

Riesgo climático y vulnerabilidad rural frente a heladas en Puno

Climate risk and rural vulnerability to frost in Puno.

Miguel Gonzales-Olivos¹ ; César Adrian Labeguerre-Nakada² ; Cynthia Alegre-Palomino³ 

miguel.gonzales@urp.edu.pe; labenak@gmail.com; cynthia.alegre@unsaac.edu.pe

¹Universidad Ricardo Palma (Perú)

²Secretaría Nacional de Formación del Talento del Partido Morado (Perú)

³Universidad Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (Perú)

Correspondencia:

Miguel Gonzales-Olivos
miguel.gonzales@urp.edu.pe

Cómo citar:

Gonzales-Olivos, M., Labeguerre-Nakada, C. A., & Alegre-Palomino, C. (2026). Riesgo climático y vulnerabilidad rural frente a heladas en Puno. *GeoCiencias y Humanidades*, 4, e28. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21054149>.

Recibido: 12 dic 2025

Aprobado: 05 mar 2026

Publicado: 15 mar 2026

Copyright © 2026 Publicado por GeoCiencias y Humanidades. Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY 4.0.



Resumen

El estudio tuvo como objetivo evaluar los factores climáticos, socioeconómicos y de gestión que explican la vulnerabilidad de las comunidades rurales frente a las heladas prolongadas en Puno (Perú). La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, lo que permitió comprender, a partir de las percepciones y experiencias de actores comunitarios, autoridades locales y especialistas, cómo el frío extremo afecta la agricultura, la ganadería y la salud, así como las limitaciones estructurales que condicionan la respuesta institucional. Los resultados evidencian que las heladas constituyen un riesgo climático estructural y recurrente en Puno, intensificado por la débil articulación intergubernamental, la precariedad productiva y la limitada integración entre saberes locales y tecnología. Frente a ello, se proponen fortalecer la coordinación entre niveles de gobierno, promover cultivos y sistemas productivos resilientes al frío, articular conocimientos ancestrales con innovación tecnológica y consolidar la gestión comunitaria del riesgo mediante sistemas de alerta temprana y comités locales. En conclusión, el estudio sostiene que reducir la vulnerabilidad frente a las heladas en Puno requiere una gestión del riesgo integral, territorialmente diferenciada y sostenida, que proteja de manera efectiva la salud y los medios de vida rurales.

Palabras clave: Heladas prolongadas, gestión del riesgo climático, vulnerabilidad rural, adaptación climática, resiliencia productiva.

Abstract

The objective of this study is to analyze the reconfiguration of road megaprojects within the social, territorial, and economic dynamics of rural areas in the districts of Anco Huallo (Apurímac) and Los Morochucos (Ayacucho) between 1980 and 2024, highlighting their effects on mobility, urbanization, and the reorganization of rural space. The methodology is based on a qualitative approach that integrates ethnography and historical-comparative analysis, developed through participant observation, in-depth interviews, and the review of censuses and local archives during the period 2017–2024, with the purpose of documenting urban–rural mobility processes and territorial changes resulting from road connectivity. The results show that the construction of roads has promoted population concentration, productive diversification, and the integration of rural economies into regional markets, positioning Uripa and Pampa Cangallo as articulation nodes where mobility between countryside and city transforms identities, lifestyles, and communal structures. In conclusion, road megaprojects have redefined Andean ruralities in transition, generating unplanned urbanization and new hybrid territorialities in which the rural and the urban intertwine within accelerated modernization processes, revealing both opportunities for development and challenges for social and territorial sustainability.

Keywords: Climate risk management, rural vulnerability, climate adaptation, productive resilience.

1. Introducción

El riesgo climático asociado a las heladas constituye uno de los principales factores de vulnerabilidad rural en las zonas altoandinas del sur del Perú, particularmente en el departamento de Puno, donde las condiciones geográficas y socioeconómicas intensifican sus impactos (Wilson, 2025). Las heladas recurrentes afectan de manera directa la seguridad alimentaria, los medios de vida y la calidad de vida de las poblaciones rurales, que dependen fundamentalmente de la agricultura y la ganadería (Medina, 2019). Estudios recientes evidencian que la alta exposición climática, sumada a la limitada capacidad preventiva y a la precariedad de la infraestructura productiva, incrementa la probabilidad de pérdidas económicas y sociales significativas en estos territorios (Atachagua, 2023).

Desde el ámbito productivo, las investigaciones destacan que los cultivos y la ganadería altoandina presentan elevados niveles de susceptibilidad frente a temperaturas extremas (Taiboada et al., 2020). En el caso de la agricultura, se ha identificado una alta vulnerabilidad de los cultivos de papa ante la ausencia de mecanismos preventivos y sistemas de monitoreo climático, lo que justifica la necesidad de estrategias integrales de gestión del riesgo orientadas a la reducción de daños y al fortalecimiento de la resiliencia rural. De manera complementaria, los estudios geoespaciales aplicados a la ganadería alpaquera revelan la magnitud del problema, al identificar numerosos distritos clasificados en categorías de “Alto” y “Muy Alto Riesgo” frente a heladas severas, con pérdidas económicas históricas asociadas (Quiroz, 2022).

La vulnerabilidad no se limita al ámbito productivo, sino que se extiende a las condiciones de habitabilidad y bienestar de la población rural. Investigaciones sobre vivienda rural en Puno evidencian que la mayoría de las edificaciones presentan deficiencias constructivas que limitan el confort térmico y la seguridad de los hogares frente a heladas y nevadas. Propuestas como el modelo bioclimático Wasi-Iglú han demostrado viabilidad técnica, económica y aceptación social, mostrando que las soluciones adaptadas al contexto local pueden reducir los impactos climáticos y mejorar la calidad de vida de la población (Estrada, 2023). En la misma línea, se ha señalado que la adecuación cultural y espacial de las soluciones constructivas resulta clave para una respuesta sostenible frente a eventos climáticos extremos (Gonzales, 2019).

