales e indicadores menciona que como enunciado es implementar programas de mitigación y adaptación al cambio climático y como indicador es el porcentaje de agricultores indemnizados por seguro agrario frente a peligros asociados al cambio climático.</p> <p>En la dimensión de la gestión de riesgos de desastres se menciona que el cambio climático es un fenómeno global</p> <p>Que esta generando los siguientes problemas: Inseguridad en la disponibilidad del agua, tanto para consumo humano como para la actividad agropecuaria. • Reducción de la producción y productividad agropecuaria • Exposición a eventos extremos • Colapso de ecosistemas • Incremento de riesgos para la salud. Igualmente se señala que el sector ambiente y el sistema de gestión del riesgo de desastres no disponen de información sistematizada sobre los eventos del cambio climático, tampoco cuentan con la capacidad operativa para prevenir los riesgos futuros (Pág. 200 y 201).</p> <p>En la identificación de impactos de las tendencias sobre las variables prioritarias, se identifican un grupo donde se pone de relevancia el tema de la necesidad de tomar medidas ante el cambio climático y estas son: - Situación de la soberanía alimentaria; - Vulnerabilidad de la población ante eventos naturales adversos; - Comportamiento de la oferta hídrica; - Situación de la población vulnerable.</p> <p>En la agricultura con uso eficiente en el contexto del cambio climático, por eso se plantea mejorar la gestión eficiente del agua para riego será indispensable para garantizar la seguridad alimentaria y se plantea la necesidad de adoptar nuevos modelos y tecnologías para el uso eficiente del agua (Pág. 328)</p> <p>En el escenario de crisis ambiental menciona que, en consecuencia del fracaso global y nacional para enfrentar el cambio climático, debido a que los gobiernos priorizan los intereses económicos de los grandes grupos empresariales, y permiten la depredación de los ecosistemas y no limitan los niveles de contaminación ambiental, los cuales causan el calentamiento global y el cambio climático (Pág. 362)</p>	<p>https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7120639/2018364-plan-de-desarrollo-regional-concertado-2024-2034.pdf?v=1729695239</p>
6. Cajamarca al 2033	<p>En el documento del PDRC en la formulación de escenarios, se menciona el cambio climático extremo como uno de los elementos que generan interrupciones que se recogieron durante los diferentes talleres provinciales (Pág. 493)</p> <p>Dentro de la dimensión gestión del riesgo de desastres, en el estudio de evaluación de riesgo de desastres y vulnerabilidad al cambio climático (Gobierno Regional Cajamarca, 2020), insumo para el proceso de ordenamiento territorial de Cajamarca, en su quinta pauta, contempla en análisis y evaluación de vulnerabilidades, el cual identifica las condiciones de exposición, fragilidad y resiliencia de los elementos físicos evaluados frente a la población (Pág. 333)</p> <p>En el 2023 por efectos del cambio climático se han producido cambios en la temperatura ambiental y en las precipitaciones de lluvia, afectando la salud de las personas. En 2023 se reportan que eventos climáticos extremos como el fenómeno del Niño ocasionan lluvias torrenciales, daños en infraestructura y desabastecimiento de alimentos (Pág. 508)</p>	<p>www.regioncajamarca.gob.pe/media/portal/KJDIG/documento/48191/Plan_de Desarrallo Regional Concertado_- PDRC Cajamarca_203_sV2jeK3.pdf?r=1699734890</p>

	<p>En la dimensión ambiental menciona que dentro del Proyecto Capacidad Local para la Adaptación al Cambio Climático en Ecosistemas Alto Andinos de Hualgayoc, se realizó inventario de las fuentes de agua superficial a 2 microcuencas, a la microcuenca Hualgayoc – Arascorgue y microcuenca Tingo – Maygasbamba (Pág. 218)</p> <p>En la visión a futuro del departamento de Cajamarca se menciona que el siguiente texto "Protegemos, conservamos, aprovechamos y gestionamos integral y sosteniblemente nuestros recursos naturales, biodiversidad, ecosistemas en cuencas hidrográficas y garantizando un ambiente saludable en calidad, cantidad oportunidad, con una población resiliente frente al riesgo de desastres y el cambio climático", lo que deja claro la valoración que hacer al tema del cambio climático (Pág. 51).</p>	
7. Cusco al 2033	<p>El PDRC del Cusco con su versión actualizada en 2023, aborda los riesgos e impactos del cambio climático como un eje transversal. El plan reconoce la alta vulnerabilidad de la región ante este fenómeno, especialmente en áreas como la disponibilidad de agua, la agricultura y la salud de la población. Para enfrentar estos desafíos, el PDRC se articula con la Estrategia Regional frente al Cambio Climático (ERFCC) del Cusco, buscando fortalecer la capacidad de respuesta y adaptación de la población.</p> <p>El plan identifica una serie de riesgos e impactos específicos causados por el cambio climático en el departamento de Cusco, afectando distintos sectores clave:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recursos hídricos y glaciares: la principal preocupación es la reducción de glaciares y el desprendimiento de bloques de hielo. Esto impacta directamente en la disponibilidad de agua, ya que las cuencas del departamento dependen del deshielo. Además, se prevén variaciones en los patrones de lluvia, lo que puede causar periodos de sequía o inundaciones. 2. Sector agrícola y seguridad alimentaria: el cambio climático está alterando la temporada de vientos y lluvias, lo que lleva a un incremento de incendios forestales ya una migración altitudinal de cultivos, es decir, las especies agrícolas se desplazan a zonas más altas en busca de condiciones climáticas adecuadas. Esto también causa un aumento de plagas y enfermedades, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de las comunidades. 3. Salud pública: se prevé un incremento de enfermedades como las diarreas agudas (EDA) y las respiratorias agudas (IRA) debido a las condiciones climáticas extremas y el acceso limitado a agua de calidad. El dengue es otro riesgo de salud que aumenta en provincias como La Convención. 4. Población y vulnerabilidad: las poblaciones altoandinas son las más vulnerables. Las heladas y los friajes son cada vez más frecuentes e intensos, afectando sus medios de vida y su salud. El plan busca priorizar la atención a estas comunidades. 	<p>https://sinia.minam.gob.pe/normas/plan-desarrollo-regional-concertado-cusco-2033</p>
	<p>En el punto del análisis prospectivo, el PDRC menciona que en la identificación y análisis se seleccionó como una de ellas al cambio climático. En cuadro N° 5: resumen de tendencias globales, en octava tendencia se encuentra el cambio climático que genera la pérdida de glaciares, la alteración de lluvias, la erosión de suelos, la menor productividad agrícola, la inseguridad alimentaria y el cambio en los ecosistemas (Pág. 43).</p>	

8. Huancavelica al 2021	<p>También se menciona en el Anexo N° 2.4: en los proyectos de inversión pública del componente ambiente y diversidad biológica, en el proyecto de <i>Recuperación y conservación de los recursos hídricos para el mejoramiento ganadero en cabecera de la sub cuenca del río Ichu del departamento de Huancavelica</i>, este se basa en la gestión sostenible de los recursos hídricos, cursos de adaptación al cambio climático, diplomados de especialización y capacitaciones, en gestión de recursos hídricos, también incluye la conformación del comité de gestión de la subcuenca del río Ichu. Igualmente, en el proyecto de <i>Instalación de los servicios en sistemas de información hidrometeorológico y ambiental para mitigar y adaptar los efectos del cambio climático</i>, se basa en la instalación de estaciones hidrológicas, meteorológicas y ambientales, la implementación de un sistema de difusión regional de la información climática y ambiental. También figura en el proyecto <i>Afianzamiento del servicio ambiental del área de conservación bosque nublado Amaru</i>, este se basa en la adaptación al cambio climático y eficiente gestión en el uso y conservación biodiversidad y la implementación con rutas ecoturísticas (Pág. 129 y 131).</p> <p>El PDRC reconoció la alta vulnerabilidad del departamento a los efectos del cambio climático, debido a su ubicación geográfica en los Andes peruanos. El documento no solo identifica los riesgos, sino que también los vincula directamente con los principales desafíos de desarrollo de la región.</p> <p>En cuanto a la identificación de riesgos y vulnerabilidad : el plan destaca que Huancavelica es particularmente vulnerable a eventos hidrometeorológicos extremos, como: - Heladas y sequías; - Lluvias intensas, reducidas y huaycos; - Cambios en los patrones de temperatura; - Reducción de glaciares; - Impacto en los sectores económicos y sociales : El PDRC señala que los efectos del cambio climático agravan la situación de pobreza y fragilidad de la población. Los principales impactos identificados son: - Pérdida de cultivos y ganado; - Afectación de la infraestructura; Riesgos para la salud; - Incremento de la pobreza y migración; - Las pérdidas económicas y la destrucción de los medios de vida pueden empujar a las familias a la pobreza extrema y forzarlas a migrar en busca de nuevas oportunidades</p>	<p>https://old.region-huancavelica.gob.pe/descargas/upload/DOCUMENTOS%20DE%20GESTION/Planes%20de%20Desarrollo%20Concertadas%20y%20Participativos/Planes%20de%20Desarrollo/1697214_PDC_HUANC AVELICA_2021.pdf</p>
9. Huánuco al 2033	<p>En el cuadro N° 65. Matriz de problemas público: dimensión socio – del PDRC menciona las causas principales en el problema público de años de vida saludable perdidos en la población por causas evitables se encuentra el incremento de la vulnerabilidad ante emergencia y desastres, efecto de la contaminación ambiental y el cambio climático (Pág. 153)</p> <p>En la dimensión ambiental en el enfoque de gases de efecto invernadero se menciona que el departamento de Huánuco ha integrado la Política Ambiental con la Política Económica para lograr un desarrollo económico sostenible, mediante un desarrollo resiliente y bajo en emisiones, debido a los efectos causados por el cambio climático y su relación con los Gases de Efecto Invernadero (Pág. 226)</p> <p>En la imagen del territorio actual se menciona que la adaptabilidad de los efectos del cambio climático presenta un desafío consecuente en el territorio, Huánuco abarca una gran variedad de ecosistemas que le determinan ventajas comparativas para los distintos sectores económicos que conforman el PBI regional (Pág. 436)</p> <p>En la identificación de mega tendencias, se menciona al “cambio climático y degradación ambiental” muestran un estado de deterioro y modificación de las condiciones ambientales producto de actividades antropogénicas (Pág. 443)</p> <p>En el cuadro N° 255. Titulado, Análisis de riesgos y oportunidades en adaptabilidad de los efectos del cambio climático, se menciona que es un riesgos el incremento de eventos climáticos extremos, los impacto son la alta vulnerabilidad de la población y sus medios de vida, y la pérdida de los cultivos agrícolas y reducción de la seguridad alimentaria, las medidas son elaboración de planes de contingencia y planes de prevención y reducción del riesgo de desastres articulación multisectorial y multiactor – Implementación de los sistemas de alerta temprana automatizados (SAT) y</p>	<p>https://drive.google.com/file/d/1ie8tZlR-gOlF5JzffU17w5Zw-fvptdLx4/view</p>

	<p>la implementación de políticas, planes y estrategias regionales vinculadas a la mitigación y adaptación del cambio climático (Pág. 553)</p> <p>Dentro de la imagen el territorio deseado al 2033 se menciona que la vulnerabilidad de riesgos de desastre se considera el desarrollo y promoción de casas termorresistentes en las zonas altoandinas debe ser clave para salvaguardar la salud de sus habitantes ante las heladas. La población de la región Huánuco debe aprender que su resiliencia ante el cambio climático depende de la reconstrucción de los ecosistemas como medida preventiva (Pág. 684).</p>	
10. Ica (2016 – 2025)	<p>Menciona que en las provincias de Chicha y Pisco se encuentran los centros poblados que se ubica en una zona de topografía adversa; es decir, son zonas con relieve muy escarpado y montañosos con grandes pendientes y de difícil acceso (Pág. 8).</p> <p>En el cuadro N° 08: Acciones estratégicas del Plan de Desarrollo Regional Concretado de Ica, como uno de los objetivos estratégicos es el de mejorar la sostenibilidad ambiental en el departamento de Ica, una de las acciones estratégicas son adoptar medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático (Pág. 69).</p> <p>En el Anexo N° 3.2: Articulación con el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional, como uno de los objetivos nacional es el aprovechamiento eficiente responsable y sostenible de la diversidad biológica, asegurando una calidad ambiental adecuada para la vida saludable de las personas y el desarrollo sostenible del país, y como objetivo nacional específico es disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático y promover una economía baja en carbono, impulsando la conservación de bosques (Pág. 90).</p>	<p>https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4209705/Plan%20de%20Desarrollo%20Regional%20Concertado%202016%20-%202025.pdf?v=1677784511</p>
11. Junín al 2040	<p>Se menciona el planeamiento territorial esencial para gestionar ecosistemas y la mitigación de riesgos desastres, fomentando la sostenibilidad y resiliencia frente al cambio climático, el cual resalta que Junín también mitiga de manera significativa la pérdida de bosques gracias a la implementación de un enfoque integral que combina reforestación con especies nativas. Se señala que este esfuerzo estabiliza las cifras de pérdida forestal y preserva servicios ecosistémicos esenciales como la captura de carbono, la regulación hídrica y la biodiversidad, fundamentales para mitigar los efectos del cambio climático (Pág. 16).</p> <p>En la tabla N° 1: Matriz de objetivos estratégicos regionales, acciones estratégicas regionales con sus indicadores y logro esperados, como objetivo estratégico se menciona el fortalecer la resiliencia y adaptación al cambio climático en el territorio.</p> <p>En la dimensión ambiental se menciona que el cambio climático introduce nuevos desafíos, modificando patrones de precipitación, incrementando la frecuencia de eventos extremos y afectando la productividad agrícola y la seguridad hídrica (Pág. 188).</p> <p>El análisis del retroceso glaciar en las principales cordilleras del departamento de Junín evidencia una pérdida sustantiva de superficie glaciar, tanto en glaciares libres como en aquellos cubiertos por detritos. Esta tendencia, vinculada al incremento sostenido de la temperatura y al cambio climático, representa una amenaza directa a los equilibrios ecosistémicos y a la seguridad hídrica regional (Pág. 204).</p> <p>En la evaluación de capacidades instituciones para mitigación de los GEI menciona que cuenta con instrumentos que contienen políticas públicas de mediano y largo plazo para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático las cuales están refrendadas por decretos regionales descritos son logros importantes, pero no suficientes.</p>	<p>https://www.regionjunin.gob.pe/grupo/nombre/20151014174839_plan_de_desarrollo_regional_concertado/</p>

	<p>En la adaptación a los efectos del cambio climático, menciona que la Estrategia Regional de Cambio Climático de Junín (ERCC) constituye un instrumento de gestión que orienta la toma de decisiones concertadas con el objetivo de lograr una adecuada adaptación frente al cambio climático, así como reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los próximos años.</p> <p>Se menciona en la tabla N°120: Matriz de problemas públicos de la dimensión ambiental, como problema público ambiental se tiene la inadecuada gestión de cambio climático y entre las causas señala a la insuficiencia de vigilancia de peligros en un contexto de cambio climático, deficientes prácticas en el manejo de la infraestructura natural que no consideran los riesgos en un contexto de cambio climático, deficientes prácticas en el manejo de la infraestructura natural que no consideran los riesgos en un contexto de cambio climático (Pág. 304)</p> <p>Dentro de la Tabla N° 121: Potenciales de la dimensión ambiental, se señala como potencialidad el instrumento de gestión de cambio climático y el beneficio u oportunidades para el aprovechamiento es incorporar el enfoque de adaptación al cambio climático en la gestión de las entidades públicas y privadas, también se señala que se debe fortalecer las capacidades de las entidades de investigación para generar conocimiento sobre el origen de impactos y consecuencias del cambio climático (Pág. 306).</p> <p>En el contexto de mayor degradación de los ecosistemas naturales y de centros urbanos, se menciona que la concentración urbana contribuye a la degradación ambiental, limita la capacidad de adaptación de los ecosistemas al cambio climático y compromete la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos, esenciales para el bienestar humano y la mitigación de los efectos del cambio climático (Pág. 780)</p> <p>En la Tabla N° 517: Descripción de las variables prioritarias a futuro, menciona que una variable priorizada es la gestión integral de ecosistemas y servicios ecosistémicos en un contexto de cambio climático. Se tiene como objetivo estratégico regional, "Mejorar las condiciones naturales de los ecosistemas en el territorio", se plantea que los principales problemas frente al cambio climático son la alta vulnerabilidad de sus ecosistemas y poblaciones rurales, la afectación del sector agrícola y ganadero por eventos climáticos extremos, la alteración del régimen hídrico, el aumento de desastres como heladas, sequías, inundaciones, deslizamientos e incendios forestales, así como la profundización de la degradación ambiental, la deforestación, la erosión de suelos y la pérdida de biodiversidad.</p>	
12. La Libertad (2023-2033)	<p>En menor medida, se identifican zonas con bosques estacionalmente secos de colina y montaña, especialmente en las provincias de Chepén, Ascope y Trujillo. Este ecosistema se caracteriza por un clima semiárido, con precipitaciones estacionales y escasas. Los árboles en estas áreas suelen alcanzar una altura de 8 a 12 metros, aunque en las colinas pueden llegar hasta 30 o 180 metros (p. 122). En la sierra del departamento, al igual que en la costa, se reconocen ecosistemas similares, como extensas áreas de matorrales andinos, principalmente en las provincias de Gran Chimú, Julcán, Santiago de Chuco, Bolívar y Pataz. También se encuentran bosques estacionalmente secos de colina y montaña, así como bosques estacionalmente secos de llanura, especialmente en la provincia de Gran Chimú (p. 123).</p> <p>El PDRC de la Libertad no trata los temas sobre los impactos del cambio climático en los ecosistemas de montaña, tampoco profundiza sobre los riesgos a los que están sometidos los ecosistemas de montaña</p>	<p>https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5352626/4793429-plan-de-desarrollo-pdrc-2023_2033-la-libertad-comprimido-7.pdf?v=1698761106</p>