A nivel institucional, diversos estudios coinciden en señalar debilidades estructurales en las políticas públicas de prevención del riesgo climático (Vergara y Ejsmentewicz, 2024). El análisis de las intervenciones estatales en Puno revela una gestión fragmentada, centralizada y con escasa articulación territorial y participación comunitaria, lo que ha limitado su efectividad frente a los daños recurrentes ocasionados por las heladas (Chambio, 2016). Estas limitaciones evidencian la necesidad de transitar hacia enfoques integrales de gestión del riesgo, basados en la planificación preventiva, la descentralización y el fortalecimiento de capacidades locales.

Asimismo, la literatura resalta la importancia de la información climática y geoespacial para la focalización de intervenciones (Expósito et al., 2025). El uso de datos satelitales y registros meteorológicos ha permitido identificar patrones espaciales de riesgo y zonas prioritarias de intervención, constituyéndose en una herramienta fundamental para orientar políticas preventivas y reactivas más eficaces (Quiroz, 2022). Sin embargo, la efectividad de estas herramientas depende de su articulación con estrategias territoriales y sociales que consideren las dinámicas locales de vulnerabilidad.

Las experiencias comparadas en contextos altoandinos de la región muestran que la gestión del riesgo climático puede fortalecerse mediante la integración de saberes ancestrales e interculturales (López y Monteros, 2025). Estudios desarrollados en comunidades rurales de

Bolivia evidencian que la revalorización de conocimientos tradicionales sobre bioindicadores climáticos y su articulación con estrategias institucionales contribuyen a una adaptación más sostenible frente a heladas, sequías y granizadas (Daza, 2022).

El riesgo climático asociado a las heladas constituye uno de los principales desafíos para las regiones altoandinas del Perú, particularmente para el departamento de Puno, donde la recurrencia de temperaturas bajo cero afecta de manera directa a la agricultura, la ganadería, la salud y el bienestar de las poblaciones rurales. Las heladas, definidas como eventos meteorológicos en los que la temperatura desciende por debajo de 0 °C, generan impactos significativos sobre los ecosistemas y los medios de vida rurales, especialmente en contextos de altura caracterizados por economías de subsistencia y limitada infraestructura (PNUD, 2021). En el ámbito andino, estos eventos figuran entre los peligros climáticos más frecuentes y de mayor impacto socioeconómico, lo que hace indispensable su análisis desde un enfoque de riesgo y vulnerabilidad (SENAMHI, 2023).

Desde una perspectiva física y geográfica, la ocurrencia de heladas en zonas altoandinas se ve intensificada por factores como la altitud, la topografía y las condiciones atmosféricas propias de la región. La literatura distingue entre heladas por radiación y por advección, ambas presentes en el altiplano peruano y con efectos diferenciados en la extensión y severidad del daño (Lhomme & Francou, 2019). En áreas situadas por encima de los 3 000 m s. n. m., la marcada amplitud térmica día-noche y la acumulación de aire frío en valles y mesetas incrementan la frecuencia de mínimas extremas, afectando cultivos tradicionales y pasturas para la ganadería altoandina (FAO, 2020).

El análisis del riesgo climático permite comprender que los impactos de las heladas no dependen únicamente de la ocurrencia del fenómeno, sino de la interacción entre peligro, exposición y vulnerabilidad. El enfoque del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático concibe el riesgo como el resultado de dicha interacción, incorporando además la capacidad adaptativa de las comunidades como un elemento central para reducir los impactos adversos (IPCC, 2022). En el contexto rural de Puno, la alta exposición a heladas se combina con condiciones estructurales de pobreza, aislamiento territorial y limitada infraestructura, lo que incrementa la vulnerabilidad social, económica y ambiental (PNUD, 2021).

Asimismo, resulta fundamental distinguir entre variabilidad climática y cambio climático para una adecuada gestión del riesgo. Mientras la variabilidad climática se refiere a fluctuaciones naturales de corto y mediano plazo, el cambio climático implica transformaciones sostenidas en los patrones climáticos, impulsadas principalmente por la actividad humana (IPCC, 2022). El cambio climático amplifica la frecuencia e intensidad de eventos extremos, como las heladas prolongadas, generando escenarios de mayor incertidumbre y presión sobre los sistemas productivos y sociales altoandinos (SENAMHI, 2023).

En este marco, la vulnerabilidad y la resiliencia emergen como conceptos clave para comprender la situación de las comunidades rurales de altura. La vulnerabilidad refleja la sensibilidad de los sistemas sociales y productivos frente a las heladas, así como las limitaciones en la capacidad de respuesta; la resiliencia, en cambio, alude a la habilidad de las comunidades para resistir, adaptarse y recuperarse frente a los impactos climáticos (IPCC, 2022). En los Andes, esta resiliencia se sustenta tanto en prácticas ancestrales de manejo territorial como en la integración de tecnologías modernas, sistemas de alerta temprana y políticas públicas orientadas a la adaptación (PNUD, 2021). La presente investigación se propone analizar el riesgo climático y la vulnerabilidad rural frente a las heladas en Puno, a partir de un enfoque teórico integral que permita comprender los factores físicos, sociales y climáticos que condicionan la exposición y la capacidad de respuesta de las comunidades altoandinas.

2. Metodología

La investigación se desarrolló en el departamento de Puno, ubicado en la zona sur del Perú, abarcando provincias como Melgar, Carabaya, Sandia, Huancané, Azángaro, Moho, San Román, Lampa, Puno, El Collao, Chucuito y Yunguyo. Esta delimitación territorial permitió analizar un espacio predominantemente altoandino, caracterizado por condiciones climáticas extremas y recurrentes heladas prolongadas, que afectaron de manera directa la salud y los medios de vida de las poblaciones rurales. La diversidad geográfica y socioeconómica del territorio facilitó comprender cómo la vulnerabilidad estructural, las limitaciones de infraestructura y las capacidades locales de gestión influyeron en la exposición y respuesta frente a los eventos climáticos extremos.