13. Lambayeque al 2030	<p>En el objetivo estratégico 4 del PDRC se establece la meta reducir la vulnerabilidad ante el riesgo de desastres en el departamento de Lambayeque, indica que es un departamento vulnerable en niveles altos y muy altos por la presencia de elementos expuestos ante los peligros naturales (inundaciones, movimientos en masa, heladas y al cambio climático, geodinámica interna) y peligros antrópicos como los incendios (Pág. 39).</p> <p>En el sistema ambiental menciona que la vulnerabilidad según la estrategia regional de cambio climático de Lambayeque al 2021, los escenarios climáticos proyectados al año 2023 por el Senamhi indican un incremento de 1.2 °C (Pág. 69).</p> <p>Como objetivo nacional del PEDN es la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad con un enfoque integrado y ecosistémico y un ambiente que permita una buena calidad de vida para las personas y la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo, como objetivo que la población y los sistemas productivos vulnerables se adapten al cambio climático y el indicador es el número de personas afectadas a causa de fenómenos naturales asociados al cambio climático y el número de hectáreas de tierras agrícolas afectadas por fenómenos naturales asociados al cambio climático (Pág. 105)</p>	<p>https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4274934/Plan%20de%20Desarrollo%20Regional%20Concertado%20-%20PDRC%20del%20GORE%20Lambayeque%20al%202030..pdf?v=1679065420</p>
14. Lima (2012 – 2025)	<p>El PDRC en el eje estratégico menciona que asume con responsabilidad el cambio climático estableciendo estrategias y/o acciones de adaptación y mitigación, además toma en cuenta las amenazas naturales (sismos, tsunamis, huaycos e inundaciones), y la exposición y fragilidad de sus asentamientos humanos e infraestructuras para hacer una ciudad menos vulnerable (Pág. 348)</p> <p>En las políticas y metas de desarrollo es asegurar la gestión integral, protección, conservación y restauración de los ecosistemas naturales orientando el crecimiento urbano de acuerdo con una estrategia de ordenamiento territorial inclusivo y de mitigación /adaptación al cambio climático.</p> <p>Como objetivo estratégico plantea elaboración e implementación de la estrategia frente al cambio climático en concordancia con la política nacional y los acuerdos internacionales, y como objetivo específico figura el de Fortalecimiento de capacidades en la provincia de Lima y sus distritos para la mitigación y adaptación al cambio climático, así como los instrumentos para adaptarse permanentemente a este fenómeno que incluyan el enfoque intercultural y implementación iniciativas prioritarias de adaptación al cambio climático en diversas zonas de la ciudad (Pág. 396)</p>	<p>https://www.munlima.gob.pe/images/descargas/gobierno-abierto/transparencia/mml/planeamiento-y-organizacion/planeamiento-organizacion/Plan-Desarrollo-Lima-Metropolitana-2012-2025.pdf</p>
15. Moquegua al 2032	<p>En la tendencia ambiental del PDRC se menciona que son muy fuertes las tendencias que afectan a Moquegua como el "cambio climático y degradación ambiental", así como el "incremento de la vulnerabilidad ante peligros naturales" (Pág. 275),</p> <p>En Tabla 225. Nivel de capacidades de los agentes en la GRD: tendencias, descripción del impacto y medidas, señala como una de las tendencias al cambio climático y degradación ambiental por los cambios en la temperatura, así como las condiciones climatológicas repercuten en el número de situaciones de riesgo que pueda atravesar la región. Esto impacta significativamente en las actividades de gestión de riesgo que tengan que realizar las autoridades regionales (Pág. 280)</p> <p>En la Tabla 245. Fracaso en la mitigación al cambio climático menciona que la mitigación al cambio climático es la acción y efecto de moderar o suavizar las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) cuyos niveles han llevado a la situación de emergencia climática (Pág. 297).</p> <p>Menciona que en el escenario de desarrollo nacional al 2050 que Moquegua debe alcanzar el desarrollo de las capacidades de las personas, sin dejar a nadie atrás; los agentes de la gestión en riesgo de desastres deben haber logrado mitigar el cambio climático, a fin de prevenir y reducir los riesgos y amenazas que afectan a las personas y sus medios de vida (Pág. 314).</p>	<p>https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4582367/Plan%20de%20desarrollo%20regional%20concertado%20Moquegua%20al%202032.pdf?v=1684526433</p>

16. Pasco (2024-2034)	<p>Se señala que en Pasco que la conservación de los bosques alto andinos, no están siendo atendidas de manera efectiva por las autoridades competentes, restando la importancia de la función que cumplen incluso frente al cambio climático, ya que, ante la incesante pérdida de superficie glaciar en la cordillera de Los Andes, es necesario destacar que los bosques y/o relictos alto andinos, forman parte en el Perú de los denominados ecosistemas frágiles, tal como se señala en el artículo 99.2 de la Ley N° 28611; Ley General del Ambiente. Además. Se menciona que el nevado Huaguruncho presenta pérdida de glaciar lo cual demuestra el efecto del cambio climático (Pág. 250)</p> <p>El paisaje dominante son las montañas cubiertas por bosques surcadas por profundos cañones, su relieve es muy accidentado, predominando las laderas rocosas cubiertas por bosques con pronunciadas pendientes que puede observarse, tanto al este como al oeste del río Palcazú; su variación altitudinal es notable y va desde los 460 hasta los 3,643 m.s.n.m (Pág. 252)</p> <p>En la imagen de territorio actual menciona que la gestión de riesgos de desastres, en el departamento de Pasco el año 2019 se registraron 319 casos por efectos del cambio climático (Pág. 17) Por otro lado, las entidades públicas GR de Pasco y gobiernos locales están implementadas con sistema de información para gestión de riesgo de desastres, y las poblaciones vulnerables están informados sobre los efectos del cambio climático (Pág. 18).</p>	https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6156011/5433168-pdrc-1-2024-2034.pdf?v=1712594000
17. Piura (2016 – 2021)	<p>En el PDRC se señala que los ecosistemas de montaña, como los páramos se verían afectados. Su desaparición tendría consecuencias sumamente graves para la agricultura, ya que disminuiría significativamente la disponibilidad de recursos hídricos necesarios para la irrigación de miles de hectáreas de cultivos (pp. 39-40).</p> <p>En la variable estratégica 12: vulnerabilidad de la población ante el cambio climático y desastres naturales, se menciona que Piura es una de las regiones más afectadas por el cambio climático debido a su ubicación cercana al Ecuador y al litoral costero, lo que la expone al Fenómeno El Niño. Este contexto genera alzas de temperatura, lluvias intensas, afectación a la pesca por migración de especies marinas, impacto en la agricultura por plagas, heladas y sequías, riesgos a la salud por enfermedades tropicales y respiratorias, así como destrucción de infraestructura. Además, resalta la falta de medidas de prevención y adaptación, incrementa la vulnerabilidad de la población y de las actividades económicas (Pág. 68)</p> <p>Se considera como uno del cambio estratégico disminuir la vulnerabilidad de la población y del territorio departamental ante riesgos de desastres y cambio climático (Pág. 89)</p>	https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2396008/pdrc_piura_2021_vf2.pdf?v=1636666269
18. Puno al 2021	<p>En el diagnóstico estratégico para el análisis externo, el factor ambiental tiene como amenazas al cambio climático (Pág. 141).</p> <p>En uno de los programas, actividades y proyectos por ejes y objetivos estratégicos, tienen el programa de recuperación de la calidad ambiental de las principales cuencas hidrográficas, y como actividades la preservación de cadenas montañosas cabeceras de cuencas, áreas forestales, bosque, queñuales y totorales en la región Puno (Pág. 180)</p>	.regionpuno.gob.pe/descargas/presupuestoparticipativo/consolidado_plan_concertado_2021.pdf
19. Tacna, al 2034	<p>En la dimensión ambiental del PDRC menciona la escasez del recurso hídrico por el cambio climático afecta en gran medida a todo el ciclo del agua, a los recursos hídricos subterráneos y superficiales. Tacna se encuentra en la cabecera del desierto de Atacama, con escasa disponibilidad y calidad de agua para consumo humano y actividades económicas (Pág. 44).</p> <p>Entre los principales problemas y causas se tiene al deterioro de ecosistemas y la consecuente reducción de sus capacidades de servicio provocado por el cambio climático, zona desérticas y deficiente gestión de recursos hídricos incrementan la problemática (Pág. 45).</p>	https://www.gob.pe/institucion/region-tacna/informaciones/5776462-plan-de-desarrollo-regional-concertado-pdrc

	<p>En la imagen del territorio deseado al 2034 menciona que, en zonas rurales debe haber biodigestores que contribuyan a disminuir la contaminación y conservación de los ecosistemas, frente al cambio climático (Pág. 49). La ubicación de Tacna en el cinturón de fuego del Pacífico, la hace vulnerable y expuesta a la ocurrencia de desastres naturales y antrópicos, derivados del cambio climático (Pág. 51).</p> <p>Como objetivo nacional tiene el de gestionar el territorio de manera sostenible a fin de prevenir y reducir los riesgos y amenazas que afectan a las personas y sus medios de vida, con el uso intensivo del conocimiento y las comunicaciones, reconociendo la diversidad geográfica y cultural, en un contexto de cambio climático (Pág. 62)</p>	
--	---	--

• **Agenda de Investigación Ambiental al 2030**

La Agenda de Investigación Ambiental al 2030 (AIA al 2030), es un instrumento de gestión que promueve la articulación entre la investigación científica y la producción de bienes y servicios ambientales para la población, proporcionando un marco de referencia para la generación de conocimiento ambiental que corresponda a las necesidades de investigación priorizadas.

El documento de la AIA al 2030 señala que en el documento titulado Evaluación de Desempeño Ambiental Perú 2016: aspectos destacados y recomendaciones (Cepal & OCDE, 2016), se recomienda, entre otros, “sentar las bases para el desarrollo científico y biotecnológico vinculado al uso sostenible de la biodiversidad dentro del marco establecido”. A pesar que esa recomendación realizada en el documento antes citado del 2016, esa recomendación sigue vigente

Los objetivos que se plantean en la AIA al 2030 son:

1. Orientar la construcción de agendas de investigación regional con la finalidad de priorizar y territorializar la generación de conocimiento en correspondencia con las necesidades de conocimiento del desarrollo regional.
2. Canalizar recursos públicos para la generación de conocimiento y evidencias alineados con las necesidades y líneas de investigación de la AIA al 2030, utilizando los mecanismos públicos de financiamiento vigentes.
3. Establecer mecanismos de divulgación del conocimiento científico (p.e policy brief) orientado a tomadores de decisión alineado con los ejes temáticos y líneas de investigación de la AIA al 2030.
4. Utilizar la AIA al 2030 como un instrumento de referencia en la planificación estratégica en todos los niveles de gobierno.

Es importante señalar que la formulación de la AIA al 2030 estuvo a cargo del Grupo de Trabajo Sectorial establecido por la Resolución Ministerial n.º 122-2022-MINAM, conformado por los directivos y especialistas de las ocho direcciones generales y los siete organismos adscritos al Minam, que a la vez conformaron nueve subgrupos de trabajo temáticos, que corresponden a los ejes temáticos de investigación establecidos por el Minam, mediante la Resolución Ministerial n.º 121-2022-MINAM, donde participaron los especialistas de 38 instituciones públicas, privadas y de la academia. Será necesario realizar un cruce entre las investigaciones que se están publicando y las líneas de investigación que propone la AIA al 2030, para contar con una evaluación del alineamiento entre lo que se está produciendo, como conocimiento científico, y lo que ha propuesto la AIA al 2030.

En la tabla 11 se presentan los ejes temáticos relacionados con riesgos y cambio climático (se seleccionaron los que tienen relación directa en el ámbito de los ecosistemas de montaña) y se ha identificado que de los 9 ejes temáticos, al menos 4 de ellos se relacionan directamente con temas de riesgos y cambio climático. Igualmente, se identificaron 53 líneas de investigación cuya temática se alinea a propuestas de investigación en riesgos y/o cambio climático. En importante resaltar que un número importantes de líneas resaltan el tema de evaluar los impactos por cambio climático.

Tabla 9. Incorporación de temas de los riesgos e impactos del cambio climático en la Agenda de Investigación Ambiental al 2030

Eje temático	Áreas temáticas	Líneas de investigación
Calidad ambiental (1)	Base científicas para la fiscalización y control de la contaminación ambiental	Evaluación y análisis de los contaminantes de origen natural (drenaje ácido de roca) Predicción de impactos ambientales
	Gestión integral de sustancias químicas	Movilización, bioacumulación y biomagnificación de metales, metaloides y otras sustancias químicas tóxicas entre las diferentes matrices ambiental y en los seres vivos. Especiación química y toxicidad de metales y metaloides y otras sustancias químicas tóxicas presentes de manera natural en ecosistemas
Conservación de especies y la diversidad genética (2)	Biología y ecología	Impacto del cambio climático en la diversidad biológica Evaluación de la capacidad de adaptación al cambio climático de los ecosistemas terrestres, y de la agrobiodiversidad y parentales silvestres
		Bioprospección en ambientes extremos, para identificar adaptaciones útiles para la industria, biorremediación y/o procesos de adaptación al cambio climático
Deforestación y degradación de ecosistemas (3)	Ecosistemas y bienestar humano	Bioacumulación de metales pesados y otros contaminantes en especies silvestres Gestión de riesgos or incendios forestales
Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático (5)	Conocimiento de la variabilidad y cambio	Desarrollo de escenarios climáticos para identificar impactos socioeconómicos y ambientales asociados en los diferentes ámbitos (local y regional) Investigación de eventos extremos, paleoclima, variabilidad y cambio climático
		Dinámica de la geomorfología de los ríos asociado a la variabilidad y cambio climático Variabilidad espaciotemporal de la cobertura glaciar y los peligros asociados al cambio climático en las cordilleras del Perú. Incluye el estudio de la formación de nuevas lagunas de origen glaciar y peligros asociados.
		Entendimiento de procesos hidrológicos (incluido los glaciares), y aplicación de modelos hidrológicos para entender el presente y hacer predicciones hacia el futuro, en los diferentes ámbitos (local, regional y global) Dinámica de la criósfera (glaciares, nieve, permafrost) y su relación con otros ecosistemas acuáticos y terrestres en un contexto de cambio climático.
	Vulnerabilidad y exposición al cambio climático (aspectos socioeconómicos y ecosistémicos, gobernanza, políticas y ordenamiento territorial)	Actividades antrópicas que generan o exacerban los riesgos del cambio climático (urbanización y residuos sólidos, agricultura de exportación, contaminación por fumigaciones, incendios forestales, etc.) Evaluación de características, brechas, tensores sociales y económicos sobre los ecosistemas, sus servicios y su vulnerabilidad al cambio climático Vulnerabilidad, exposición, fragilidad, resiliencia al cambio climático, peligros de origen natural y antrópico en los ecosistemas y los servicios que estos prestan

	Servicios ecosistémicos, considerando la infraestructura natural, para la regulación hídrica y reducción de riesgos de desastres
	Metodologías y/o protocolos para la gestión prospectiva y correctiva del riesgo de desastre, incluyendo la evaluación y estimación de los riesgos asociados a fenómenos geofísicos
	Medición de la gestión de riesgos, vulnerabilidad y exposición ante los peligros considerando el cambio climático
	Análisis de la vulnerabilidad y exposición de los bienes y/o servicios e infraestructuras ante peligros asociados al cambio climático
	Vulnerabilidad de los recursos hídricos ante el cambio climático en relación con la funcionabilidad de los ecosistemas andinos, amazónicos y costeros
	Regulación del sistema de derechos de aguas, considerando su adaptabilidad al cambio climático y la búsqueda de la seguridad hídrica
	Funciones y procesos ecológicos para la adaptación al cambio climático
	Aplicación de modelos climáticos para determinar áreas de protección de biodiversidad
Riesgos e impactos socioeconómicos, culturales y ecosistémicos asociados al cambio climático	Impactos socioeconómicos, culturales y ecosistémicos ante la ocurrencia de peligros hidrometeorológicos, glaciológicos y geofísicos
	Variabilidad y cambio climático y su impacto en la salud
	Impactos y riesgos del cambio climático en la ganadería, agricultura, pesca, acuicultura, turismo, transporte y salud
	Impactos y riesgos del cambio climático en la fauna silvestre
	Impactos de la interacción entre los procesos climáticos y los procesos humanos en el marco de los sistemas socio-ecológicos y culturales
	Impacto del carbono negro en el clima, ecosistemas y la salud
	Modelamiento de escenarios de riesgos ante el cambio climático considerando peligros hidrometeorológicos, glaciológicos y geofísicos asociados
	Impacto del retroceso glaciar en las poblaciones y los ecosistemas
Innovación, conocimientos ancestrales y efectividad de medidas para la adaptación al cambio climático	Medición de la efectividad pasada, presente y futura de medidas de adaptación ante el cambio climático (infraestructura natural, ABE, etc.)
	Tecnologías ancestrales de sumideros de sedimentos y/o suelos para mejorar los servicios ambientales/ecosistémicos y control de desastres ambientales
	Conocimiento científico meteorológico, climático, agrometeorológico e hidrológico para la implementación de servicios climáticos asociados a agricultura y seguridad alimentaria, reducción de riesgos de desastres, salud, agua, entre otros
	Análisis y cuantificación de pérdidas y daños de poblaciones vulnerables ante el cambio climático
	Desarrollo y adaptación de sistemas agrosilvopastoril para recuperación y conservación de cuencas hidrográficas

	Tecnologías de reforestación, considerando especies nativas y conocimientos tradicionales, en zonas de riesgos
	Desertificación y su afectación en las poblaciones vulnerables ante el cambio climático
	Evaluación de recursos genéticos con tolerancia y/o resistencia a factores bióticos (plagas potenciales) y abióticos (sequía, estrés hídrico, heladas, temperaturas extremas) relacionados con el cambio climático
	Evaluación, medición y propuestas de mejora de conocimiento y capacidades, para la gestión del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático a nivel local y regional
	Evaluación de la capacidad de la resiliencia de ecosistemas y poblaciones vulnerables asociadas a la gestión de riesgos y adaptación al cambio climático
	Vulnerabilidad de ecosistemas y servicios de provisión de recursos hídricos, y conservación de los ecosistemas naturales asociados a la población vulnerable ante el cambio climático
	Estrategias de adaptación de poblaciones locales a los impactos del cambio climático en los ecosistemas como bofedales, pajonales, turberas y bosques nativos
Sistemas de vigilancia, monitoreo y alerta temprana	Observación, desarrollo tecnológico y modelamiento de la dinámica de eventos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos para la gestión integral de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático
	Detección, atributos y pronóstico de eventos extremos asociados al cambio climático
	Desarrollo de radares y otras tecnologías de bajo costo para la vigilancia, monitoreo y alerta temprana de los peligros geofísicos ante los efectos del cambio climático y peligros asociados
	Aplicación de técnicas de inteligencia artificial para la caracterización y predicción de peligros naturales y estimación de los efectos del cambio climático
	Innovación tecnológica para el establecimiento de redes de monitoreo en cuencas glaciares priorizadas, en apoyo al desarrollo de sistemas de alerta temprana ante aluviones de origen glaciar
	Monitoreo y modelamiento glaciológico para la determinación del potencial hídrico en cuencas vulnerables al cambio climático
	Monitoreo del impacto del cambio climático en la dinámica, estructura, composición y función de los bosques

- **A nivel de las estrategias regionales de cambio climático (ERCC)**

Para la fecha de realización del presente estudio mayo-octubre de 2024, se revisaron las ERCC de Huánuco y Arequipa, elaboradas tras la promulgación de la Ley Marco sobre Cambio Climático (2018) y su reglamento (2019). En ambas estrategias no se identifican de manera específica los temas prioritarios de investigación científica, y los estudios relacionados con ecosistemas de montaña y cambio climático son escasos.