El estudio adoptó un enfoque cualitativo, el cual permitió comprender en profundidad las percepciones, experiencias y conocimientos locales de los actores vinculados a la gestión del riesgo climático. Este enfoque posibilitó analizar fenómenos complejos asociados a las heladas prolongadas, tales como las prácticas de adaptación, los impactos en la salud humana y animal, y las estrategias comunitarias de afrontamiento, aspectos que no podían ser abordados únicamente mediante información cuantitativa. Asimismo, permitió interpretar los significados sociales y culturales que las comunidades atribuyeron a estos eventos climáticos y a sus efectos en la vida cotidiana.

El diseño metodológico fue cualitativo de tipo descriptivo–interpretativo, orientado a describir las condiciones territoriales, socioeconómicas e institucionales relacionadas con las heladas prolongadas, así como a interpretar cómo estos factores se articularon con las capacidades locales de respuesta y adaptación. Este diseño facilitó integrar la información empírica obtenida en campo con la revisión de normas, planes regionales, reportes climáticos y diagnósticos sectoriales, permitiendo construir un análisis contextualizado y coherente sobre la gestión del riesgo climático y sus brechas en el departamento de Puno.

Figura 1
Procedimiento metodológico



La muestra estuvo conformada por doce actores clave seleccionados de manera intencional, incluyendo autoridades regionales y locales, especialistas técnicos del sector agropecuario, representantes de organizaciones de productores y de la sociedad civil. Esta selección permitió recoger perspectivas complementarias desde distintos niveles de decisión y experiencia directa frente a las heladas prolongadas. La diversidad de perfiles contribuyó a una comprensión integral de los factores estructurales que condicionaron la vulnerabilidad rural, así como de las limitaciones y potencialidades en la gestión del riesgo y la protección de los medios de vida.

El recojo de información se realizó principalmente mediante entrevistas semiestructuradas, desarrolladas de forma presencial y virtual según las condiciones geográficas, climáticas y de disponibilidad de los participantes. Las entrevistas fueron registradas en audio, complementadas con notas de campo y posteriormente transcritas para su análisis. La información obtenida fue procesada mediante codificación temática con el apoyo del software Atlas.ti, lo que permitió identificar categorías y relaciones analíticas relevantes. De manera complementaria, se utilizó Microsoft Visio para elaborar mapas de actores y esquemas de articulación institucional, considerando las limitaciones metodológicas asociadas a la accesibilidad territorial y a la disponibilidad de tiempo de los informantes.

3. Resultados y discusión

Los resultados muestran que, desde la perspectiva de los actores institucionales y de gobierno, las heladas prolongadas en Puno se han consolidado como un riesgo climático estructural que afecta de manera simultánea la agricultura, la ganadería y la salud, especialmente en las zonas altoandinas por encima de los 4 000 m s. n. m. Este fenómeno es reconocido como recurrente y persistente, lo que obliga a superar enfoques centrados únicamente en la emergencia y avanzar hacia una gestión del riesgo de carácter permanente. En este escenario, las heladas comprometen la seguridad alimentaria y la salud de la población más vulnerable, en particular de personas adultas mayores, niñas y niños, incrementando la presión sobre la capacidad de respuesta del Estado en los territorios más expuestos.

En los últimos años, las heladas prolongadas en la región de Puno han tenido una magnitud muy significativa, afectando de manera severa tanto a los cultivos como a la población, especialmente a las personas adultas mayores, niñas y niños, y en general a toda la sociedad (Entrevistado).

En el plano preventivo, los resultados evidencian que la respuesta estatal frente a las heladas presenta importantes debilidades estructurales, asociadas a la escasa articulación entre los niveles nacional, regional, provincial y local. Si bien existen iniciativas orientadas a la seguridad alimentaria y sanitaria, como programas contra la anemia, uso de fitotoldos y promoción de cultivos adaptados al contexto altoandino, estas se implementan de forma fragmentada y sin continuidad. Como consecuencia, las zonas más vulnerables no cuentan con una red preventiva coherente y sostenida, sino con intervenciones aisladas que no logran reducir de manera significativa los impactos del frío extremo.

Otro hallazgo relevante es la modificación del comportamiento temporal de las heladas, que ya no se concentran únicamente en los meses tradicionales, sino que irrumpen también en etapas críticas del desarrollo de los cultivos. Este desajuste entre el calendario climático y el calendario agrícola genera daños severos en las plantas, reduce los rendimientos y ocasiona pérdidas económicas recurrentes para las familias rurales. De este modo, el riesgo deja de ser un evento puntual y se convierte en una amenaza constante que erosiona progresivamente la capacidad productiva y la estabilidad socioeconómica de la región.

Las heladas ya no se concentran únicamente en los meses tradicionales de mayo a agosto, sino que ahora ocurren también en etapas críticas de crecimiento y fructificación de los cultivos, provocando daños severos y reduciendo de manera significativa la producción final (Entrevistado).

Desde el ámbito institucional, los resultados identifican que la alta rotación del personal en los gobiernos locales y regionales constituye una de las principales barreras para una gestión articulada del riesgo por heladas (Figura 1). Cada cambio de funcionarios interrumpe los procesos de coordinación, debilita el seguimiento de proyectos y limita la consolidación de equipos técnicos especializados. Esta situación se ve agravada por el uso deficiente de herramientas clave como el SIMPAD, lo que retrasa la activación de apoyos y reduce la eficacia de la respuesta ante los eventos climáticos extremos.

Los hallazgos confirman que las heladas prolongadas constituyen un riesgo climático estructural que afecta simultáneamente la agricultura, la ganadería y la salud en las zonas altoandinas de Puno, especialmente por encima de los 4 000 m s. n. m. Esta recurrencia y persistencia obliga a superar enfoques reactivos centrados únicamente en emergencias, avanzando hacia estrategias de gestión del riesgo permanentes y sostenibles. Los daños observados en cultivos y pasturas, así como el impacto sobre la población vulnerable niñas, niños y personas adultas mayores, coinciden con estudios previos que destacan la alta exposición de los sistemas productivos altoandinos y la limitada capacidad preventiva de las comunidades y del Estado (Wilson, 2025; Medina, 2019; Atachagua, 2023). Además, la irrupción de heladas en períodos críticos de desarrollo de los cultivos refleja un desajuste temporal que amplifica los daños económicos y compromete la seguridad alimentaria, evidenciando la necesidad de adaptar los calendarios agrícolas y los sistemas de alerta climática a las nuevas dinámicas del fenómeno (Taboada et al., 2020; Quiroz, 2022).

Por otra parte, los resultados muestran que la gestión institucional enfrenta importantes limitaciones estructurales, incluyendo la fragmentación entre niveles de gobierno, la alta rotación del personal y la utilización deficiente de herramientas de planificación como el SIMPAD. Esta situación coincide con la literatura que evidencia políticas públicas centralizadas y con escasa articulación territorial, lo que reduce la efectividad de los programas preventivos y compromete la resiliencia comunitaria frente a heladas recurrentes (Vergara y Ejsmentewicz, 2024; Chambio, 2016). La evidencia también sugiere que la integración de soluciones adaptadas al contexto local, como tecnologías bioclimáticas y estrategias de manejo ancestral del territorio, junto con una articulación multisectorial sostenida, puede mejorar la capacidad de respuesta y reducir la vulnerabilidad social y productiva (Estrada, 2023; López y Monteros, 2025; Daza, 2022).

En la figura 2 se muestra la percepción y gestión del riesgo por heladas en Puno. Desde la perspectiva de los actores técnicos y profesionales, se confirma que las heladas son un fenómeno natural recurrente y claramente identificado mediante registros climáticos, con un patrón estacional definido. Esta previsibilidad técnica contrasta con las limitaciones observadas en la articulación de acciones preventivas y de preparación. Asimismo, en el ámbito de la salud, los resultados evidencian un incremento significativo de enfermedades respiratorias durante los meses de mayor frío, con especial impacto en niñas, niños y personas adultas mayores, lo que refuerza la centralidad del componente sanitario en la gestión del riesgo climático.

Desde la gestión regional del riesgo, se cuenta con evidencias técnicas que muestran que las heladas son un fenómeno natural recurrente y típico de la zona altoandina de Puno (Entrevistado).

En el ámbito productivo, los hallazgos técnicos muestran que las heladas afectan de manera crítica la agricultura y la ganadería, comprometiendo la disponibilidad de alimentos y la base económica de las familias rurales. Los impactos estimados sobre cultivos de pan llevar alcanzan entre el 30 % y el 80 %, mientras que en la ganadería se registran altos niveles de mortalidad en crías de ovinos y alpacas. Estas pérdidas productivas se traducen en menor seguridad alimentaria, debilitamiento de los medios de vida y mayor vulnerabilidad sanitaria en las comunidades altoandinas.

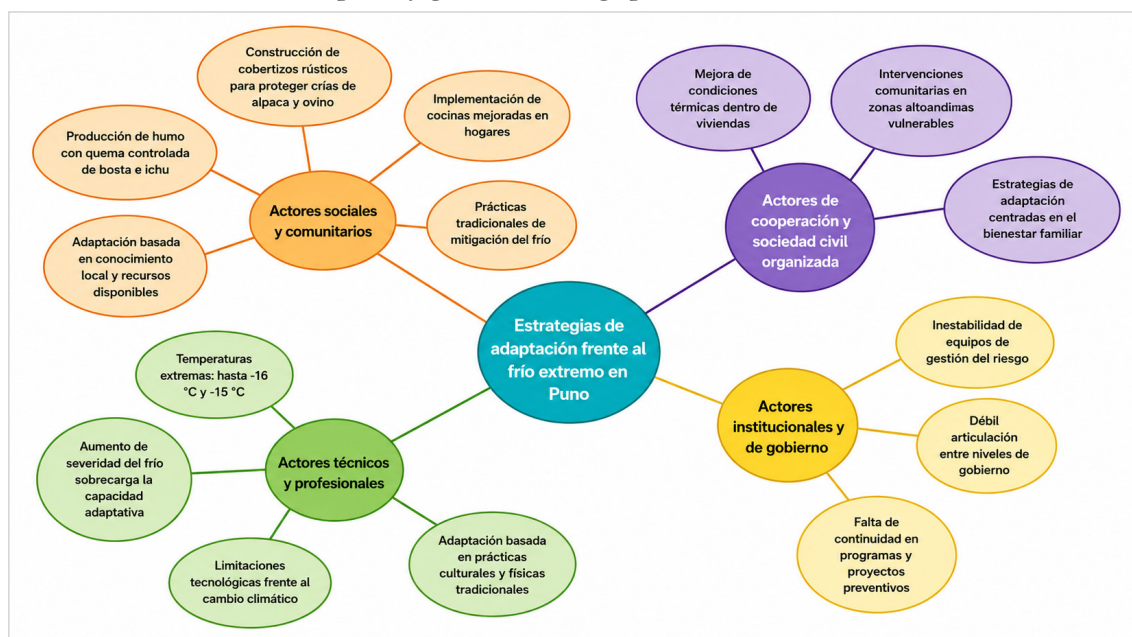
En la agricultura, se ha identificado que las heladas afectan entre el 30% y el 80% de los cultivos de pan llevar, como papa, quinua, avena y alfalfa, afectando tanto la alimentación humana como la del ganado (Entrevistado).

Las heladas son percibidas como más frecuentes, intensas e impredecibles, lo que ha alterado los calendarios tradicionales de siembra y pastoreo. Esta mayor variabilidad climática incrementa la incertidumbre y expone con mayor severidad a los cultivos, al ganado y a la salud de las familias rurales. Las pérdidas acumulativas en producción y el aumento de enfermedades respiratorias impactan directamente en los ingresos y en la calidad de vida de los hogares altoandinos.