ERCC de Huánuco (2023-2050)

Se trata de un documento que presenta datos organizados sobre las diversas afectaciones relacionadas con el cambio climático en distintas zonas del departamento.

En el tema de institucionalidad, que ciertamente afectará las acciones de investigación en la temática de cambio climático, en el documento se establece que "...se ha identificado una brecha importante en la inclusión del enfoque de cambio climático en los documentos de gestión institucional, lo que aunado con la falta de funciones en materia de cambio climático en los ROF y MOF regionales, dificultará la implementación de la presente ERCC".

En la matriz de síntesis de la ENCC de Huánuco, en la barrera referida a la *Información, investigación y desarrollo tecnológico*, dentro de los aspectos más importantes se mencionan que:

" • Se cuenta con escasa información de base para el desarrollo de un análisis más detallado, sobre todo de información georreferenciada, que es muy importante para el análisis de riesgo. De la misma manera la información para el diagnóstico de GEI.

• Existe la necesidad de identificar acciones de generación de información que puedan ser desarrolladas a nivel multisectorial, ya que muchas acciones dependen de varios sectores y podrían gestionar mejor los recursos humanos y financieros si se generan sinergias para estos fines.

• La investigación es un tema que debería de ser trabajado de la mano con los centros de investigación y las instituciones educativas, aprovechando este espacio para la generación de tesis que puedan servir de insumo para las necesidades regionales.

• No se ha hecho una identificación regional de conocimientos tradicionales sobre adaptación al cambio climático; tampoco, se han identificado saberes ancestrales para desarrollar acciones de mitigación.

• No existe una articulación oportuna ni eficiente entre las entidades técnico-científicas y universidades con el Gobierno Regional; a nivel local, la articulación no es eficiente, perdiendo la inclusión del resultado de las investigaciones en los documentos de gestión local."

En el cuadro síntesis de "Condiciones Habilitantes para la implementación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático para la región Huánuco", dentro del OP3: referido a la necesidad de fortalecer la gestión integral del cambio climático en la región Huánuco, ha identificado claramente las siguientes CH:

CH 3.2.1: Elaborar un estudio sobre saberes y conocimientos ancestrales vinculados a identificar medidas de adaptación y mitigación del cambio climático.

CH 3.2.2: Establecer arreglos institucionales entre el Gobierno Regional y las entidades técnico-científicas y la academia para el desarrollo de información especializada sobre riesgos asociados al cambio climático y posibilidades de mitigación.

CH 3.2.3: Establecer arreglos institucionales entre el Gobierno Regional y las entidades técnico-científicas y la academia, para la promoción de la investigación para el desarrollo y/o adopción de tecnologías limpias.

CH 3.2.4: Diseñar e implementar agendas de investigación científica para la implementación de la ERCC

CH 3.2.5: Promocionar la inclusión de cambio climático en las universitarias

Esta clara visión de la necesidad de activar agendas de investigación y alianzas para materializar estas agendas parece una clara señal de que en departamento de Huánuco, han considerado la relevancia de este aspecto y será importante ver sus avances en los próximos años.

ERCC de Arequipa (2019-2030)

El documento presenta información un conjunto de variables de caracterización del territorio, entre ellas hace especial énfasis en las variables hidrometeorológicas y su impacto en diversas dimensiones del desarrollo, como las ciudades, el agua y la agricultura.

En la matriz síntesis del análisis de barreras a nivel regional identificada como, Información, investigación y tecnología, establece, en la descripción resumida de este aspecto que:

- Se cuenta con una aproximación de análisis de riesgos asociados al cambio climático y fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en la región; sin embargo, se requiere información especializada relacionada a cambio climático para mejorar la toma de decisiones de los diversos actores
- Escasa promoción de tecnologías y conocimientos tradicionales para la adaptación y mitigación al cambio climático.
- Las entidades técnico-científicas y universidades deben articular esfuerzos con el Gobierno Regional y Gobiernos Locales para la promoción de la información e investigación acorde a las prioridades de desarrollo regional.

Dentro de la matriz de consicones habilitantes dentro de los lineamientos prioritarios en el componente de Información, investigación y tecnología, establece, que se debe definir agendas de investigación con prioridades regionales para la implementación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en los sectores y territorios prioritarios como por ejemplo información asociada a disponibilidad hídrica y escenarios de cambio climático en cuencas, estudios de riesgos por sequía, variación de caudales de fuentes de uso poblacional, monitoreo de glaciares y emisiones de gases de efecto invernadero en transportes, procesos industriales y actividad agrícola y pecuaria, alcances a nivel local de adaptación y oportunidades mitigación.

Tabla 10. Publicaciones sobre el departamento de Arequipa según riesgo y/o impacto

Ámbito Riesgo y/o impacto	Número de publicaciones
Arequipa	2
Disminución de la superficie glaciar	1
Estrés hídrico	1
Total	2

4. CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones han sido organizadas según los objetivos planteados en el estudio, permitiendo así una mejor sistematización de los hallazgos.

Objetivo 1. Conocer el nivel de avance de la investigación sobre los riesgos e impactos asociados al cambio climático en los ecosistemas de montaña del Perú.

En cuanto al nivel de madurez tecnológica de las investigaciones (TRL), la mayoría de publicaciones se concentran en los tres primeros niveles: TRL1 (11), TRL2 (15) y TRL3 (20). Los niveles superiores carecen casi por completo de publicaciones, siendo especialmente revelador que 5 documentos no presentan ninguna propuesta de madurez tecnológica.

Objetivo 2. Identificar las tendencias, brechas de la investigación en torno a los riesgos e impactos del cambio climático en los ecosistemas de montaña.

Las publicaciones analizadas muestran una marcada concentración en estudios sobre la reducción de la superficie glaciaria (26), particularmente en la región Áncash. Le siguen los estudios sobre estrés hídrico (7). En contraste, otros riesgos climáticos relevantes, como los incendios forestales —que han sido particularmente problemáticos en el 2024— apenas han sido abordados, con solo dos publicaciones registradas.

Se observa un desequilibrio temático en los estudios realizados. Del total de 53 documentos revisados, el 50 % corresponde a investigaciones sobre zonas glaciares y periglaciares. Los demás ecosistemas cuentan con entre 2 a 5 publicaciones. Diversas manifestaciones del cambio climático —como el incremento de temperatura o las sequías— están poco estudiadas. Los temas con mayor cobertura son los recursos hídricos, los glaciares y la vulnerabilidad. En consecuencia, se recomienda diversificar los temas de investigación y profundizar en el estudio de los patrones de cambio climático.

Objetivo 3. Identificar temas relacionados con la gestión de riesgos del cambio climático y sus impactos en ecosistemas de montaña en agendas de investigación regionales, nacionales, así como en planes de ciencia y tecnología y otros instrumentos de gestión.

Los documentos de gestión revisados, tanto del sector ambiente como de otros sectores, mencionan los ecosistemas de montaña, pero no precisan los aspectos claves a ser abordados, ni los territorios y ecosistemas en específicos.

Se ha identificado en la AIA al 2030, que de los 9 ejes temáticos, al menos 4 de ellos se relacionan directamente con temas de riesgos y cambio climático. Igualmente, se identificaron 53 líneas de investigación cuya temática se alinea a propuestas de investigación en riesgos y/o cambio climático, faltaría verificar cuáles son los mecanismo de estímulo y monitoreo de que se este cumpliendo con la agenda definida..

En los planes de desarrollo regional, el tratamiento de los ecosistemas de montaña suele ser meramente descriptivo. Aunque algunos documentos reconocen su aporte al desarrollo, ninguno plantea una agenda específica de investigación.

Las estrategias regionales de cambio climático (ERCC) de Huánuco y Arequipa incluyen diagnósticos climáticos, pero no definen estudios prioritarios, salvo en el caso de Huánuco, donde se propone la conformación de una agenda de investigación científica.

5. RECOMENDACIONES

Las investigaciones sobre los riesgos climáticos en los ecosistemas de montaña del Perú presentan actualmente un alto grado de dispersión territorial y sectorial. Para avanzar hacia una respuesta más efectiva frente al cambio climático, es necesario preguntarse: ¿cuáles son las investigaciones claves que pueden tener un efecto catalizado, tanto en la producción científica como en la gestión del desarrollo? La identificación de estos temas prioritarios debe guiar los esfuerzos colectivos de investigación e intervención. En ese marco, se recomienda:

- 1. Establecer mesas departamentales.** Se propone convocar a todos los actores relevantes vinculados a un tema específico o a una localidad determinada, conformando mesas de trabajo a nivel departamental. Estos espacios deben facilitar el análisis conjunto de los desafíos estratégicos y priorizar las temáticas que requieren abordaje desde la investigación científica para enfrentar de forma eficaz los riesgos e impactos derivados del cambio climático.
- 2. Focalizar la investigación en uno o dos temas estratégicos por mesa.** Cada mesa deberá consensuar uno o, como máximo, dos temas de investigación considerados estratégicos para el territorio o sector correspondiente. Estos temas deberán articular otros estudios complementarios, orientados a alcanzar un objetivo de investigación mayor que sirva como base para la toma de decisiones y la planificación frente al cambio climático.
- 3. Desde las instituciones del sector público se debe asegurar una participación multiactoral y una estrategia de comunicación.** El proceso de identificación y priorización de temas estratégicos debe contar asegurando la convocatoria y activa participación de diversos actores, incluyendo sociedad civil organizada, universidades, organizaciones comunitarias locales, organizaciones no gubernamentales (ONG), comunidad científica y entidades del Estado y organismos de cooperación internacional. Asimismo, este proceso debe ir acompañado de una estrategia de comunicación y difusión que promueva una visión compartida frente al cambio climático, fortaleciendo la apropiación social del conocimiento y el compromiso ciudadano.

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AIA	Agenda de Investigación Ambiental al 2023
ANA:	Autoridad Nacional del Agua
Cenepred:	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
Ceplan:	Centro Nacional de Planeamiento Estratégico
Condesan:	Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina
Indeci:	Instituto Nacional de Defensa Civil
IGP:	Instituto Geofísico del Perú
Ingemmet:	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
Inaigem:	Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
Midagri:	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
Midef:	Ministerio de Defensa
Minam:	Ministerio del Ambiente
Minem:	Ministerio de Energía y Minas
PCM:	Presidencia del Consejo de Ministros
Sinagerd:	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
Senamhi:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
Sinaplan:	Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico
WRI:	Instituto de los Recursos Mundiales

ANEXOS

ANEXO 1. Niveles de madurez tecnológica o TRL

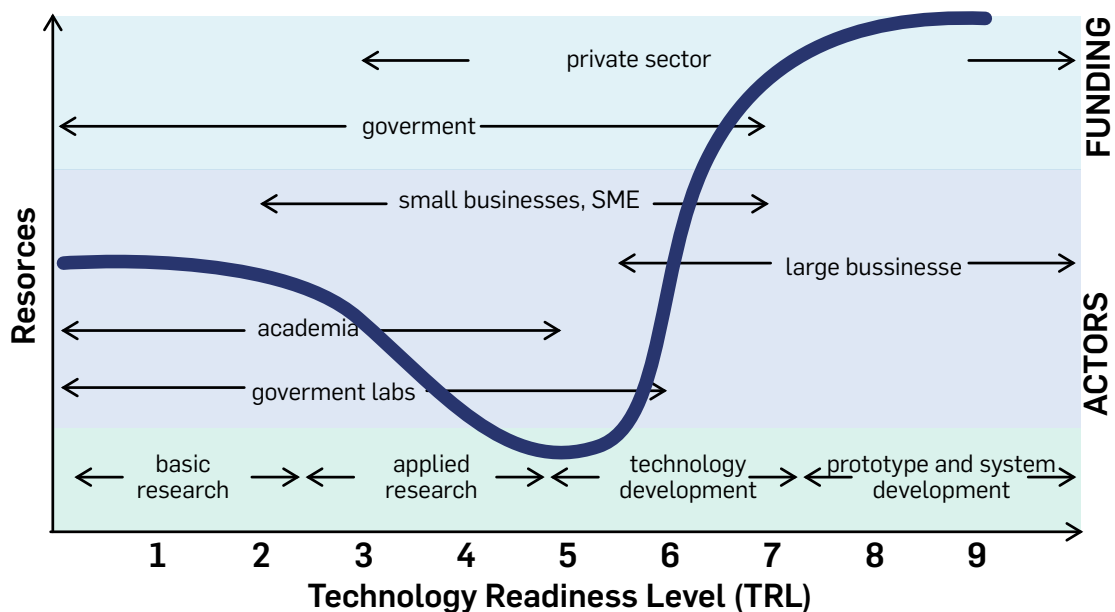
Los siguientes párrafos han sido traducidos de «Guiding notes to use the TRL self - assessment tool», página 4, texto publicado en: <https://horizoneuropencportal.eu/repository/7dc8e3bf-8c26-4134-9fca-0c9114fb799d>.

Ellos presentan la relación entre TRL, la investigación básica, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y el desarrollo de prototipos o sistemas.

¿QUÉ ES LA ESCALA DE NIVEL DE PREPARACIÓN TECNOLÓGICA?

La escala de niveles de madurez tecnológica (TRL) se introdujo en el ámbito de los proyectos financiados por la UE en 2014 como parte del programa marco Horizonte 2020. La escala TRL fue definida originalmente por la NASA en la década de 1990 como un medio para medir o indicar la madurez de una tecnología determinada, desde un boceto en papel hasta su entrada en el mercado.

Figura 6. Disponibilidad de recursos para el desarrollo de nuevos productos en varios TRL. El espacio intermedio se conoce a veces como «el valle de la muerte» (REHVA Journal 52, 58-62)



Por lo general, las nuevas tecnologías atraviesan las distintas etapas de la escala de Nivel de Madurez Tecnológica (Technology Readiness Level, TRL) a lo largo de su ciclo de vida. Durante las fases de investigación y desarrollo, es común que se produzcan iteraciones entre los diferentes niveles TRL. En este sentido, la escala TRL no solo permite clasificar el estado de una tecnología, sino también evaluar el progreso del proyecto.

En el TRL 1, la investigación científica está en una fase inicial; los primeros resultados se emplean para orientar futuras líneas de investigación y desarrollo. En el TRL 2, se han identificado principios básicos, y se diseñan los primeros experimentos o pruebas preliminares basadas en esos hallazgos. En esta etapa, la tecnología sigue siendo altamente especulativa.

Si los resultados de las pruebas respaldan la hipótesis inicial, se alcanza el TRL 3, en el cual se elabora un modelo de prueba de concepto. En este nivel, suelen requerirse estudios analíticos y experimentos de laboratorio para verificar si la tecnología está lista para avanzar hacia fases de desarrollo más aplicadas. Una vez alcanzado este punto, se puede afirmar que la tecnología es factible desde el punto de vista científico.

En el TRL 4, la tecnología se valida en laboratorio, y se prueban sus componentes en condiciones controladas, lo que permite contar con un primer prototipo de laboratorio. El TRL 5 continúa esta validación, pero en un entorno de prueba que simula condiciones operativas más realistas, aunque aún bajo control. Esta etapa permite afirmar que la tecnología es factible desde el punto de vista tecnológico.

En el TRL 6, el prototipo debe demostrarse en un entorno real, a fin de verificar su viabilidad desde la ingeniería. El TRL 7 implica que el modelo funcional o prototipo sea probado en un entorno operativo, normalmente en condiciones industriales, tanto en términos técnicos como temporales. Superada esta etapa, puede considerarse que la tecnología es tecnológicamente confiable.

En el TRL 8, la tecnología está lista para ser implementada dentro de un sistema tecnológico existente o nuevo. Finalmente, cuando el sistema ha sido probado satisfactoriamente en condiciones reales de operación, se alcanza el TRL 9, nivel en el cual se considera que la tecnología ha alcanzado su madurez comercial.