Desde la mirada de los actores de cooperación y sociedad civil organizada, los resultados subrayan la necesidad de abordar las heladas como un problema integral de salud, bienestar y desarrollo local, basado en evidencia técnica y en la identificación precisa de las poblaciones más vulnerables (Figura 2). Si bien existen estudios y diagnósticos relevantes, la desconfianza y la limitada coordinación entre el Estado y otros actores dificultan la implementación de soluciones sostenibles. Los hallazgos evidencian que enfrentar el impacto de las heladas en Puno requiere una gestión articulada, continua y orientada tanto por el conocimiento técnico como por la experiencia comunitaria.

Figura 2

Percepción y gestión del riesgo por heladas en Puno



Los hallazgos confirman que las heladas en Puno constituyen un riesgo climático recurrente y previsible, con un patrón estacional identificado mediante registros técnicos, lo que evidencia que el fenómeno no es impredecible pero sí altamente dañino. Los impactos sobre la agricultura y la ganadería, con pérdidas estimadas de entre el 30 % y 80 % en cultivos y alta mor-

talidad de crías de ovinos y alpacas, reflejan la vulnerabilidad estructural de los sistemas productivos altoandinos y la dependencia de las familias rurales de estos medios de vida (Wilson, 2025; Medina, 2019; Taboada et al., 2020; Quiroz, 2022). Además, la variabilidad reciente de las heladas, que afecta ahora períodos críticos de siembra y crecimiento de los cultivos, genera una mayor incertidumbre y expone simultáneamente a riesgos sanitarios, al incremento de enfermedades respiratorias, y a la inseguridad alimentaria, mostrando que la gestión del riesgo debe abordarse desde un enfoque integral que considere interacciones entre fenómenos naturales, vulnerabilidad productiva y bienestar social (PNUD, 2021; SENAMHI, 2023).

La investigación evidencia limitaciones institucionales significativas, como la escasa coordinación entre el Estado y la sociedad civil, la fragmentación de acciones preventivas y la desconfianza en la implementación de soluciones sostenibles, lo que coincide con estudios previos sobre debilidades estructurales en políticas públicas de prevención del riesgo climático en Puno (Vergara y Ejsmentewicz, 2024; Chambio, 2016). Estos hallazgos subrayan la necesidad de fortalecer la articulación territorial, la planificación preventiva y la participación comunitaria, así como de integrar saberes ancestrales y tecnologías modernas para promover la resiliencia frente a heladas prolongadas (López y Monteros, 2025; Daza, 2022; Estrada, 2023).

En la figura 3 se muestran estrategias de adaptación frente al frío extremo en Puno. Los resultados evidencian que, desde la perspectiva de los actores institucionales y de gobierno, las estrategias de adaptación frente a los episodios de frío extremo en Puno se desarrollan en un contexto marcado por la inestabilidad de los equipos de gestión del riesgo y la débil articulación intergubernamental. La alta rotación del personal, especialmente en las oficinas de Defensa Civil de los gobiernos locales, interrumpe la continuidad de acciones preventivas y limita la consolidación de políticas sostenidas. Esta situación genera vacíos técnicos y administrativos que afectan directamente la capacidad de tramitar evaluaciones de daños y acceder oportunamente a programas de apoyo orientados a fortalecer la adaptación en los territorios más expuestos.

La principal barrera para la articulación entre los niveles nacional, regional y local es la inestabilidad de los equipos de gestión del riesgo, especialmente en las oficinas de Defensa Civil de los gobiernos locales y del Gobierno Regional (Entrevistado).

Asimismo, los actores institucionales identifican que las estrategias de adaptación se ven restringidas por la debilidad de los sistemas de información y pronóstico climático. Si bien las alertas emitidas por el SENAMHI constituyen un insumo relevante, estas no siempre permiten anticipar con precisión la ocurrencia y localización de las heladas, dificultando la planificación de medidas preventivas oportunas. A ello se suma la pérdida de confiabilidad de los indicadores climáticos tradicionales utilizados por las comunidades, cuyos patrones se han visto alterados por el cambio climático, reduciendo aún más la capacidad de anticipación frente al frío extremo.

En este marco, desde el ámbito institucional se reconoce la necesidad de articular el conocimiento científico con los saberes ancestrales para fortalecer las estrategias de adaptación. Prácticas tradicionales como los waru waru y otros sistemas de manejo del agua y del suelo son identificadas como alternativas con potencial, pero su integración en políticas públicas y proyectos de investigación aplicada aún es incipiente. La falta de espacios de diálogo y co-diseño entre autoridades, técnicos y comunidades limita la transformación de estos saberes combinados en programas concretos de adaptación frente a las heladas.

Desde la perspectiva de los actores técnicos y profesionales, los resultados muestran que las estrategias actuales de adaptación se sustentan principalmente en una base cultural y física que resulta insuficiente frente al aumento de la intensidad y duración del frío. Si bien la

población altoandina ha desarrollado históricamente formas de convivencia con temperaturas extremas, el incremento reciente de la severidad de las heladas está sobrepasando esta capacidad adaptativa, traducándose en mayores afectaciones a la salud, especialmente en niñas, niños y otros grupos vulnerables.

Ahora ya no basta con acostumbrarse al frío; la gente se abriga más, pero igual se enferma porque no contamos con tecnologías que nos protejan mejor (Entrevistado).