ANEXO 2. Recopilación de publicaciones (fichas)

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
001		TRL 3	
Título			
Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas de Origen Glaciar 2023			
Departamento	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Nacional	Zona periglaciar y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña.			2023
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Inaigem	https://repositorio.inaigem.gob.pe/items/7029db53-5118-4e93-8b2a-71e6e26db5f6		-
Resumen			
<p>El Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas de Origen Glaciar 2023 (Inglog 2023) subraya la importancia crítica de los glaciares andinos del Perú como fuentes de agua para aproximadamente el 62% de la población nacional. El país alberga el 68% de los glaciares tropicales del mundo, pero ha perdido un alarmante 56% de su superficie glaciar en los últimos 60 años.</p> <p>El inventario, elaborado por el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (Inaigem), se actualiza cada cinco años mediante el uso de tecnologías de última generación. La edición 2023 reporta un total de 2.084 glaciares y 8.466 lagunas de origen glaciar en todo el territorio nacional, con una pérdida acumulada de 1.348,75 km² de superficie glaciar entre 1962 y 2020.</p> <p>Por primera vez, el inventario también identifica 2.147 glaciares rocosos, una tipología previamente no registrada en el país. A nivel departamental, Áncash y Cusco concentran la mayor cantidad de glaciares; Arequipa lidera en número de glaciares rocosos; y Puno y Junín destacan por la abundancia de lagunas glaciales.</p> <p>El informe incluye además una evaluación de riesgos asociados a la pendiente del terreno, determinando que el 59% de los glaciares presentan pendientes superiores a 25°, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a fenómenos extremos y deslizamientos.</p> <p>Los hallazgos del Inglog 2023 son fundamentales para la gestión integrada de los recursos hídricos, la identificación de zonas estratégicas para estudios sobre peligros de origen glaciar y la prevención de riesgos vinculados al cambio climático. Este conocimiento técnico-científico resulta clave para la toma de decisiones en políticas de adaptación y resiliencia en ecosistemas de montaña.</p>			
Instituciones			
Inaigem			
Relevancia / Aportes			
El estudio destaca la importancia de los glaciares andinos peruanos como proveedores de agua para el 62% de la población			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
002		TRL 1	
Título			
Informe Técnico N° 24 Cordillera Huanzo			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Cusco, Arequipa y Apurímac	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			2026
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Inaigem	https://repositorio.inaigem.gob.pe/items/f98cb9b8-553a-44b0-8b4a-f9bd7f030f2e		-
Resumen			
El informe tiene como objetivo evaluar las condiciones actuales (al 2026) de la cobertura glaciar en la cordillera de Huanzo, así como caracterizar los cuerpos de agua asociados, analizar su aporte hídrico y examinar el estado de los ecosistemas de montaña en esta zona. Asimismo, se buscó recoger información sobre la percepción de la población respecto al cambio climático, el retroceso glaciar y las medidas de adaptación implementadas o previstas en la región.			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			
Relevancia / Aportes			
Caracteriza y evalúa las condiciones de la cordillera Huanzo			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
003		TRL 1	
Título			
Inventario nacional de glaciares y lagunas de origen glaciar, región Áncash			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			2021
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Biblioteca SIGRID	https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigriv3/documento/14078		-
Resumen			
Este documento sistematiza los resultados del inventario mediante una rigurosa metodología científica. El inventario de glaciares y lagunas de origen glaciar se realizó a nivel provincial y distrital en el departamento de Áncash. Esta herramienta constituye un instrumento de consulta clave para la gestión territorial de los recursos hídricos en la región. Además, permite a las autoridades, comunidades y a la sociedad en general tomar decisiones más informadas en materia de prevención de riesgos asociados a glaciares y lagunas, mitigación y adaptación al cambio climático, así como en el manejo eficiente de los recursos hídricos.			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			
Relevancia / Aportes			
Registro regional de los glaciares y lagunas de origen glaciar del departamento de Áncash			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
004		TRL 1	
Título			
Investigación para la elaboración del mapa de peligros, reducción del riesgo y la adaptación al cambio climático en ambientes de subcuencas glaciares del Perú. subcuenca del río Colcas-Santa Cruz, Huaylas, Áncash.			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Movimiento de masas
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			2918
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Biblioteca SIGRID	https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/10603		-
Resumen			
El objetivo fue elaborar un mapa de zonificación de riesgos en el ámbito de la subcuenca del río Colcas, específicamente en la quebrada Santa Cruz. Esta información es de utilidad para la gestión del riesgo en los centros poblados ubicados dentro de la subcuenca, así como en toda su zona de influencia.			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			
Relevancia / Aportes			
Establece la metodología para la elaboración del mapa de zonificación de riesgos			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
005		TRL 1	
Título			
Situación de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña en el Perú : Informe anual 2018			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Nacional	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			2018
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Inaigem	https://repositorio.inaigem.gob.pe/items/3c2a4c81-436f-4ca5-80a2-c25437a8fe0e		-
Resumen			
El documento presenta el estado actual de los glaciares y de los ecosistemas de montaña en el país, al 2018, considerando su papel clave en los procesos de cambio climático. Asimismo, expone las acciones que la entidad ha implementado en respuesta a esta problemática.			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			
Relevancia / Aportes			
Análisis situacional de los glaciares y ecosistemas de montañas en el Perú, 2018			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
006		TRL 1	
Título			
Situación de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña en el Perú: Informe anual 2017			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Nacional	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			2017
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Inaigem	https://repositorio.inaigem.gob.pe/items/53df91d1-d238-420d-8fe8-600203b55b87		-
Resumen			
El documento expone la situación actual de los glaciares y los ecosistemas de montaña en el país, al 2017, en tanto componentes clave frente al cambio climático, así como las acciones emprendidas por la entidad para su monitoreo, conservación y gestión.			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			
Relevancia / Aportes			
Análisis situacional de los glaciares y ecosistemas de montañas en el Perú, 2017			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
007		TRL 1	
Título			
Situación de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña en el Perú: Informe anual 2016			
Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto	Riesgo y/o impacto
Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Disminución de la superficie glaciar	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			2016
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Inaigem	https://repositorio.inaigem.gob.pe/items/d7910d4a-0ebe-4f9c-9661-14c591368adf		-
Resumen			
El informe presenta los antecedentes de las investigaciones realizadas en el Perú sobre glaciares y ecosistemas de montaña. Se aborda la vulnerabilidad de los glaciares y lagunas glaciares frente al cambio climático, los riesgos asociados y las obras de seguridad implementadas. Asimismo, se describen las estrategias de investigación definidas en función de los objetivos institucionales, así como los principales resultados y logros alcanzados.			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			
Relevancia / Aportes			
Análisis situacional de los glaciares y ecosistemas de montañas en el Perú, 2016			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
008		TRL 1	
Título			
Informe de la Situación de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña en el Perú 2019			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Nacional	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			2019
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Inaigem	https://repositorio.inaigem.gob.pe/items/ad7e6fba-c9ee-4516-bf7d-42a368c105d1		-
Resumen			
En el informe se resume sus investigaciones principales y otras actividades pertinentes.			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			
Relevancia / Aportes			
Análisis situacional de los glaciares y ecosistemas de montañas en el Perú, 2016			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
009		TRL 1	
Título			
Informe Técnico N° 6: Investigación para la elaboración del mapa de peligros, su reducción de riesgos y la adaptación al cambio climático en ambientes de subcuencas glaciares en el Perú en la subcuenca del río Pariac, Huaraz, Áncash.			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Movimiento de masas
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			2018
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Biblioteca SIGRID	https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/10562		-
Resumen			
El objetivo del informe es determinar las condiciones de peligrosidad de la laguna Rajucolta desde los enfoques glaciológico, geológico-geotécnico y geodinámico, así como analizar sus condiciones glaciológico-hidrológicas para evaluar su viabilidad como embalse regulador.			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			
Relevancia / Aportes			
Establece la metodología para determinar las condiciones de peligrosidad de lagunas alto andinas			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
010		TRL 1	
Título			
Informe Técnico N° 5: Investigación para la elaboración del mapa de peligros, reducción del riesgo y la adaptación al cambio climático en ambientes de subcuencas glaciares del Perú. Subcuenca del río Quillcay, Huaraz, Áncash.			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Movimiento de masas
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			2018
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Biblioteca SIGRID	https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/10559		-
Resumen			
El objetivo del informe es determinar el nivel de susceptibilidad a peligros por movimientos de masas en la subcuenca del río Quillcay, con énfasis en las quebradas Cojup (laguna Palcacocha), Quillcayhuanca (lagunas Tullparaju y Cuchillacocha) y Shallap (laguna Shallap), sobre la base de estudios geológicos, geomorfológicos, geotécnicos y de pendientes. Los resultados obtenidos serán plasmados en un mapa de susceptibilidad a movimientos de masas.			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			
Relevancia / Aportes			
Establece la metodología para determinar el nivel de susceptibilidad al peligro por movimientos de masas			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
011		TRL 1	
Título			
Informe Técnico N° 23: Diagnóstico de la situación actual en la cordillera La Raya, departamentos Cusco y Puno.			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Cusco y Puno	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			2016
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Glaciares y Ecosistemas de Montaña Nacional	https://repositorio.lnagem.gob.pe/items/dbe00e69-8f3a-4da7-9f18-3f1432370a67		-
Resumen			
El objetivo del informe es evaluar las condiciones actuales de los glaciares en proceso de extinción en la cordillera La Raya, así como analizar el estado de los cuerpos de agua asociados, su aporte hídrico y los ecosistemas de montaña. Asimismo, se recopilan las percepciones de la población sobre el cambio climático, el retroceso glaciar y las medidas de adaptación implementadas o requeridas.			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña			
Relevancia / Aportes			
Caracteriza las condiciones actuales de los glaciares en extinción de la cordillera La Raya			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
012		SRL 8	
Título			
Medidas de implementación identificadas en áreas claves para la mitigación de riesgos y la resiliencia al cambio climático			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Multirriesgo
Autor(es)			Año
Instituto Andino de Montaña			2022
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Biblioteca SIGRID	https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/16430		-
Resumen			
El estudio identifica medidas basadas en ecosistemas orientadas a mitigar los riesgos y fortalecer la resiliencia frente al cambio climático en áreas clave de la Reserva de Biósfera Huascarán.			
Instituciones			
Instituto Andino de Montaña, Perú Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japón Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, Perú Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, Perú			
Relevancia / Aportes			
Identifica medidas basadas en ecosistemas para mitigar riesgos y mejorar la resiliencia al cambio climático en áreas claves de la Reserva de Biósfera Huascarán			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
013		TRL 2	
Título			
Balance energético neto del glaciar Quisoquipina en la cordillera Vilcanota			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Cusco	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Suarez, Wilson			2014
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú	https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/943		-
Resumen			
El estudio expone los primeros resultados del monitoreo climático realizado en un entorno glaciar por el Senamhi, en la cordillera del Vilcanota, al sur del país. En primer lugar, se analiza la evolución de la cobertura espacial del glaciar Quisoquipina a partir de imágenes satelitales LANDSAT 5. A continuación, se presentan los primeros registros de temperatura obtenidos tras dos años de mediciones continuas, gracias a una nueva estación climática instalada directamente sobre el glaciar, a una altitud de 5.180 metros. Esta estación es la segunda más alta del país (la más elevada se encuentra en el nevado Coropuna, a 5.800 metros) y una de las únicas dos que el Senamhi opera por encima de los 5.000 metros. Finalmente, los resultados obtenidos permiten realizar comparaciones sobre la radiación neta con estudios previos realizados en glaciares de los Andes de Ecuador y Bolivia, aportando información valiosa para el entendimiento regional de los procesos glaciares en el contexto del cambio climático.			
Instituciones			
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú			
Relevancia / Aportes			
Establece la metodología para el uso de imágenes satelitales para el estudio de la disminución de la superficie glaciar			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
014		TRL 2	
Título			
Evolución de la cobertura glaciar de las cuencas Chillón, Rímac, Lurín, y parte alta del Mantaro			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Lima	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Suárez, Wilson			2015
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú	https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/944		-
Resumen			
Este informe expone los resultados del estudio de glaciares realizado en el marco del convenio entre el Senamhi y Sedapal. Su objetivo principal es determinar la evolución de la cobertura glaciar en las cuencas de Lurín, Chillón, Rímac y la parte alta del Mantaro. El documento incluye un marco teórico general, la metodología empleada para el análisis espacial de la cobertura glaciar a nivel regional, así como el análisis de la precipitación. También presenta una descripción detallada de los resultados obtenidos, las conclusiones del estudio y una serie de recomendaciones.			
Instituciones			
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú; Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima			
Relevancia / Aportes			
Establece la metodología para el análisis espacial de cobertura glaciar a nivel regional y el análisis de la precipitación			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
015		TRL 2	
Título			
Nota técnica: Retroceso glaciar en los Andes del centro y sur del Perú: mecanismos atmosféricos asociados			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Región central y sur del Perú	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú			2011
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú	https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/3358		-
Resumen			
En la nota técnica se analizan los mecanismos atmosféricos asociados al retroceso glaciar en la región central y sur del Perú, específicamente en las cuencas de los ríos Mantaro y Urubamba, áreas de interés para el Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA). La literatura especializada ha documentado que el retroceso glaciar en los Andes peruanos se ha intensificado de manera significativa desde fines de la década de 1970. Este estudio sugiere que dicha intensificación puede explicarse en gran medida por las oscilaciones climáticas naturales, en particular por la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés). Sin embargo, el cambio climático asociado al aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera ha amplificado sustancialmente los impactos sobre las variaciones naturales del clima, acelerando así el proceso de pérdida glaciar.			
Instituciones			
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú			
Relevancia / Aportes			
Registro de la disminución de la superficie glaciar desde fines del año 1970			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
016		TRL 3	
Título			
La escorrentía futura de las cuencas glaciizadas de los Andes centrales podría disminuir sustancialmente			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Nacional	Zona periglaciaria y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Kronenberg, Marlene; Schauwecker, Simone; Huggel, Christian; Salzmann, Nadine; Drenkhan, Fabian; Frey, Holger; Giráldez, Claudia; Gurgiser, Wolfgang; Kaser, Georg; Suarez, Wilson; García Hernández, Javier; Fluixá-Sanmartín, Javier; Ayros, E.; Rohrer, Mario			2016
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú	https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1979		-
Resumen			
<p>En el Perú, aproximadamente el 50% de la energía se genera en centrales hidroeléctricas, muchas de las cuales dependen del agua proveniente de cuencas glaciares. Estas cuencas no solo son esenciales para la producción energética, sino también para otras actividades socioeconómicas claves, como la agricultura. Sin embargo, se prevé que tanto la cantidad como la estacionalidad del agua derivada del deshielo glaciar experimenten cambios significativos como consecuencia del calentamiento global. A medida que los glaciares continúen disminuyendo, la escorrentía se volverá cada vez más sensible a posibles alteraciones en los patrones de precipitación. Un estudio reciente (Neukom et al., 2015) estima que, hacia fines del siglo XXI, las precipitaciones durante la estación húmeda en los Andes centrales podrían reducirse entre un 19% y un 33% en comparación con los niveles actuales. En este contexto, analizamos la disponibilidad futura de escorrentía en cuencas glaciares seleccionadas de los Andes peruanos. Como primer paso se aplicó el modelo simplificado de balance energético y escorrentía ITGG-2.0-R para las condiciones actuales.</p>			
Instituciones			
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú			
Relevancia / Aportes			
Investigación sobre la disponibilidad futura de escorrentía para cuencas glaciares seleccionadas en los Andes peruanos			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
017		TRL 3	
Título			
Variaciones glaciares y disponibilidad de agua en la cordillera Blanca del Perú desde hace 40 años			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Condom, Thomas; Suarez, Wilson; Cochachin Rapre, Alejo; Gómez, Jesús			2010
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú	https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/2017		10.13140/2.1.1463.0085
Resumen			
<p>En el Perú, el retroceso de los glaciares es un fenómeno observado desde hace más de tres décadas. Este estudio se centra en la cordillera Blanca, la formación glaciar más extensa e importante del país, ubicada en el ramal occidental de los Andes del norte peruano (latitudes sur: 7°57'-10°13'; longitudes oeste: 77°17'-78°18'). A partir del inventario de glaciares elaborado por Hidrandina (1989), basado en fotografías aéreas correspondientes a los años 1962 y 1970, y comparándolo con imágenes satelitales ASTER del periodo 2004-2006, se ha determinado que la superficie glaciar de toda la cordillera Blanca se redujo de $728 \pm 25 \text{ km}^2$ a $498 \pm 23 \text{ km}^2$. Asimismo, el volumen de hielo estimado mediante una relación empírica pasó de $50 \pm 1,2 \text{ km}^3$ a $31,2 \pm 0,75 \text{ km}^3$. Por otro lado, se desarrolló una ecuación calibrada para el periodo 2003-2007 que permite calcular la altitud de la línea de equilibrio glaciar (Equilibrium Line Altitude, ELA) en función de la temperatura y la precipitación media anual. Utilizando dicha ecuación y con base en las proyecciones climáticas para el horizonte 2020-2029, se propone un rango estimado para la ELA en ese escenario futuro. Si quieres una versión con un tono más técnico o más divulgativo, también puedo ayudarte con eso.</p>			
Instituciones			
Instituto Colombiano de Ingeniería y Minería			
Relevancia / Aportes			
Analiza mediante el procesamiento de imágenes la disponibilidad de la cobertura glaciar en la cordillera Blanca y propone un rango de la ELA a partir de modelos matemáticos y proyecciones climáticas			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
018		TRL 3	
Título			
Estudio científico sobre paleoclima - Boletín Informativo Trimestral, vol. 2, nro. 2			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Zona periglaciaria y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú			1996
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú	https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/3427		10.13140/2.1.1463.0085
Resumen			