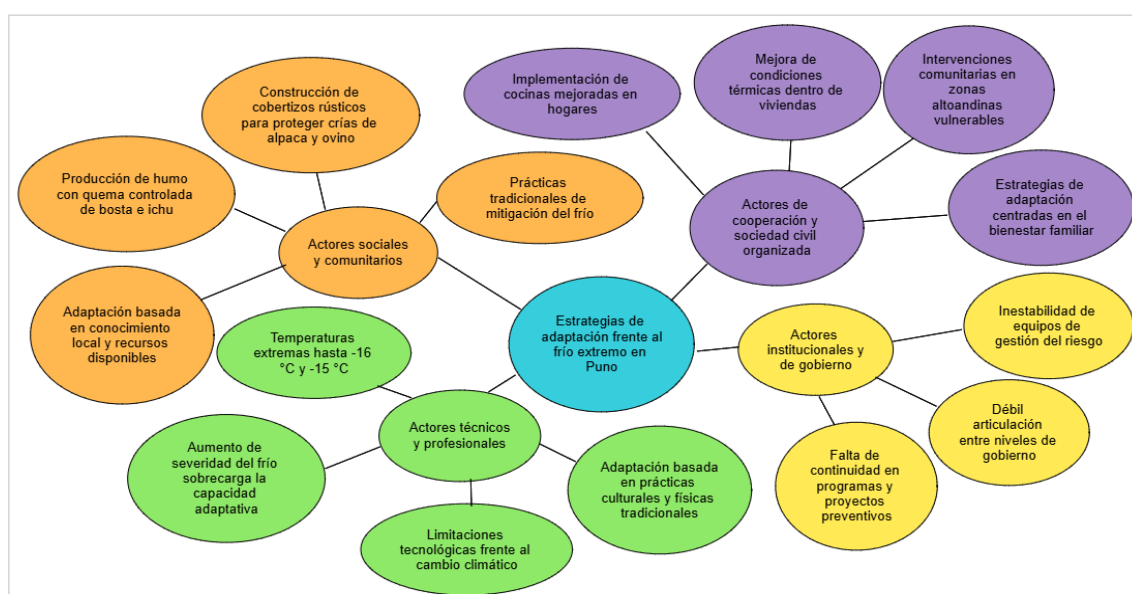
En esa misma línea, los actores técnicos señalan que las estrategias implementadas tienen un carácter predominantemente paliativo. Las acciones se concentran en mitigar los efectos del frío sobre la salud humana y animal, mediante el abrigo, la medicación preventiva y la distribución de antibióticos al ganado, ante la ausencia de tecnologías capaces de reducir de manera directa el impacto de las heladas como fenómeno climático. Estas respuestas permiten contener parcialmente los daños, pero no constituyen soluciones estructurales de adaptación a largo plazo.

Lo que hacemos en la práctica es abrigar más a las personas, medicarlas antes y dar antibióticos al ganado, pero no tenemos una solución que realmente frene el efecto de la helada (Entrevistado).

En el ámbito productivo, los resultados técnicos muestran que las estrategias de adaptación en ganadería y agricultura combinan acciones veterinarias y de manejo de forrajes. Se prioriza la aplicación de vitaminas, el abrigo de crías para reducir la mortalidad y la conservación de alimentos mediante heno y ensilado, así como la instalación de invernaderos para proteger cultivos forrajeros. No obstante, estas medidas se configuran como respuestas de contención que, si bien ayudan a sostener los medios de vida, aún no logran consolidarse como un sistema integral y territorialmente articulado de adaptación frente al frío extremo.

Desde la mirada de los actores sociales y comunitarios, las estrategias de adaptación se apoyan principalmente en prácticas tradicionales transmitidas de generación en generación (Figura 3). La quema controlada de bosta e ichu para producir humo durante las noches más frías y la construcción de cobertizos rústicos para proteger a las crías de alpaca y ovino constituyen respuestas comunitarias clave para reducir la exposición directa al frío. Estas prácticas reflejan una adaptación cotidiana basada en el conocimiento local y en el uso de recursos disponibles en el entorno.

Figura 3
Estrategias de adaptación frente al frío extremo en Puno



Los resultados evidencian que las estrategias de adaptación frente a las heladas en Puno enfrentan limitaciones estructurales significativas, principalmente derivadas de la alta rotación de personal en los gobiernos locales y regionales y de la débil articulación intergubernamental. Esta inestabilidad administrativa interrumpe la continuidad de acciones preventivas y reduce la eficacia de políticas orientadas a la mitigación del riesgo climático, confirmando hallazgos previos sobre la fragmentación y centralización de la gestión del riesgo en contextos altoandinos (Vergara & Ejsmentewicz, 2024; Chambio, 2016). Asimismo, la dependencia de indicadores climáticos tradicionales, cuya confiabilidad se ha visto afectada por la variabilidad y el cambio climático, limita la capacidad de anticipación frente a eventos extremos, lo que coincide con estudios que resaltan la necesidad de integrar información geoespacial y pronósticos técnicos para orientar intervenciones preventivas más efectivas (Expósito et al., 2025; Quiroz, 2022). Estos elementos subrayan que la adaptación frente a heladas no puede basarse únicamente en respuestas paliativas, sino que requiere fortalecer sistemas integrales de gestión que consideren tanto las dimensiones técnicas como la participación comunitaria.

La investigación muestra que las estrategias implementadas se apoyan en una combinación de saberes ancestrales y acciones comunitarias, así como en medidas productivas y sanitarias de carácter paliativo, como abrigo, medicación preventiva y protección de crías de ganado. Si bien estas prácticas reflejan resiliencia local y conocimiento adaptativo acumulado, su alcance es limitado frente al aumento reciente de la severidad y duración del frío (IPCC, 2022; PNUD, 2021). La evidencia resalta la necesidad de articular estos saberes con tecnologías modernas, sistemas de alerta temprana y políticas públicas adaptadas al contexto altoandino, a fin de construir un sistema integral de adaptación que reduzca impactos sobre la salud, la seguridad alimentaria y los medios de vida de las familias rurales (Estrada, 2023; López & Monteros, 2025; Daza, 2022). Así, los resultados refuerzan la idea de que la gestión del riesgo por heladas debe trascender medidas de contención para avanzar hacia estrategias sostenibles, culturalmente adecuadas y territorialmente articuladas.