<p>Las fluctuaciones de los glaciares en zonas montañosas están determinadas por cambios en el balance de masa y energía en la superficie terrestre. El ritmo y la magnitud de dichas variaciones pueden cuantificarse en distintos intervalos de tiempo y expresarse en términos de flujos de energía, lo que permite analizar su variabilidad a largo plazo. Esta aproximación facilita la comparación directa con otros efectos derivados de perturbaciones naturales, así como con el impacto del efecto invernadero de origen antropogénico. Los cambios en los glaciares constituyen una de las señales más evidentes de las tendencias persistentes de calentamiento en el sistema climático. El estudio establece que resulta fundamental evaluar las variaciones climáticas y ambientales recientes desde una perspectiva de largo plazo, la cual puede ser obtenida a través de indicadores indirectos o sustitutos de registros climáticos. Estas reconstrucciones históricas del clima pueden derivarse de muestras de hielo sólido recolectadas en casquetes glaciares tropicales de gran altitud cuidadosamente seleccionados, así como de placas de hielo polares. Igualmente, se presentan nuevos alcances relacionados con la interpretación de algunos resultados obtenidos a partir de los análisis realizados sobre dichas muestras.</p>			
Instituciones			
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú			
Relevancia / Aportes			
Analiza las fluctuaciones de la cobertura de los glaciares del departamento de Áncash			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
019		TRL 3	
Título			
Determinación de la relación entre el cambio climático, el retroceso de los glaciares y los impactos en la disponibilidad del agua en el Perú			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash, Arequipa, Cusco	Zona periglaciaria y glaciar	5.000 a más	Estrés hídrico
Autor(es)			Año
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú			2009
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú	https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/872		-
Resumen			
<p>Este estudio se desarrolló en el marco del convenio con CONAM dentro del marco de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático –SCNCC y con el financiamiento del PNUD. El estudio se desarrolló en tres etapas principales. Primera etapa: Esquematización del sistema hidro-glaciar. Esta se centró en la elaboración del esquema del sistema hidro-glaciar en las zonas de estudio: cordillera Blanca (Áncash), Coropuna (Arequipa) y Salkantay (Cusco). Para ello, se realizaron campañas de aforo y trabajos de campo y gabinete, que permitieron integrar información hidrogeomorfológica e hidrológica. Esta integración posibilitó una mejor comprensión de los mecanismos de alteración del ciclo hidrológico en estos entornos. Segunda etapa: Sensoramiento remoto. En esta etapa se aplicaron herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y se procesaron imágenes satelitales (de sensores pasivos), fundamentales para la toma de decisiones en el manejo sostenible de los recursos naturales. El objetivo principal fue identificar y analizar, mediante imágenes satelitales, el retroceso glaciar en las cordilleras Blanca, Coropuna y Salkantay, atribuido al incremento de la temperatura, que impide procesos normales de rehielo durante los meses tradicionalmente fríos. Tercera etapa: Escenarios de cambio climático y modelización. En esta fase final se desarrollaron escenarios climáticos prospectivos que consideran posibles variaciones en variables claves como la temperatura y la precipitación, y su impacto en el ciclo hidrológico. Se analizó la disponibilidad hídrica superficial futura con base en proyecciones para los años 2020 y 2030, extraídas del estudio Escenarios de cambio climático a nivel nacional y en cuencas priorizadas, elaborado por el Centro de Pronóstico Numérico del Senamhi. Asimismo, se llevó a cabo un ejercicio de modelización utilizando información climática proyectada por el Senamhi para el periodo 2012-2035, a fin de aproximarse a la evolución futura de los recursos hídricos y del comportamiento glaciar en las zonas de estudio.</p>			
Instituciones			
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú			
Relevancia / Aportes			
La investigación desarrolla tres técnicas (i) esquematización del sistema hidroco-glaciar, (ii) sensoramiento remoto con imágenes satelitales y (iii) desarrollo de escenarios sobre elementos climáticos que alteran el ciclo hidrológico del agua.			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
020		TRL 3	
Título			
Escenarios climáticos futuros y disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río Santa			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú			2005
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú	https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/210.pdf		
Resumen			
<p>El estudio determina la disponibilidad de recursos hídricos a partir de la generación de escenarios climáticos globales y regionales de temperatura en altitudes cercanas a los 5.000 m s. n. m., correlacionando dicha variable con el retroceso glaciar. El análisis comprende los escenarios A2 y B2 de los modelos climáticos globales (MCG) para la temperatura del aire en los niveles medios de la atmósfera, representados por el nivel de 500 hPa, durante el periodo 2000-2050. Estos escenarios reflejan condiciones extremas de alta (A2) y baja (B2) emisión de gases de efecto invernadero (GEI), respectivamente. El estudio se desarrolló tanto a nivel regional (Sudamérica) como local (en el punto más alto de la cordillera Blanca), y se complementó con el modelamiento regional mediante el procesamiento del modelo RAMS. Los resultados obtenidos fueron integrados en una base de datos de escenarios futuros de temperatura del aire a 5.000 m s. n. m., la cual fue empleada como insumo para un modelo estadístico que correlaciona la temperatura con la disponibilidad hídrica basada en el escurrimiento glaciar. Este modelo estadístico fue previamente diseñado y ejecutado por el IRD. Con base en las proyecciones de temperatura generadas, dicho instituto desarrolló las previsiones del escurrimiento glaciar, permitiendo identificar con mayor precisión las tendencias de comportamiento de los glaciares en los próximos 50 años y evidenciar una deglaciación progresiva e inminente.</p>			
Instituciones			
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú			
Relevancia / Aportes			
Analiza la influencia gases de efecto invernadero (GEI) en la disminución de la superficie glaciar			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
021		TRL 5	
Título			
Evaluación de la seguridad hídrica presente y futura bajo cambios antropogénicos y climáticos utilizando el modelo WEAP en la cuenca del Vilcanota-Urubamba, Cusco, Perú			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Cusco	Zona periglaciaria y glaciar	5.000 a más	Estrés hídrico
Autor(es)			Año
Goyburo Andrés; Rau Pedro; Lavado-Casimiro Waldo; Buytaert Wouter; Cuadros-Adriazola José; Horna Daniel			2023
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC)	https://www.mdpi.com/2073-4441/15/7/1439		https://doi.org/10.3390/w15071439
Resumen			
<p>Esta investigación evalúa los niveles de seguridad hídrica actuales (2010-2016), a corto (2017-2040), mediano (2041-2070) y largo plazo (2071-2099) considerando escenarios socioeconómicos y de cambio climático utilizando, el Sistema de Evaluación y Planificación del Agua (WEAP) en la cuenca del Vilcanota-Urubamba (VUB). Los datos de caudal de la estación hidrométrica de Pisac se utilizaron para calibrar (1987-2006) y validar (2007-2016) el Modelo WEAP aplicado a la región VUB. Los valores de eficiencia de Nash Sutcliffe fueron 0,60 y 0,84 para la calibración y la validación, respectivamente. Se generaron diferentes escenarios para factores socioeconómicos (crecimiento poblacional y aumento de la eficiencia del riego) y el impacto del cambio climático para evaluar su efecto en el sistema actual de abastecimiento de agua. Los resultados revelan que la disponibilidad de agua es mucho mayor que la demanda actual en la VUB para el período (2010-2016). Para el corto, mediano y largo plazo, se consideraron dos escenarios, "Escenario 1" (RCP 4.5) y "Escenario 2" (RCP 8.5). Los escenarios de cambio climático muestran que la disponibilidad de agua aumentará. Sin embargo, este aumento no cubrirá las demandas futuras en todas las subcuencas porque la disponibilidad de agua no está distribuida uniformemente en toda la VUB. En ambos escenarios, se detectó una demanda insatisfecha a partir de 2050. Para el período 2071-2099, se estimó una demanda insatisfecha de 477 hm³/año para el "Escenario 1" y 446 hm³/año para el "Escenario 2". Debido a que las demandas de población y agricultura son las más altas, se simuló los efectos de reducir la tasa de crecimiento y mejorar la estructura de riego. Por lo tanto, se generaron dos escenarios adicionales: el "Escenario 3" (RCP 4.5 con gestión) y el "Escenario 4" (RCP 8.5 con gestión). Esta gestión socioeconómica demostró ser eficaz para reducir la demanda insatisfecha hasta en un 50% en todas las subcuencas durante el período 2071-2099.</p>			
Instituciones			
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú; Condesan; UTEC; Imperial College London			
Relevancia / Aportes			
Ofrece un modelo que permite predecir los niveles de seguridad hídrica para la cuenca de Vilcanota-Urubamba. El estudio examina el potencial de las estrategias de adaptación propuestas actualmente en la región VUB para compensar los impactos del cambio climático en el ciclo hidrológico y la creciente demanda de agua a las tasas actuales de aumento.			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
022		TRL 2	
Título			
Temporal dynamics of glacier retreat and its relationship with local climate in Cordillera Apolobamba, Peru.			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Puno	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Laqui, W., Zubieta, R., Laqui-Vilca, Y., Calizaya, E., & Laqui-Vilca, C.			2023
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Modeling Earth Systems and Environment	https://repositorio.igp.gob.pe/items/1267dd7d-4af1-4ae2-a44a-2b9578035a05		https://doi.org/10.1007/s40808-023-01865-5
Resumen			
<p>Este estudio ofrece una evaluación exhaustiva de la evolución temporal del retroceso glaciar y su relación con el clima local en la cordillera Apolobamba, Perú, durante el periodo 1986-2015. Utilizando imágenes satelitales Landsat y el Índice de Nieve de Diferencia Normalizada (NDSI), se cuantificaron los cambios en la cobertura glaciar en intervalos de cinco años, comenzando en 1986. Asimismo, se analizaron los factores climáticos asociados a estos cambios a partir de datos meteorológicos locales. Los resultados evidencian una tendencia marcada en la evolución de las áreas glaciares de la cordillera. Para el año 2015, la extensión glaciar se había reducido en aproximadamente un 51,84% respecto a la superficie registrada en 1986, con una tasa media anual de pérdida de 0,79 km² por año. Esta reducción representa una disminución sustancial del volumen glaciar durante el periodo analizado. El estudio identifica relaciones tanto directas como inversas entre la precipitación, la temperatura y la tasa de retroceso glaciar. En particular, se observa que la temperatura constituye el principal impulsor de la pérdida de superficie glaciar, mientras que la precipitación modula la velocidad de dicho retroceso. Estos hallazgos aportan evidencia clave para la toma de decisiones en políticas públicas y gestión ambiental, y resultan especialmente relevantes para investigadores y actores involucrados en la gestión sostenible de los recursos hídricos en regiones de alta montaña.</p>			
Instituciones			
Instituto Geofísico del Perú			
Relevancia / Aportes			
Identifica las relaciones directas e inversas entre precipitación, temperatura y la tasa de retirada de los glaciares			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
023		TRL 2	
Título			
Efectos de las anomalías climáticas en la cobertura de nieve de los glaciares centrales del Perú.			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Junín, Lima	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Arroyo, J., Gurmendi, P., y Machuca, E.			2015
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Apuntes de Ciencia & Sociedad	https://repositorio.igp.gob.pe/items/82e15f11-fb11-423a-a5ac-2efdb61b8b5b		https://doi.org/10.18259/acs.2015022
Resumen			
<p>El objetivo de esta investigación fue identificar los efectos de las anomalías climáticas sobre la cobertura de nieve en los glaciares centrales del Perú. Se emplearon tres métodos principales: el índice de precipitación estandarizada (SPI), para el análisis de las anomalías climáticas; la transformada rápida de Fourier, para identificar la variabilidad climática; y técnicas de geoprocésamiento de imágenes satelitales Landsat, para evaluar los cambios en la cobertura de nieve. Resultados. En el glaciar Huaytapallana se identificaron cuatro anomalías negativas: una extremadamente seca en 1991 y tres muy secas en 1986, 2005 y 2009. Asimismo, se detectaron tres anomalías positivas: dos extremadamente lluviosas en 1985 y 2010, y una muy lluviosa en 1966. Estas anomalías influyeron tanto en la pérdida como en la acumulación del manto nival. En el glaciar Pariaqqa se hallaron tres anomalías negativas: una extremadamente seca en 1991 y dos muy secas en 1990 y 2013. También se identificaron cuatro anomalías positivas: dos extremadamente lluviosas en 1972 y 2000, y dos muy lluviosas en 1966 y 2011, las cuales contribuyeron a la acumulación de nieve.</p> <p>Conclusión: la pérdida neta de cobertura nival fue de 5 km² en el glaciar Huaytapallana y de 7 km² en el glaciar Pariaqqa. No obstante, se observó un incremento del manto de nieve en ambos glaciares durante los ciclos hidrológicos de 2010, 2011 y 2012. Este incremento se atribuye al aumento de la intensidad de las precipitaciones, ocasionado por alteraciones en los patrones de circulación atmosférica asociadas al fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO).</p>			
Instituciones			
Instituto Geofísico del Perú			
Relevancia / Aportes			
El empleo de la transformada rápida de Fourier para la identificación de variables climáticas			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
024		TRL 2	
Título			
Evaluación de sequías y del riesgo potencial a la ocurrencia de incendios forestales en ecosistemas altoandinos mediante uso de sensores remotos (tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola)			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Nacional	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Incendios forestales
Autor(es)			Año
Ccanchi, Y. J.			2021
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.	https://repositorio.igp.gob.pe/items/f881114a-216a-4e80-ad2c-1193df73d969		-
Resumen			
<p>En las últimas décadas, se ha incrementado el registro de incendios forestales en los ecosistemas naturales de los Andes peruanos. Sin embargo, aún son escasas las investigaciones que analizan las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de estos eventos. El estudio caracteriza las condiciones climáticas y vegetativas en pastizales andinos, matorrales andinos y bosques naturales de las regiones de Cajamarca y Cusco, las más afectadas durante el periodo 2002-2016.</p> <p>Para el análisis de las variables climáticas de precipitación y temperatura máxima se empleó el producto PISCO del Senamhi. La caracterización de la vegetación se realizó mediante índices de vegetación derivados de los datos de reflectancia MOD09A1 del sensor MODIS.</p> <p>Los resultados evidencian que los bajos niveles de humedad y las altas temperaturas asociadas a sequías — relacionadas con anomalías positivas de la temperatura superficial del mar en el océano Pacífico (durante eventos El Niño) y en el Atlántico— durante los años 2005, 2010 y 2016, generaron condiciones propicias para un incremento severo de los incendios forestales en las regiones evaluadas.</p> <p>El análisis de la precipitación acumulada, la frecuencia de días secos y la frecuencia de días calurosos indica que estas variables se asocian más estrechamente con el desarrollo de incendios forestales durante la estación seca y el inicio de la temporada de lluvias. Asimismo, se identificaron umbrales críticos de los índices de vegetación VARI (para Cajamarca) y GVMI (para Cusco), que permiten definir condiciones vegetativas potencialmente propicias para la ocurrencia de incendios tanto en años normales como en años de alta incidencia.</p> <p>El monitoreo sistemático de estos factores climáticos y vegetativos puede contribuir significativamente al diseño de estrategias orientadas a reducir los impactos negativos de los incendios forestales sobre los ecosistemas altoandinos, los regímenes hidrológicos y la disponibilidad hídrica del país.</p>			
Instituciones			
Instituto Geofísico del Perú			
Relevancia / Aportes			
Debido a que los estudios sobre el impacto de los incendios forestales en ecosistemas de alta montaña son escasos, la presente investigación supone un aporte significativo.			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
025		No aplica	
Título			
Adaptación al cambio climático en los Andes: Vacíos y prioridades para la gestión del conocimiento			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Andes tropicales y australes	Ecosistemas de alta montaña	2.500 a más	Multirriesgo
Autor(es)			Año
Llambí, L.D. y Garcés, A.			2021
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado	https://sis.sernanp.gob.pe/biblioteca/?publicacion=2614		https://doi.org/10.18259/acs.2015022
Resumen			
<p>El objetivo de este documento es identificar los principales vacíos de conocimiento en torno a los diversos aspectos relacionados con la adaptación al cambio climático en la región andina. Para ello, se aborda el análisis de los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas y las sociedades andinas, así como los mecanismos de gestión del conocimiento que pueden orientar el diseño e implementación de estrategias de adaptación. La propuesta metodológica combina una revisión exhaustiva de la literatura científica y de las agendas de investigación existentes —tanto a nivel global como en los Andes— con la experiencia acumulada por Condesan y otras instituciones regionales en temas de adaptación, y con la perspectiva de actores clave, entre ellos los tomadores de decisión, especialistas en cambio climático y responsables de la ejecución de proyectos y soluciones de adaptación en los Andes.</p>			
Instituciones			
Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (Condesan)			
Relevancia / Aportes			
Identifica los principales vacíos de conocimiento sobre los diferentes aspectos vinculados a la adaptación al cambio climático en los Andes sudamericanos			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
026		TRL 3	
Título			
Panorama andino sobre cambio climático: Vulnerabilidad y adaptación en los Andes Tropicales			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Andes tropicales	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Multirriesgo
Autor(es)			Año
Cuesta, F., Bustamante, M., Becerra, M.T., Postigo, J., Peralvo, J. (Eds.)			2012
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Autoridad Nacional del Agua	https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4610		-
Resumen			
<p>El estudio se centra en la región de los Andes tropicales, una zona caracterizada por una alta heterogeneidad ambiental y social, que plantea importantes desafíos para el análisis y la implementación de políticas frente al cambio climático. Se abordan los escenarios globales de cambio climático, examinando su aplicabilidad y limitaciones en un contexto geográficamente complejo como el andino. Se reportan ejercicios de modelamiento sobre los posibles impactos del cambio climático en aspectos clave como el recurso hídrico, la biodiversidad y un conjunto representativo de cultivos andinos. El documento presenta además una sistematización de programas y proyectos de adaptación impulsados por la cooperación internacional en la región, con énfasis en los ejes temáticos prioritarios. Se analizan los avances en la institucionalidad y las estrategias nacionales adoptadas por los países miembros de la Comunidad Andina, en el marco de los compromisos asumidos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, destacando su potencial para fortalecer la articulación entre la gestión pública y las acciones de la sociedad civil. Finalmente, se propone una discusión integrada de los principales hallazgos derivados del conjunto de investigaciones revisadas, junto con recomendaciones concretas orientadas a mejorar la capacidad adaptativa de la región frente al cambio climático.</p>			
Instituciones			
Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina (Condesan), Secretaría General de la Comunidad Andina (SGCAN).			
Relevancia / Aportes			
Describe escenarios de cambio climático y sistematiza acciones de adaptación promovidas por la cooperación internacional en la región andina			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
027		TRL 3	
Título			
Análisis del proceso de pérdida y retroceso glaciar a nivel nacional y el impacto a nivel regional			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Nacional	Zona periglaciar y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Centro Nacional de Planeamiento Estratégico			2023
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Plataforma de información territorial para el planeamiento estratégico	https://geo.ceplan.gob.pe/uploads/Analisis_proceso_perdida_retroceso_glaciar.pdf		https://doi.org/10.18259/acs.2015022
Resumen			
El objetivo del documento es analizar el proceso de pérdida y retroceso de los glaciares en el Perú, mediante la identificación de las zonas más representativas y afectadas a nivel nacional. Asimismo, se busca destacar la importancia de su protección, incorporando el uso de cartografía regional como herramienta clave para el estudio de este fenómeno.			
Instituciones			
Centro Nacional de Planeamiento Estratégico			
Relevancia / Aportes			
Identifica a los departamentos con mayor cantidad de glaciares (Cusco, Áncash, Lima y Junín) y a las principales cordilleras con mayor cantidad de reserva hídrica. Por último, da a conocer alcances sobre la prospectiva del proceso de pérdida y retroceso glaciar y recomendaciones para afrontarla			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
028		TRL 3	
Título			
Riesgos globales y nacionales para el Perú 2021-2031			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Nacional	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas
Autor(es)			Año
Yiem Ataucusi Ataucusi, José Luis Vásquez Pérez, Carmen del Rosario Bahamonde Quinteros, Hans Stehli Torrecilla, Alberto Enrique del Aguila, Diana Dávila			2021
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Plataforma de información territorial para el planeamiento estratégico	https://geo.ceplan.gob.pe/uploads/2021_Reporte_2021_Riesgos_globales_y_nacionales_para_el_Per%C3%BA_2021-2031_3ra_edici%C3%B3n.pdf		https://doi.org/10.18259/acs.2015022
Resumen			
Actualiza y analiza los riesgos globales y nacionales que se han materializado, así como aquellos cuya probabilidad de ocurrencia, impacto o ambos se han intensificado como consecuencia de la crisis sanitaria global iniciada a fines de 2019.			
Instituciones			
Centro Nacional de Planeamiento Estratégico			
Relevancia / Aportes			
El estudio identifica el riesgo de pérdidas graves de biodiversidad y el colapso de los ecosistemas, como uno de los 30 principales riesgos que se han exacerbado a raíz de la pandemia de la COVID-19. Asimismo, a partir de la revisión de fuentes secundarias del Ministerio del Ambiente (Minam), se señala que los ecosistemas con mayor superficie de degradación son: (i) el bosque de colina baja, (ii) el bosque basimontano de yunga, (iii) el bosque aluvial inundable, (iv) el bosque montano de yunga, (v) el bosque altimontano (pluvial) de yunga y (vi) el bosque de colina alta.			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
029		TRL 2	
Título			
Megatendencias 2050: grandes retos e implicancias			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Nacional	Zona periglaciaria y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Yiem Ataucusi Ataucusi, Milagros Estrada Ramos			2022
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Plataforma de información territorial para el planeamiento estratégico	https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3294036/CEPLAN%20-%20Megatendencias%202050%20grandes%20retos%20e%20implicancias.pdf.pdf?v=1672951695		-
Resumen			
<p>El estudio identifica y analiza nueve megatendencias que configuran los principales desafíos globales del presente y futuro: (i) escasez de recursos naturales, (ii) cambio climático y degradación ambiental, (iii) transformación en los patrones de enfermedades y en los sistemas de salud, (iv) aumento de las desigualdades y persistencia de los conflictos sociales, (v) envejecimiento de la población, (vi) rápida urbanización a escala global, (vii) acelerada innovación y desarrollo tecnológico, (viii) consolidación de un mundo poli-nodal, y (ix) crisis del liberalismo y del modelo de globalización vigente. En particular la megatendencia 2 relativa al cambio climático y la degradación ambiental se subdivide en tres temas centrales: cambio climático, degradación ambiental y conciencia ambiental. Cada uno de estos temas son analizados</p>			
Instituciones			
Centro Nacional de Planeamiento Estratégico			
Relevancia / Aportes			
Da a conocer los impactos actuales y potenciales del cambio climático y la degradación ambiental sobre los glaciares, resaltando sus consecuencias ecológicas, sociales y económicas.			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
030		TRL 3	
Título			
Seasonal differences in trace metal concentrations in the major rivers of the hyper-arid southwestern Andes basins of Peru			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Arequipa	Ecosistemas de montaña	4000 a 4410	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Alexander Ccancapa-Cartagena et al.			2023
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Journal of Environmental Management	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479723012811		https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118493
Resumen			
<p>The southern rivers of Peru originate in the Andes Mountains and flow in a southwestern direction to the Pacific Ocean through one of the most hyper-arid regions of the world. During each sub-equatorial summer from December to February, rains and snow melt in the Andes increase the streamflow in these rivers, even as they pass through the 100 km arid zone to the ocean. This study quantified seasonal dynamics of 34 trace metal elements (TM) and other constituent concentrations in four southern river basins of Peru (Chili-Quilca, Tambo, Camana-Majes-Colca, and Ocoña) during 2019-2020. Consistent with previous studies, we observed that: (1) the river water in the southern basins had relatively high concentrations of B, As, Fe, Al, Mn, P, Pb and Ni, with As the most ubiquitous toxic TM in all the basins, often detected at concentrations surpassing Peruvian and USEPA regulated concentrations; and (2) basins with the most to least toxic TM contamination were the Tambo > Chili-Quilca > Camana-Majes-Colca > Ocoña. Seasonal streamflow strongly influenced the concentrations of twenty TM, with 15 TM (Al, Au, Ba, Cd, Co, Cu, Fe, Gd, Mn, Ni, P, Pb, Ti, Yb and Zr) consistently higher in the wet season, and with As, B, Ge, Li, and Pd higher in the dry season. Our results improve the understanding of seasonal variability and vulnerability in western Andes superficial water sources, which are highly influenced by both local geogenic and anthropogenic conditions. A Spanish translation of this paper is available in the online Supplementary Material.</p>			
Instituciones			
Lyles School of Civil Engineering, Purdue University, Estados Unidos; Departamento de Química, Independencia, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú; Escuela Profesional de Antropología, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Perú; Autoridad Nacional del Agua del Perú, AAA Caplina-Ocoña, Arequipa; Autoridad Autónoma de Majes, Arequipa, Perú; Department of Earth & Atmospheric and Planetary Sciences, Purdue University, West Lafayette; Environmental and Ecological Engineering, Purdue University, USA			
Relevancia / Aportes			
Los resultados presentados ofrecen una indicación inicial de cómo la estacionalidad del clima afecta las concentraciones de 38 elementos (22 regulados y 18 no regulados) en las cuencas del sur alrededor de Arequipa			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
031		TRL 3	
Título			
Soil temperature and local initial conditions drive carbon and nitrogen build-up in young proglacial soils in the Tropical Andes and European Alps			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y o impacto
Áncash	Ecosistemas de montaña	4630-4740	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Anaïs Zimmer et al.			2024
Revista / repositorio	Enlace		DOI
CATENA	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816223007361		https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107645
Resumen			
<p>Climate warming has accelerated the retreat of mountain glaciers worldwide, exposing new areas to weathering, vegetation colonization, and soil formation. In light of probable climate changes such as warming and new extremes, understanding the factors that control soil organic carbon (SOC) and nitrogen build-up is crucial to comprehend proglacial soils and ecosystem formation. To this end, we examine the evolution of SOC, nitrogen (total N and NH₄⁺), and phosphorus (available P) along nine 120-year chronosequences of deglaciation distributed between the European Alps and Tropical Andes. Our dataset includes geochemical analyses of 188 soil samples, in situ soil temperature data for the period 2019-2022, and hydrographic variables. Although time controls proglacial soil development at all sites, our study highlights distinct pedogenesis dynamics between proglacial landscapes depending on the micro and macro environmental context. Differences in soil development were strongly driven by growing degree days (GDD), maximum soil temperature, and parent material. Notably, we identified a positive effect of GDD on SOC and N (total N and NH₄⁺), while our results indicate a negative effect of maximum soil temperature on SOC and NH₄⁺, suggesting that overly high temperatures reduce microbial mineralization and organic matter input to the soil matrix. We reported the presence of higher initial SOC, total N, and NH₄⁺ in the Andean sites than in the Alps sites, suggesting enhanced soil development at the Andean locations. This comparative study suggests the relative importance of maximum temperature and initial site conditions (e.g., parent materials, glacier biomes) during proglacial pedogenesis. Our findings highlight that soil temperature modulates pedogenesis in a complex way and suggest avoiding simply associating greater soil development with higher soil temperature in proglacial landscapes.</p>			
Instituciones			
<p>Department of Geography and the Environment, University of Texas at Austin, Estados Unidos; Univ. Grenoble Alpes, CNRS, IRD, INRAE, Grenoble-INP, Institut des Géosciences de l'Environnement, Francia; Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas, Autoridad Nacional del Agua, Huaraz, Perú; Department of Water, Atmosphere and Environment (WAU), University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria; Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Trujillo (UNT), Trujillo, Perú; Department of Geography, Kansas State University, Manhattan, KS, USA</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>El estudio presenta dos hallazgos principales: 1) La temperatura del suelo ejerce un control significativo sobre la tasa de transformación de las propiedades edáficas a lo largo de 120 años de cronosecuencias de desglaciación. 2) Las concentraciones iniciales de carbono orgánico del suelo (SOC), nitrógeno (N) y amonio (NH₄⁺), entre otros compuestos, pueden variar entre sitios y desempeñar un papel clave en las diferencias observadas en el desarrollo del suelo entre ellos.</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
032		TRL 3	
Título			
Physico-chemical properties and toxicity of young proglacial soils in the Tropical Andes and Alps			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Ecosistemas de montaña	4631 - 4740	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Anaïs Zimmer et al.			2024
Revista / repositorio	Enlace		DOI
CATENA	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816223008391		https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107748
Resumen			
<p>New soils formed after glacier retreat can provide insights into the rates of soil formation in the context of accelerated warming due to climate change. Recently deglaciated terrains (since the Little Ice Age) are subject to weathering and pedogenesis, and freshly exposed sediments are prone to react readily with the environment. This study aims to determine the impact of parent material and time on soil physical and chemical properties of nine proglacial landscapes distributed in the Tropical Andes and Alps. A total of 188 soil samples were collected along chronosequences of deglaciation and from sites that differed in terms of parent material and classified following three parent material groups: (1) Granodiorite-Tonalite (GT), (2) Gneiss-Shales-Schists (GSS), and (3) Mont-Blanc Granite (MBG). We determined physical and chemical soil properties such as contents of clay, silt, sand, organic carbon, bulk density (BD), pH, extractable cation (exCa, exMg, exK), elemental composition by X-ray fluorescence (Al, Si, P, S, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Mo, Hg, Pb) and ICP-MS (Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, P, S, Zn), and mineral phase (XRD diffraction analysis). Parent material-controlled particle-size distribution, SOC, pH, available P, exCa, and exMg, whereas time since deglaciation only affected SOC and P, and exMg globally. Most of the significant differences in soil properties between parent material groups occurred within the first 17 years after deglaciation, and then we observed a homogenization between sites. While the higher SOC and P contents observed within the GT Andean sites might be due to the parent material composition leading to faster initial soil formation, we identified potential As, Cu, Mo, and Mn toxicity within those soils. Our study highlights the need to investigate further proglacial soil's buffering capacity and carbon sequestration to globally inform the conservation and management of novel proglacial ecosystems.</p>			
Instituciones			
<p>Department of Geography and the Environment, University of Texas at Austin, Estados Unidos; Univ. Grenoble Alpes, CNRS, IRD, INRAE, Grenoble-INP, Institut des Géosciences de l'Environnement, Francia; Department of Water, Atmosphere and Environment (WAU), University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria; Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas, Autoridad Nacional del Agua, Huaraz, Perú; Department of Geography, Kansas State University, USA</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>El estudio sugiere una tendencia hacia la homogeneización de las propiedades del suelo con el paso del tiempo. Las diferencias iniciales observadas al comienzo de las cronosecuencias entre distintos grupos de materiales parentales tienden a reducirse o desaparecer después de aproximadamente 32 años de desglaciación. Además, se identificó la presencia de contaminación por arsénico (As), cobre (Cu), molibdeno (Mo) y manganeso (Mn) en los ambientes proglaciares de la cordillera Blanca.</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
033		TRL 3	
Título			
Atmospheric black carbon observations and its valley-mountain dynamics: Eastern cordillera of the central Andes of Peru			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y o impacto
Junín	Zona periglaciar y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Elver Villalobos-Puma et al.			2024
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Environmental Pollution	www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749124008030?via%3Dihub		https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124089
Resumen			
<p>Glacial bodies in the Peruvian Andes Mountains store and supply freshwater to hundreds of thousands of people in central Peru. Atmospheric black carbon (BC) is known to accelerate melting of snow and ice, in addition to contributing to air pollution and the health of people. Currently there is limited understanding on the sources and temporal variability of BC in valley and mountain environments in Peru. To address this problem, this study combined surface observations of BC collected during 2022-2023 with WRF model simulations and HYSPLIT trajectories to analyze the dispersion and sources of BC in valley and high elevation environments and the associated local atmospheric circulations. Results show high BC concentrations are associated with the valley-mountain wind system that occurs on both sides of the Huaytapallana mountain range. A pronounced circulation occurs on the western slopes of Huaytapallana when concentrations of BC increase during daylight hours, which transports atmospheric pollutants from cities in the Mantaro River Valley to the Huaytapallana mountain range. Low concentrations of BC are associated with circulations from the east that are channeled by the pronounced ravines of the Andes-Amazon transition. On average, during the season of highest BC concentrations (July-November), the relative contributions of fossil fuels are dominant to biomass burning at the valley observatory and are slightly lower at the Huaytapallana observatory. These results demonstrate the need to promote mitigation actions to reduce emissions of BC and air pollution associated with forest fires and local anthropogenic activity.</p>			
Instituciones			
Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (Inaigem), Perú; Instituto Geofísico del Perú (IGP), Perú; National Research Council Institute of Polar Sciences Milán, Italia			
Relevancia / Aportes			
Analiza el impacto del carbono negro atmosférico en la reducción de la superficie glaciar			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
034		TRL 3	
Título			
Progress in understanding the hydrology of high-elevation Andean grasslands under changing land use			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Varios	Pastizales altoandinos	-	Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas
Autor(es)			Año
Giovanny M. Mosquera et al.			2022
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Science of The Total Environment	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721051871		https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150112
Resumen			
<p>High-elevation grasslands worldwide provide essential hydrological services including water provision, flow regulation, and erosion control. Despite their importance, hydrological research of grasslands in montane regions is usually scarce and disperse, limiting the capacity to improve water resource management. We present a systematic literature review of the hydrological function of high Andean grasslands under conserved, degraded, and restored conditions in ecosystems situated above the tree line in the tropical Andes (páramos, punas, and jalcas). Most hydrological research on these grasslands has been developed in páramos (92%), especially in Ecuador, while research in punas is scarce (6%) despite being the largest grassland extent in the region. For páramos, published literature highlights the importance of conserving grasslands to facilitate water infiltration to soils, which in turn reduces erosive processes. Water-vegetation relations for conserved páramos are well understood, indicating that about 50% of water inputs return to the atmosphere via evapotranspiration, but knowledge about hydrological functions of conserved punas and jalcas is virtually non-existent. Under changing land use, afforestation of grassland ecosystems with exotic tree species, especially pines, reduces soil water storage as well as water yield and flow regulation capacity. Impacts of grazing and agriculture on the hydrological function of páramo grasslands strongly depend on historical land management and current land use practices and are not generalizable. Short-term restoration studies indicate that more than two years are necessary to recover the hydrological function of degraded grasslands, therefore medium and long-term studies are required to determine efficient restoration periods. These knowledge gaps limit the ability to extrapolate and regionalize findings. Future directions aimed to fill them are proposed, and methods successfully used to investigate the hydrology of high Andean grasslands are highlighted. This research not only enlightens what is known about the hydrology of high Andean grasslands, but also seeks to guide future hydrological evaluations to fill identified geographical and topical knowledge gaps precluding improved management of water resources in the tropical Andes.</p>			
Instituciones			
<p>Instituto Biósfera, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador; Departamento de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales & Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Ecuador; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad de Cuenca, Ecuador; EcoDecisión, Ecuador; Iniciativa Regional de Monitoreo Hidrológico de Ecosistemas Andinos (iMHEA), Perú; Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (Condesan), Perú; ATUK Consultoría Estratégica, Cuenca, Ecuador; Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, Reino Unido</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>Identifica los vacíos de conocimiento geográfico y temático en la investigación hidrológica de los pastizales altoandinos</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
035		TRL 2	
Título			
Contemporary glacial lakes in the Peruvian Andes			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y o impacto
Nacional	Zona periglacial y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar, inundación, deslizamiento
Autor(es)			Año
J. L. Wood et al.			2021
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Global and Planetary Change	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818121001594		https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103574
Resumen			
<p>Glacier recession in response to climate warming has resulted in an increase in the size and number of glacial lakes. Glacial lakes are an important focus for research as they impact water resources, glacier mass balance, and some produce catastrophic glacial lake outburst floods (GLOFs). Glaciers in Peru have retreated and thinned in recent decades, prompting the need for monitoring of ice- and water-bodies across the cordilleras. These monitoring efforts have been greatly facilitated by the availability of satellite imagery. However, knowledge gaps remain, particularly in relation to the formation, temporal evolution, and catastrophic drainage of glacial lakes. In this paper we address this gap by producing the most current and detailed glacial lake inventory in Peru and provide a set of reproducible methods that can be applied consistently for different time periods, and for other mountainous regions. The new lake inventory presented includes a total of 4557 glacial lakes covering a total area of 328.85 km². In addition to detailing lake distribution and extent, the inventory includes other metrics, such as dam type and volume, which are important for GLOF hazard assessments. Analysis of these metrics showed that the majority of glacial lakes are detached from current glaciers (97%) and are classified as either embedded (i.e. bedrock dammed; ~64% of all lakes) or (moraine) dammed (~28% of all lakes) lakes. We also found that lake size varies with dam type; with dammed lakes tending to have larger areas than embedded lakes. The inventory presented provides an unparalleled view of the current state of glacial lakes in Peru and represents an important first step towards (1) improved understanding of glacial lakes and their topographic and morphological characteristics and (2) assessing risk associated with GLOFs.</p>			
Instituciones			
Universidad de Exeter, Reino Unido; Universidad de Huddersfield, Reino Unido; Universidad de Graz, AT, Austria; Inaigem, PE, Perú; Universidad de Aberystwyth, Reino Unido; Reynolds International Ltd, Reino Unido; Unasam, PE, Perú; IBC, PE, Perú; Universidad de Bristol, Reino Unido; Unalm, PE, Perú			
Relevancia / Aportes			
Se reporta que se han registrado 4.557 lagos glaciares en las cordilleras del Perú, ubicados a menos de 3 km de los glaciares actuales, como resultado del incremento de las temperaturas asociado al cambio climático			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
036		TRL 3	
Título			
Recent glacier retreat and climate trends in Cordillera Huaytapallana, Peru			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o
Junín	Zona periglaciaria y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
J.I. López-Moreno et al.			2014
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Global and Planetary Change	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818113002385		https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.10.010
Resumen			
<p>We analyzed 19 annual Landsat Thematic Mapper images from 1984 to 2011 to determine changes of the glaciated surface and snow line elevation in six mountain areas of the Cordillera Huaytapallana range in Peru. In contrast to other Peruvian mountains, glacier retreat in these mountains has been poorly documented, even though this is a heavily glaciated area. These glaciers are the main source of water for the surrounding lowlands, and melting of these glaciers has triggered several outburst floods. During the 28-year study period, there was a 55% decrease in the surface covered by glaciers and the snowline moved upward in different regions by 93 to 157 m. Moreover, several new lakes formed in the recently deglaciated areas. There was an increase in precipitation during the wet season (October-April) over the 28-year study period. The significant increase in maximum temperatures may be related to the significant glacier retreat in the study area. There were significant differences in the wet season temperatures during El Niño (warmer) and La Niña (colder) years. Although La Niña years were generally more humid than El Niño years, these differences were not statistically significant. Thus, glaciers tended to retreat at a high rate during El Niño years, but tended to be stable or increase during La Niña years, although there were some notable deviations from this general pattern. Climate simulations for 2021 to 2050, based on the most optimistic assumptions of greenhouse gas concentrations, forecast a continuation of climate warming at the same rate as documented here. Such changes in temperature might lead to a critical situation for the glaciers of the Cordillera Huaytapallana, and may significantly impact the water resources, ecology, and natural hazards of the surrounding areas.</p>			