En la figura 4 se muestran las iniciativas de mitigación frente a las heladas en Puno. Los resultados muestran que las estrategias de adaptación se concretan en intervenciones focalizadas en el bienestar del hogar. La implementación de cocinas mejoradas en comunidades altoandinas busca mejorar las condiciones térmicas al interior de las viviendas, reduciendo la exposición al frío extremo y contribuyendo a la salud y tranquilidad de las familias. Estas iniciativas evidencian que la adaptación no solo se orienta al ámbito productivo, sino también al espacio doméstico, aunque su alcance sigue siendo limitado frente a la magnitud y recurrencia de las heladas en la región.

Con las cocinas mejoradas, las familias sienten menos el frío dentro de sus casas y viven un poco más tranquilas en época de heladas (Entrevistado).

Desde la perspectiva de los actores institucionales y de gobierno, las iniciativas de mitigación frente a las heladas en Puno se concentran mayoritariamente en acciones de ayuda humanitaria de carácter reactivo. La entrega de frazadas y bienes básicos durante los episodios de frío extremo constituye la respuesta principal, lo que permite aliviar impactos inmediatos, pero no modifica las condiciones estructurales de vulnerabilidad de las familias rurales altoandinas. Esta modalidad de intervención resulta limitada para reducir de forma sostenida la exposición al riesgo, especialmente en hogares con viviendas precarias y baja protección térmica.

Muchas veces solo llegamos con frazadas y víveres, pero la familia sigue igual de expuesta cuando vuelve la siguiente helada (Entrevistado).

En ese contexto, los actores gubernamentales reconocen que una mitigación más efectiva requiere el tránsito hacia políticas y programas estructurales orientados a mejorar de manera permanente las condiciones de habitabilidad y acceso a energía. Se destaca la necesidad de ampliar iniciativas como las viviendas con acondicionamiento térmico y promover sistemas de calefacción basados en energías limpias, dirigidos prioritariamente a comunidades por encima de los 4 000 m s. n. m. y a grupos altamente vulnerables como personas adultas mayores y niños. Estas intervenciones son concebidas como soluciones de mayor alcance y sostenibilidad frente a heladas recurrentes.

Lo que realmente necesitamos son soluciones que mantengan caliente la casa todo el invierno, no solo ayuda por unos días cuando ya llegó la helada (Entrevistado).

Desde la gestión ambiental regional, los proyectos de Gestión Integral de Recursos Hídricos aparecen como una estrategia complementaria de mitigación indirecta. La construcción de microreservorios, zanjas de infiltración y lagunas de cosecha contribuye a fortalecer la resiliencia productiva frente a escenarios donde las heladas se combinan con sequías. Al asegurar agua para riego, ganadería y consumo humano, estas infraestructuras reducen el riesgo de pérdidas severas y facilitan la recuperación de los sistemas productivos después de los eventos de frío extremo.

La continuidad de estas acciones a través de iniciativas como IR2 refuerza la importancia de la regulación hídrica como base de la seguridad alimentaria local. Para los actores institucionales, garantizar la disponibilidad de agua en contextos de heladas prolongadas permite sostener cultivos y pastos, reducir crisis productivas recurrentes y ofrecer a las familias rurales mayores posibilidades de reorganizar sus medios de vida tras cada evento climático adverso.

Desde la perspectiva de los actores técnicos y profesionales, los programas de mitigación frente a las heladas en Puno se caracterizan por su carácter incipiente y por apoyarse en un número reducido de experiencias piloto. Las denominadas “casitas calientes” y los sistemas de acumulación de calor representan las principales innovaciones tecnológicas implementadas, orientadas a reducir el impacto del frío extremo en los hogares rurales. Sin embargo, se reconoce que estas iniciativas aún carecen de evaluaciones rigurosas que permitan medir con precisión su efectividad.

En la práctica, las casitas calientes y los sistemas de acumulación de calor son de las pocas intervenciones concretas que tenemos contra las heladas, pero todavía falta saber con precisión cuánto protegen realmente a las familias (Entrevistado).

A pesar de estas limitaciones, los especialistas señalan que las viviendas térmicas constituyen la experiencia más aceptada por la población, observándose una apropiación progresiva del modelo por parte de las comunidades. Paralelamente, las iniciativas orientadas a la protección del ganado, como cobertizos y abrigos, se consolidan como componentes clave para reducir enfermedades, mortalidad animal y pérdidas económicas, fortaleciendo la continuidad de los medios de vida rurales frente a heladas recurrentes.

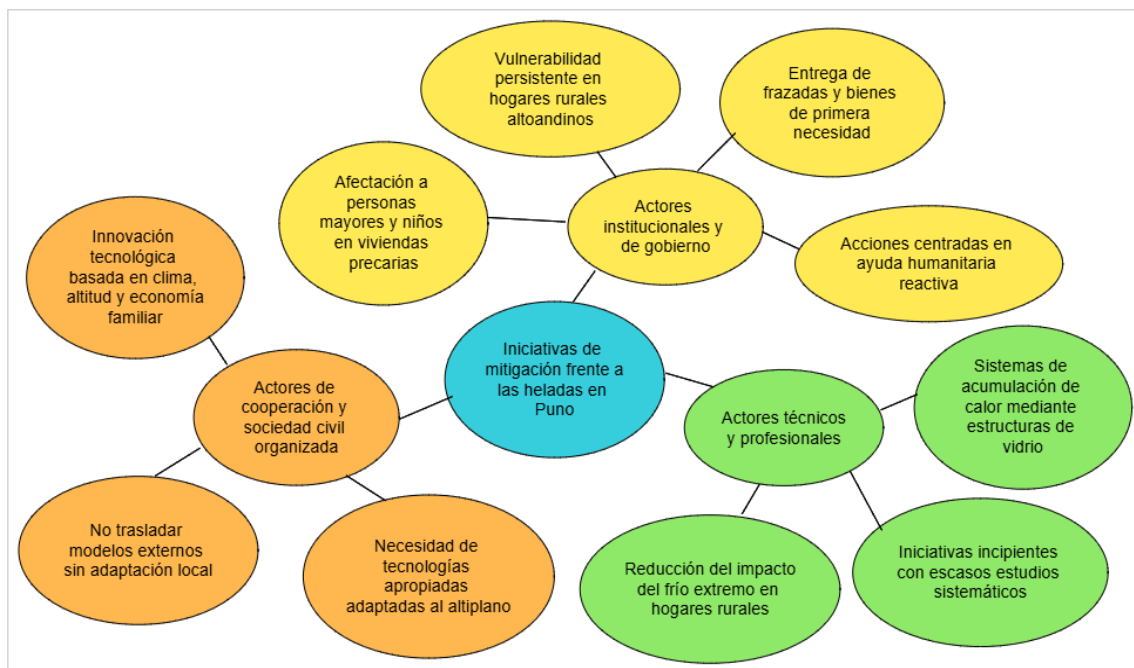
Desde el enfoque social y comunitario, los programas estatales son percibidos como tardíos, insuficientes y poco accesibles. Las comunidades señalan retrasos en la entrega de apoyo, trámites administrativos complejos y obras de infraestructura incompletas o de baja calidad, lo que limita seriamente su utilidad frente al frío extremo. Estas barreras refuerzan la sensación de exclusión y mantienen elevados niveles de vulnerabilidad, especialmente en las zonas más alejadas.