Instituciones			
<p>Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), Perú; Instituto Geofísico del Perú (IGP), Lima, Perú; Unidad de Glaciología, Autoridad Nacional del Agua (ANA), Perú</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>Analiza la influencia de los fenómenos El Niño y La Niña en el retroceso de la superficie glaciar</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
037		TRL 2	
Título			
Elevation-dependent warming of land surface temperatures in the Andes assessed using MODIS LST time series (2000-2017)			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Andes tropicales	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Calentamiento de la superficie terrestre
Autor(es)			Año
Jaime Aguilar-Lome et al.			2019
Revista / repositorio	Enlace		DOI
International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243418303714		https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.12.013
Resumen			
<p>In this study, we report on the assessment of elevation-dependent warming processes in the Andean region between 7 °S and 20 °S, using Land Surface Temperature (LST). Remotely sensed LST data were obtained from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) sensor in an 8-day composite, at a 1 km resolution, and from 2000 to 2017 during austral winter (June-July-August, JJA). We analysed the relation between mean monthly daytime LST and mean monthly maximum air temperature. This relation is analysed for different types of coverage, obtaining a significant correlation that varies from 0.57 to 0.82 ($p < 0.01$). However, effects of change in land cover were ruled out by a previous comparative assessment of trends in daytime LST and normalized difference vegetation index (NDVI). The distribution of the winter daytime LST trend was found to be increasing in most areas, while decreasing in only a few areas. This trend shows that winter daytime LST is increasing at an average rate of 1.0 °C/decade. We also found that the winter daytime LST trend has a clear dependence on elevation, with strongest warming effects at higher elevations: 0.50 °C/decade at 1000-1500 masl, and 1.7 °C/decade above 5000 masl. However, the winter nighttime LST trend shows a steady increase with altitude increase. The dependence of rising temperature trends on elevation could have severe implications for water resources and high Andean ecosystems.</p>			
Instituciones			
Laboratorio de Teledetección, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú; Instituto Geofísico del Perú (IGP), Lima, Perú; Centro de Competencias del Agua (CCA), Lima, Perú; Univ. Grenoble Alpes, IRD, CNRS, Grenoble INP, Institut des Géosciences de l'Environnement, Francia			
Relevancia / Aportes			
Establece la metodología para medir la temperatura superficial terrestre en ecosistemas de montaña mediante el análisis de imágenes satelitales			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
038		TRL 3	
Título			
Using species distributions models for designing conservation strategies of Tropical Andean biodiversity under climate change			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y o impacto
Andes tropicales	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas
Autor(es)			Año
Julian Ramirez-Villegas et al.			2014
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Journal for Nature Conservation	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1617138114000387		https://doi.org/10.1016/j.jnc.2014.03.007
Resumen			
<p>Biodiversity in the Tropical Andes is under continuous threat from anthropogenic activities. Projected changes in climate will likely exacerbate this situation. Using species distribution models, we assess possible future changes in the diversity and climatic niche size of an unprecedented number of species for the region. We modeled a broad range of taxa (11,012 species of birds and vascular plants), including both endemic and widespread species and provide a comprehensive estimation of climate change impacts on the Andes. We find that if no dispersal is assumed, by 2050s, more than 50% of the species studied are projected to undergo reductions of at least 45% in their climatic niche, whilst 10% of species could be extinct. Even assuming unlimited dispersal, most of the Andean endemics (comprising 15% of our dataset) would become severely threatened (>50% climatic niche loss). While some areas appear to be climatically stable (e.g. Pichincha and Imbabura in Ecuador; and Nariño, Cauca, Valle del Cauca and Putumayo in Colombia) and hence depict little diversity loss and/or potential species gains, major negative impacts were also observed. Tropical high Andean grasslands (páramos and punas) and evergreen montane forests, two key ecosystems for the provision of environmental services in the region, are projected to experience negative changes in species richness and high rates of species turnover. Adapting to these impacts would require a landscape-network based approach to conservation, including protected areas, their buffer zones and corridors. A central aspect of such network is the implementation of an integrated landscape management approach based on sustainable management and restoration practices covering wider areas than currently contemplated.</p>			
Instituciones			
<p>CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), Cali, Colombia; Decision and Policy Analysis (DAPA), International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia; Institute for Climate and Atmospheric Science (ICAS), School of Earth and Environment, University of Leeds, Reino Unido; Biodiversity Department-Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (Condesan), Ecuador; BirdLife International-Americas Secretariat, Ecuador; School of Science and the Environment, Manchester Metropolitan University, Reino Unido; Centro de Datos para la Conservación, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú; University of Toronto-Scarborough, Department of Physical and Environmental Sciences, Canadá</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>Establece la metodología para evaluar posibles cambios futuros en la diversidad y el tamaño del nicho climático en los ecosistemas de montaña de los Andes tropicales</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
039		TRL 3	
Título			
The impacts of warming on rapidly retreating high-altitude, low-latitude glaciers and ice core-derived climate records			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Global	Zona periglaciaria y glaciar	5.000 a más	Disminución de la superficie glaciar
Autor(es)			Año
Lonnie G. Thompson et al.			2021
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Global and Planetary Change	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818121001235		https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103538
Resumen			
<p>Alpine glaciers in the low- and mid-latitudes respond more quickly than large polar ice sheets to changes in temperature, precipitation, cloudiness, humidity, and radiation. Many high-altitude glaciers are monitored by ground observations, aerial photography, and satellite-borne sensors. Regardless of latitude and elevation, nearly all nonpolar glaciers and ice caps are undergoing mass loss, which compromises the records of past climate preserved within them. Almost without exception, the retreat of these ice fields is persistent, and a very important driver is the recent warming of the tropical troposphere and oceans. Here we present data on the decrease in the surface area of four glaciers from low- to mid-latitude mountainous regions: the Andes of Peru and northern Bolivia, equatorial east Africa, equatorial Papua, Indonesia, and the western Tibetan Plateau. Climate records based on oxygen isotopic ratios ($\delta^{18}O$) measured in ice cores drilled from several glaciers in these regions reveal that the records from elevations below ~6000 m above sea level have been substantially modified by seasonal melting and the movement of meltwater through porous upper firn layers. Fortunately, $\delta^{18}O$ records recovered from higher altitude sites still contain well-preserved seasonal variations to the surface; however, the projected increase in the rate of atmospheric warming implies that climate records from higher elevation glaciers will eventually also be degraded. A long-term ice core collection program on the Quelccaya ice cap in Peru, Earth's largest tropical ice cap, illustrates that the deterioration of its climate record is concomitant with the increase in mid-troposphere temperatures. The melting ice and resulting growth of proglacial lakes presents an imminent hazard to nearby communities. The accelerating melting of glaciers, if sustained, ensures the eventual loss of unique and irreplaceable climate histories, as well as profound economic, agricultural, and cultural impacts on local communities.</p>			
Instituciones			
<p>Byrd Polar and Climate Research Center, The Ohio State University, ColumbusUSA; School of Earth Sciences, The Ohio State University, Columbus, Estados Unidos; Department of Geography, The Ohio State University, Columbus, Estados Unidos; Consortium for the Sustainable Development of the Andean Ecoregion (Condesan), Perú; Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú; Cryospheric Sciences Laboratory, NASA Goddard Space Flight Center, Estados Unidos; The Joint Center for Earth Systems Technology, University of Maryland, Baltimore County, Estados Unidos; Earth Sciences Division, NASA Goddard Space Flight Center, Estados Unidos</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>Análisis comparativo de la disminución de la superficie glaciar en cuatro regiones montañosas de latitudes bajas a medias: los Andes del Perú y el norte de Bolivia, el este ecuatorial de África, Papúa ecuatorial en Indonesia y la meseta Tibetana</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
040		TRL 3	
Título			
Ecohydrology and ecosystem services of a natural and an artificial bofedal wetland in the central Andes			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Arequipa	Bofedal	3.000 a más	Estrés hídrico
Arequipa			Bofedal
María J. Monge-Salazar et al.			2022
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Science of the Total Environment	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722030650		https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155968
Resumen			
<p>High-altitude wetlands of the Central Andes, locally known as bofedales, provide important ecosystem services, particularly carbon storage, forage provisioning, and water regulation. Local communities have artificially expanded bofedales by irrigating surrounding grasslands to maximise areas for alpaca grazing. Despite their importance, biophysical processes of both natural and artificial bofedales are still poorly studied, which hinders the development of adequate management and conservation strategies. We analyse and compare the vegetation composition, hydrological variables, groundwater chemistry, and soil characteristics of a natural and an artificial bofedal of at least 10 years old in southern Peru, to understand their interrelations and the consequences for ecosystem service provisioning. We do not find statistically significant differences in the soil, water, and vegetation characteristics. Soil organic carbon (SOC) content, which we use as a proxy for carbon storage, is negatively correlated to dissolved oxygen, pH, and soil water temperature. In addition, Non-Metric Multidimensional Scaling analysis shows a positive relation between plant community composition, SOC content, and water electric conductivity. Our results suggest a three-way interaction between hydrological, soil, and vegetation characteristics in the natural bofedal, which also holds for the artificial bofedal. Vegetation cover of two of the most highly nutritious species for alpaca, <i>Lachemilla diplophylla</i> and <i>Lilaeopsis macloviana</i> with 19-22% of crude protein, are weakly or not correlated to environmental variables, suggesting grazing might be obscuring these potential relationships. Given the high economic importance of alpaca breeding for local communities, expanding bofedales artificially appears an effective strategy to enhance their ecosystem services with minimal impact on the ecohydrological properties of bofedales.</p>			
Instituciones			
<p>Department of Life Sciences, Imperial College London, Reino Unido; Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Reino Unido; Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, Reino Unido; Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina-Condesan, Lima, Perú; EClm Research Group, Department of Geography, University of Zurich, Suiza; Asociación para la Conservación y Estudio de Montañas Andinas-Amazónicas (ACEMAA), Cusco, Perú; Regional Initiative for Hydrological Monitoring of Andean Ecosystems (iMHEA), Lima, Perú; Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin (BGBM), Freie Universität Berlin, Berlín, Alemania; Instituto Científico Michael Owen Dillon, Arequipa, Perú; Instituto Nacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña (Inaigem), Huaraz, Perú; ATUK Consultoría Estratégica, Cuenca, Ecuador; Grantham Institute-Climate Change and the Environment, Imperial College London, Reino Unido; Forest Trends, Washington, Estados Unidos</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>Establece la metodología para caracterizar la ecohidrología y los servicios ecosistémicos de un humedal natural y uno artificial tipo bofedal andino</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
041		-	
Título			
First two and a half years of aerosol measurements with an AERONET sunphotometer at the Huancayo Observatory, Peru			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Junín	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Incremento de las emisiones de GEI
Autor(es)			Año
René Estevan et al.			2019
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Atmospheric Environment	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590162119300395		https://doi.org/10.1016/j.aeaoa.2019.100037
Resumen			
<p>Mountain ecosystems, especially the glaciers with altitudes above 4000 m above sea level (masl) in the tropical regions, are very sensitive to climate change (Chevalier et al., 2011). Black carbon and other light absorbing pollutants deposited over the glacier snow reduce the snow albedo (Warren and Wiscombe, 1980; Jacobson, 2004) and, consequently, produce snow melting (Warren, 1984). The South American Andes mountain chain dominates the western side of South America, extending to seven countries in the continent and constituting a natural barrier to the easterly trade winds from the Atlantic Ocean. According to Dyurgerov and Meier (2005), the Central Andes, where part of Peru is located, contain more than 99% of the world's glaciers in tropical latitudes, with Peru accounting for 70% of this amount. Black carbon, which is a strongly absorbing component of carbonaceous aerosols, have an important effect on snow reflectance (Warren and Wiscombe, 1980). It has a direct effect on snow radiative forcing, which is three times more than CO₂ forcing (Flanner et al., 2007).</p> <p>Direct sun measurements with a CIMEL sunphotometer belonging to the AERONET network have been performed in the Huancayo Observatory, Peru, from March 2015 to August 2017, two and a half years, providing for the first time information about aerosols in the specific area. The prevalence of background conditions in the measurement site has been determined for the period of study. These conditions, which constitute more than 80% of cases, are occasionally altered, mainly by high aerosols loading, as a consequence of biomass-burning events. Biomass-burning periods cover every year from mid-July to mid-October. The identification of these periods has been possible through the classification of aerosols in 6 subtypes. The month with the maximum AOD monthly average is September, and in 2016, the absolute maximum value of 0.91 was registered. The mean AOD value for the study period is 0.10 ± 0.07 and the alpha mean value is 1.49 ± 0.36, indicating presence, of small size aerosols. Some aerosol optical properties were analyzed in order to validate the aerosol classification. The aerosol size distribution revealed a bimodal character with a slight predominance of the fine mode, related to the two main types of aerosols: continental and biomass.</p>			
Instituciones			
Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú; Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba			
Relevancia / Aportes			
Estudia la influencia de los aerosoles con los ecosistemas de montaña.			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
042		TRL 2	
Título			
Performance of heat spots obtained from satellite datasets to represent burned areas in Andean ecosystems of Cusco, Peru			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Cusco	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Incendios forestales
Autor(es)			Año
Ricardo Zubieta et al.			2023
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Remote Sensing Applications: Society and Environment	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352938523001027		https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101020
Resumen			
<p>The combustion of biomass is a prevalent practice in the Andes. Often, these burns escape control and escalate into wildfires. However, the investigation of unreported fire incidents has not received the same level of attention as reported wildfires. Satellite provide an alternative information source for studying wildfires. Given the scarcity of wildfire response tools, it is imperative to develop strategies to prevent burns in regions where human activity typically triggers wildfires. This study aims to assess the efficacy of heat spot data obtained from satellite datasets in identifying fire activity in the Peruvian Andes. The study utilized MODIS (MCD14DL product) and VIIRS (SUOMI and JPSS-1 products) satellite datasets to characterize fire activity through heat spot detection. Additionally, the study employed the normalized burned area index (NBR), a valuable indicator for mapping burned areas. Our findings indicate that MODIS and VIIRS heat spots demonstrate a high level of reliability in detecting active fires (commission errors of $\square 1\%$). However, the detection of burned areas not captured by MODIS or VIIRS heat spots was significantly high (omission errors of $\square 90\%$). Nevertheless, this detection deficiency decreased for larger burn areas (errors of omission between 10 and 30% for burned areas between 50 and 100 ha, using JPSS-1 VIIRS). These results suggest that satellite heat spots are inadequate for identifying burn practices, which encompass small-scale and short-duration fire activities (lasting only hours). The outcomes of this study enhance our understanding of the suitability of heat spot detection for wildfire prevention in the Peruvian Andes.</p>			
Instituciones			
Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera, Instituto Geofísico del Perú (IGP), Lima, Perú; Universidad Nacional Agraria La Molina (Unalm), Lima, Perú; Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (Serfor), Lima, Perú			
Relevancia / Aportes			
Establece la metodología para monitorear la dinámica de los incendios forestales en ecosistemas de montaña andinos			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
043		TRL 2	
Título			
Payment for ecosystem services in Peru: Assessing the socio-ecological dimension of water services in the upper Santa River basin			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y / o impacto
Áncash	Ecosistema de montaña	3.000 a más	Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas
Autor(es)			Año
Rosa María Dextre et al.			2022
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Ecosystem Services	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221204162200050X		https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101454
Resumen			
<p>Increasing pressures on ecosystems in the Latin American region, as well as the adoption of multilateral conservation commitments, have led to the implementation of instruments that are economic in nature but oriented towards the recovery, conservation, and functioning of ecosystems such as Payment for Ecosystem Services (PES). In the Peruvian Andes, hydro-climatic factors and land-use changes are affecting the capacity of the ecosystems of the glaciated Cordillera Blanca to provide water services, in terms of both quality and quantity, to the main users of the Santa River basin. Thus, this study analyses how the socio-ecological interactions affect, and are affected by, the planned introduction of water-related PES in the Quillcay sub-basin, the most populated sub-basins along the Santa River basin. We use a conceptual model based on the current evolution of the water metabolism approach to integrate into a common language of analysis the multiple dimensions of water: water as an ecological fund, as a service, and as a political asset. To explore the interface of these three domains of analysis we rely on a mixed-method data collection: primary data collection through a stakeholder survey and interviews and a review of information from secondary sources. The result of our case study shows that both the ecological dimension and the social dimension affect on the PES project and vice versa. These complex interactions could result in the design of a mechanism in which not all stakeholders benefit equally. This raises the need to recognise the multidimensional nature of water in the design and implementation of policies, and the importance of identifying processes and barriers which affect the success of these policies without making invisible the direct effect they also have on social-ecological systems.</p>			
Instituciones			
<p>Instituto Geofísico del Perú (IGP), Perú; Escuela de Ciencias Sociales, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Circular 1 70-01, Medellín, Colombia; Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (Inaigem), Perú; School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Plymouth, Drake Circus, Reino Unido; School of Geography, College of Life and Environmental Sciences, University of Exeter, Reino Unido; Westcountry Rivers Trust, Rain Charm House, Kyl Cober Parc, Stoke Climsland, Reino Unido; Maestría de Recursos Hídricos, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>Establece la metodología para analizar las interacciones socioecológicas que afectan y son afectadas por la introducción planificada de esquemas de pago por servicios ecosistémicos (PSE) hídricos</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
044		TRL 3	
Título			
Influence of land use on hydro-physical soil properties of Andean páramos and its effect on streamflow buffering			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Andes tropicales	Páramo	3000 a 5000	Estrés hídrico
Autor(es)			Año
S. Patiño et al.			2021
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Catena	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816221000862		https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105227
Resumen			
<p>The páramos biome of the northern Andes is a collection of high-mountain tropical grassland wetland ecosystems that provides important ecosystem services including hydrological buffering and water supply. Human activities in these ecosystems transform vegetation cover and soil hydro-physical properties, affecting their hydrological performance and water quality and quantity. Here, we conducted a systematic review on the influence of land use (agriculture, livestock grazing, and afforestation) on the hydro-physical properties of páramo soils and analyzed its implications for streamflow buffering. Our review protocol identified 32 relevant papers, from which key hydro-physical properties linked to streamflow variability were available: soil organic matter (SOM), soil organic carbon (SOC), porosity, bulk density, saturated hydraulic conductivity, and water retention capacity (WRC). The analysis shows that soils with native cover are characterized by a porous structure that allows a high WRC and SOM content. Agriculture increases macroporosity but it leads to bare fallow plots that promote loss of nutrients and SOM. Burning generates hydrophobic aggregates that affect WRC. Livestock grazing produces soil compaction and increases bulk density, reducing infiltration and WRC. Lastly, afforestation with exotic species (e.g. pines, eucalyptus) decreases SOM and WRC by changing soil structure. In general, the analyzed land-use activities generate hydrophobic aggregates, increase bulk density, promote erosion and runoff, and impair hydrological buffering capacity. This integrated evidence from multiple empirical studies can be used to effectively communicate the effects of different land use practices on páramo soils, provide information for modelling in data-scarce situations, and contribute to decision making processes for land use planning</p>			
Instituciones			
<p>Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander, Colombia; Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, Universidad del Valle, Colombia; Department of Civil and Environmental Engineering & Grantham Institute-Climate Change and the Environment, Imperial College London South Kensington Campus, Reino Unido; Regional Initiative for Hydrological Monitoring of Andean Ecosystems (iMHEA), Perú; Institute for Applied Sustainability Research (iiasur), Quito, Ecuador</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>Revisión bibliográfica que contribuye con la sistematización de evidencias, proveniente de múltiples estudios empíricos, puede utilizarse para comunicar eficazmente los efectos de las diferentes prácticas de uso del suelo en los suelos de páramo, proporcionar información para la modelización en situaciones con escasez de datos y contribuir a la toma de decisiones para la planificación y conservación del uso del suelo.</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
045		TRL 2	
Título			
Unravelling and understanding local perceptions of water quality in the Santa basin, Peru			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Ecosistema de montaña	2.500 a más	Estrés hídrico
Autor(es)			Año
Sally Ramecroft et al.			2023
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Journal of Hydrology	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169423008910		https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129949
Resumen			
<p>Water quality is an integral part of water security. Measuring the physico-chemical indicators for water quality can provide an objective picture of water health, but it does not provide information on lived experiences related to water quality, expectations of water resources, nor how the quality of water affects its usage. Perceptual information and traditional ecological knowledge on water quality can help to understand interactions between water and people, and thereby support locally appropriate sustainable water resource strategies. Accordingly, our project sought to collect and synthesise insights from local perspectives on water quality in the upper Santa River basin, Peru, a region where water quality directly relates to people's livelihoods. Perceptual data was collected via the Nuestro Rio mobile app (N = 149) as well as walking interviews (n = 84) (July-August 2021) in two main study areas, Olleros and Catac. We find that water quality perspectives differ within, and between, study areas and communities, however four overarching themes were identified, and are explored here: i) environmental indicators for water quality; ii) water uses; and iii) perceived causes of water quality; iv) water quality perceptions behind emotions. Most rural participants felt the main cause of poor water quality was mineral pollution, likely linked to local geology, however we also found that local perceptions of water quality depend on water usage, directly linked to domestic water use and agricultural livelihoods. Qualitative data highlighted the complex relationships between water quality, perceptions and emotions. More inclusive citizen-based science that considers what people observe, think and feel about the quality of their rivers can help provide a much deeper contextual understanding of dynamic human-water systems, with further benefits for improving water management and policy implementation.</p>			
Instituciones			
<p>Department of Geography, Faculty of Environment, Science and Economy, University of Exeter, Exeter, Reino Unido; School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Plymouth, Reino Unido; Instituto Geofísico del Perú (IGP), Lima, Perú; Department of Psychology, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway; Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (Inaigem), Huaraz, Perú; Instituto de Montaña, Lima, Perú; Department of Geography, Durham University, Durham, Reino Unido</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>Sistematización de las percepciones sobre la calidad del agua donde se incluyen alteraciones por causas naturales asociadas al drenaje ácido de roca acelerado por el retroceso glaciar y por causas antrópicas</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
046		TRL 2	
Título			
From present to future development pathways in fragile mountain landscapes			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Perú, Nepal, Kirguistán	Ecosistema de montaña	2.500 a más	Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas
Autor(es)			Año
Timos Karpouzoglou et al.			2020
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Environmental Science & Policy.	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901120313356		https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.09.016
Resumen			
<p>Mountains are dynamic landscapes that are home to rich natural and human heritage. However, climatic variability, globalisation and increasing economic integration are making these landscapes more fragile with implications for present and future development. Using a pathways lens, we examine development trajectories in mountains and relate these to environmental and social-economic change currently taking place. We analyse and compare pathways in three case studies in Peru (Andes); Nepal (Himalayas); and Kyrgyzstan (Tien Shan). The paper highlights that development pathways in fragile mountain regions may be shifting in new directions, but because they emerge out of complex socio-environmental and historical contexts, there are also social risks associated with the articulation of future pathways, particularly in terms of social equity and sustainability. Building on different pathway approaches with their various strengths and weaknesses, this study examines the role of human agency and power, the role of historical and present context and feedbacks between social and ecological features in shaping future development pathways of mountain landscapes.</p>			
Instituciones			
<p>Division of History of Science, Technology and Environment, KTH Royal Institute of Technology, Estocolmo, Suecia; Public Administration and Policy Group, Wageningen University & Research, Wageningen, Países Bajos; Consortium for the Sustainable Development of the Andean Ecoregion (Condesan), Lima, Perú; Society of Hydrologists and Meteorologists (SOHAM Nepal), Katmandú, Nepal; Mountain Societies Research Institute, University of Central Asia, Bishkek, Kyrgyzstan; School of Public Policy and Global Affairs, University of British Columbia, Vancouver, Canadá; Institute of Development Policy, University of Antwerp, Amberes, Bélgica; Department of Civil Engineering, Universiti Putra Malaysia, Serdang, Malasia; School of Earth and Environmental Sciences, Cardiff University, Cardiff, CF10 3AT, Reino Unido; School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Birmingham, Birmingham, Reino Unido; Central Department of Geography, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal; Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, Londres, Reino Unido; Department of Geography, University of Cambridge, Cambridge, Reino Unido; Knowledge, Technology & Innovation Group, Wageningen University & Research, Países Bajos</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>Estudio vinculados al estudio de las trayectorias de desarrollo humano en las montañas y las relacionamos con el cambio ambiental y socioeconómico actual. Se basó en en diferentes enfoques de trayectorias, con sus diversas fortalezas y debilidades. Se examinó el papel de la agencia y el poder humanos, el rol del contexto histórico y actual y las retroalimentaciones entre las características sociales y ecológicas en la configuración de futuras trayectorias de desarrollo de los paisajes de montaña.</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
047		TRL 3	
Título			
Impacts of forests and forestation on hydrological services in the Andes: A systematic review			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Andes tropicales y australes	Ecosistema de montaña	2.500 a más	Mayor pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas
Autor(es)			Año
Vivien Bonnesoeur et al.			2019
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Forest Ecology and Management.	www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112718311836		https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.033
Resumen			
<p>Several Andean countries have planned to restore forest cover in degraded land to enhance the provision of multiple ecosystem services in response to international commitments such as the Bonn Challenge. Hydrological services, e.g. water supply, hydrological regulation and erosion mitigation, are particularly important to sustain the life of more than fifty million Andean people. While rapid and important forest cover changes have occurred during recent decades, critical information on the impact of forestation on hydrological services has not yet been synthesized in the context of Andean ecosystems. We define forestation as the establishment of forest by plantation or natural regeneration on areas that either had forest in the past or not. To help improve decision-making on forestation in the Andes, we reviewed the available literature concerning the impacts of forestation on water supply, hydrological regulation and mitigation of erosion and landslides. We also examined available data on the most relevant hydrological processes such as infiltration, evapotranspiration and runoff in forest stands. Hydrological services from native forests were also included as a reference state for comparing processes and services provided by forestation. Following systematic review protocols, we synthesized 155 studies using different methods, including meta-analyses and meta-regressions. Results show that forestation has had clear impacts on degraded soils, through reducing water erosion of soils and risk of moderate floods, increasing soil infiltration rate by 8 and topsoil organic matter (SOM). We found that 20 years of tree plantation was sufficient to recover infiltration rate and sediment yield close to the levels of native forests whereas SOM, soil water storage and surface runoff of native forests could not be recovered by forestation in the time scales examined. The benefits in terms of hydrological regulation are at the expense of a reduction in total water supply since forest cover was associated with higher water use in most Andean regions. Forestation with native species was underrepresented in the reviewed studies. The impact of forestation on landslides has also been largely overlooked in the Andes. At high elevations, exotic tree plantations on Andean grasslands (e.g. páramo and puna) had the most detrimental consequences since these grasslands showed an excellent capacity for hydrological regulation and erosion mitigation but also a water yield up to 40% higher than tree plantations. People engaged in forest restoration initiative should be aware that hydrological services may take some time for society and the environment to show clear benefits after forestation.</p>			
Instituciones			
<p>Center for International Forestry Research (CIFOR), c/o International Potato Center, Perú; Agricultural Research for Development (CIRAD), University of Montpellier 34, Francia; Imperial College London, Department of Civil and Environmental Engineering & Grantham Institute-Climate Change and the Environment, South Kensington Campus, Reino Unido; Regional Initiative for Hydrological Monitoring of Andean Ecosystems (iMHEA), Perú; Institute for Applied Sustainability Research (iSUR), Ecuador; Earth and Life Institute, Georges Lemaitre Centre for Earth and Climate Research, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Bélgica; Amap, Inra, Cnrs, Ird, Cirad, University of Montpellier, Montpellier, Francia; Centre for Development and Environment (CDE), University of Bern, Suiza; World Agroforestry Centre (ICRAF), c/o International Potato Center, Perú</p>			
Relevancia / Aportes			
<p>Analiza las variables claves para el restablecimiento de la cubierta forestal en tierras degradadas, con el fin de mejorar la provisión de múltiples servicios ecosistémicos</p>			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
048		TRL 5	
Título			
Recuperación de la puna para el pastoreo sostenible de alpacas en Huancavelica (Perú)			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo
Huancavelica	Puna	-	-
Autor(es)			Año
Duchicela, S., Terán-Valdez, A., Cuesta, F., y Pinto E.			2019
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Biblioteca digital Condesan	https://Condesan.org/recursos/recuperacion-la-puna-pastoreo-sostenible-alpacas-huancavelica-peru/		-
Resumen			
<p>La puna es un ecosistema altoandino árido de gran relevancia debido a su biodiversidad singular y a los servicios ecosistémicos que provee, como la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono. Históricamente, ha sido el sustento de comunidades dedicadas al pastoreo de alpacas (<i>Lama pacos</i>), llamas (<i>Lama glama</i>) y ovejas (<i>Ovis aries</i>). Sin embargo, la disminución en la provisión de servicios ecosistémicos, particularmente por la reducción del agua disponible en el sistema, ha afectado la intensidad del pastoreo en la región. Las proyecciones climáticas indican que el cambio climático continuará acelerando el retroceso glaciar, lo que agravará la escasez de agua durante la estación seca. En este contexto, se incrementa el riesgo para el bienestar y los medios de vida de las comunidades que habitan la puna, debido a una posible degradación de la calidad y sostenibilidad de sus sistemas productivos.</p> <p>Ante esta situación, diversas instituciones unieron esfuerzos para implementar prácticas de rehabilitación ecosistémica en Huancavelica, con el objetivo de recuperar atributos clave del ecosistema que permitan aumentar la capacidad de carga para alpacas —principal ganado de la zona—, fortalecer la resiliencia frente al cambio climático y, con ello, apoyar la sostenibilidad de los medios de vida de las comunidades locales.</p>			
Instituciones			
Proyecto EcoAndes, Condesan. Quito, Ecuador.			
Relevancia / Aportes			
Sistematización de prácticas de rehabilitación ecosistémica en ecosistemas andinos de puna			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
049		TRL 7	SRL 4
Título			
Infraestructura natural para la gestión de riesgos de erosión e inundaciones en los Andes: ¿Qué sabemos?			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Andes tropicales y australes	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Movimiento de masas
Autor(es)			Año
Molina A., Vanacker V., Rosas Barturen M., Bonnesoeur V., Román F., Ochoa-Tocachi B.F., Buytaert W.			2021
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Biblioteca digital Condesan	https://Condesan.org/recursos/infraestructura-natural-la-gestion-riesgos-erosion-e-inundaciones-los-andes-sabemos/		-
Resumen			
Para evaluar el estado del conocimiento sobre el impacto de las intervenciones en infraestructura natural frente a la erosión hídrica, los movimientos en masa de origen hídrico y las inundaciones en la región andina, se realizó una revisión sistemática de la literatura científica que abarca más de 137 estudios de caso locales.			
Instituciones			
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional; Gobierno de Canadá.			
Relevancia / Aportes			
Revisión sistemática de la literatura científica que incluye más de 137 estudios de casos locales.			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
050		TRL 2	SRL 2
Título			
Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en zonas de alta montaña de la región andina: Síntesis Regional			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Andes tropicales y australes	Zona periglaciar y glaciar	5.000 a más	Multirriesgo
Autor(es)			Año
Iniciativa Andina de Montañas			2023
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Biblioteca digital Condesan	https://Condesan.org/recursos/vulnerabilidad-y-adaptacion-al-cambio-climatico-en-zonas-de-alta-montana-de-la-region-andina-sintesis-regional/		-
Resumen			
<p>Este documento sintetiza los principales aportes de un estudio elaborado en el marco de la Iniciativa Andina de Montañas (IAM), con el objetivo de apoyar los procesos de adaptación al cambio climático en comunidades y ecosistemas de alta montaña de la región andina. Titulado "Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en zonas de alta montaña de la región andina: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela", el estudio ofrece una perspectiva regional sobre elementos clave para la toma de decisiones en materia de adaptación, a partir del análisis de información disponible sobre vulnerabilidad climática tanto en cuencas hidrográficas como a nivel continental.</p> <p>Se pone énfasis en tres actividades económicas fundamentales para los medios de vida locales — agricultura, ganadería y turismo— y su estrecha relación con los recursos hídricos en zonas altoandinas. El análisis se basa en siete cuencas representativas, una por cada país participante, seleccionadas y caracterizadas en coordinación con los puntos focales nacionales de la IAM.</p> <p>El estudio incluye un diagnóstico situacional de la vulnerabilidad climática en estas cuencas, junto con recomendaciones concretas para su reducción. Asimismo, identifica brechas de conocimiento y temas prioritarios para avanzar en los procesos de adaptación en los Andes.</p>			
Instituciones			
Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (Condesan) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).			
Relevancia / Aportes			
Identifica elementos clave para la toma de decisiones en adaptación al cambio climático, a partir del análisis de la información disponible sobre vulnerabilidad en cuencas hidrográficas y en el ámbito andino continental			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
051		-	
Título			
Áncash: determinación de peligros actuales y futuros asociados al cambio climático			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Áncash	Ecosistemas de montaña	-	Multirriesgo
Autor(es)			Año
Proyecto AICCA			2022
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Biblioteca digital Condesan	https://Condesan.org/recursos/ancash-determinacion-de-peligros-actuales-y-futuros-asociados-al-cambio-climatico/		-
Resumen			
El dossier presenta la identificación de peligros asociados al cambio climático que podrían generar daños, pérdidas o afectar gravemente el funcionamiento del proyecto de riego 'Mejoramiento y ampliación del servicio de agua para riego en las localidades de Toma Grande y Cruz Pampa-Picup, distrito de Independencia'.			
Instituciones			
AICCA, CAF, Condesan.			
Relevancia / Aportes			
Sistematización de los peligros asociados al cambio climático que pueden causar daños, pérdidas o afectar gravemente el funcionamiento de un proyecto de inversión pública			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
052		-	
Título			
Cajamarca: determinación de peligros actuales y futuros asociados al cambio climático			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Cajamarca	Ecosistemas de montaña	-	Multirriesgo
Autor(es)			Año
Proyecto AICCA			2022
Revista / repositorio	Enlace		DOI
Biblioteca digital Condesan	https://Condesan.org/recursos/cajamarca-determinacion-de-peligros-actuales-y-futuros-asociados-al-cambio-climatico/		
Resumen			
El dossier presenta la identificación de peligros asociados al cambio climático que podrían causar daños, pérdidas o afectar gravemente el funcionamiento del proyecto de riego 'Mejoramiento y ampliación del servicio de agua para riego en los caseríos de Jandón y Palo Blanco', ubicados en los distritos de Contumazá y San Benito.			
Instituciones			
AICCA., CAF, Condesan.			
Relevancia / Aportes			
Sistematización de los peligros asociados al cambio climático que pueden generar daños, pérdidas o afectar gravemente el funcionamiento de un proyecto de inversión pública			

Código de identificación		Etiqueta de clasificación	
053		TRL 2	
Título			
Estudio de Evaluación del Riesgo de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático			
Ámbito	Ecosistema	Altitud	Riesgo y/o impacto
Cajamarca	Ecosistemas de montaña	2.500 a más	Multirriesgo
Autor(es)			Año
Gobierno Regional de Cajamarca			2022
2020			DOI
Gobierno Regional de Cajamarca	https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/EE%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20Riesgo%20de%20Desastres%20y%20Vulnerabilidad%20al%20Cambio%20Clim%C3%A1tico_GRC%20%28FINAL%29.pdf		-
Resumen			
El estudio busca contribuir al proceso de ordenamiento territorial del departamento de Cajamarca, mediante un análisis especializado orientado a facilitar la toma de decisiones a nivel regional para la gestión del riesgo de desastres, en el marco del proceso nacional promovido por el Ministerio del Ambiente			
Instituciones			
Gobierno Regional de Cajamarca			
Relevancia / Aportes			
Contribuye con el proceso de ordenamiento territorial del departamento Cajamarca			



INAIGEM

INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y
ECOSISTEMAS DE MONTAÑA