Hay familias que desisten del apoyo porque el trámite es largo y la ayuda llega cuando el frío ya pasó (Entrevistado).

Los actores de cooperación y sociedad civil coinciden en que la mitigación efectiva de las heladas en Puno depende del desarrollo de tecnologías apropiadas al contexto del altiplano y de procesos participativos que fortalezcan las capacidades locales (Figura 4). La articulación entre innovación tecnológica, formación comunitaria y organización social emerge como un elemento clave para transformar intervenciones aisladas en estrategias sostenidas de gestión del riesgo climático, capaces de reducir de manera estructural los impactos del frío extremo sobre la población y sus medios de vida.

Figura 4

Iniciativas de mitigación frente a las heladas en Puno



Los hallazgos evidencian que las iniciativas de mitigación frente a las heladas en Puno se concentran principalmente en intervenciones de carácter doméstico y paliativo, como las cocinas mejoradas y la entrega de frazadas, las cuales buscan reducir la exposición inmediata al frío extremo y mejorar el bienestar de los hogares (Estrada, 2023; Gonzales, 2019). Aunque estas estrategias contribuyen a aliviar los impactos sobre la salud y la calidad de vida de las familias, su alcance sigue siendo limitado frente a la recurrencia y severidad de las heladas en zonas altoandinas, especialmente en viviendas precarias y de alta exposición. Esta situación coincide con estudios que destacan la alta vulnerabilidad de la población rural ante temperaturas extremas y la necesidad de enfoques de adaptación estructurales que integren la infraestructura habitacional, el acceso a energía y tecnologías apropiadas, en lugar de depender únicamente de ayuda humanitaria reactiva (Wilson, 2025; Medina, 2019; Atachagua, 2023).

Por otro lado, la investigación muestra que la efectividad de las estrategias de mitigación se potencia cuando se combinan innovaciones tecnológicas con saberes ancestrales y participación comunitaria, como en las “casitas calientes” y sistemas de acumulación de calor, junto con cobertizos y abrigos para el ganado (López & Monteros, 2025; Daza, 2022). Sin embargo, la implementación aún es incipiente y requiere evaluación rigurosa para garantizar

resultados sostenibles. La experiencia sugiere que el fortalecimiento de la resiliencia frente a heladas debe articular infraestructura, tecnologías adaptadas al contexto altoandino, manejo hídrico y formación comunitaria, generando estrategias integrales capaces de reducir impactos sobre la salud, los medios de vida y la seguridad alimentaria, superando la limitada eficacia de intervenciones aisladas y tardías (PNUD, 2021; Quiroz, 2022; IPCC, 2022).

4. Conclusión

El riesgo climático y la vulnerabilidad rural frente a heladas en Puno configuran una problemática estructural que afecta de manera recurrente y severa a las comunidades altoandinas, especialmente en territorios con limitaciones históricas de infraestructura, servicios básicos y capacidad institucional. Los hallazgos muestran que las heladas prolongadas no solo impactan la producción agrícola y ganadera, sino también la salud comunitaria, profundizando condiciones de precariedad y afectando con mayor intensidad a niños, adultos mayores y familias rurales. En este contexto, la vulnerabilidad no depende únicamente de la intensidad del fenómeno climático, sino también de la debilidad de las capacidades locales e institucionales para anticipar, responder y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y sostenida.

Las estrategias actuales de adaptación y mitigación, aunque incorporan saberes ancestrales, acciones técnicas e intervenciones institucionales, siguen siendo insuficientes frente a la creciente severidad del frío extremo. La falta de continuidad en las políticas, la débil articulación interinstitucional, la limitada cobertura territorial y la escasa integración entre conocimiento científico y local reducen la efectividad de los programas implementados.

5. Referencias

- Atachagua, J. (2023). *Propuesta de gestión de riesgo de heladas que afectan a la agricultura en la producción de cultivos de papa (Solanum tuberosum) en el centro poblado de Chippa, distrito de Ninacaca, provincia de Pasco – 2020* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. https://45.177.23.200/bitstream/undac/3165/1/T026_44448932_T%20.pdf
- Chambio, J. (2016). *Las políticas de prevención del riesgo en los procesos de heladas en la región Puno durante el período 2009-2010* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://www.proquest.com/openview/187a273d83f991aec0d383c7952660d9/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Daza, W. (2022). Saberes ancestrales, conocimientos locales y cambio climático en comunidades aymaras del Altiplano boliviano: apuntes del estado de arte. *Millcayac*, 9(17), 124. <https://www.redalyc.org/journal/5258/525871894009/525871894009.pdf>
- Estrada, L. (2023). *Implementación de un modelo bioclimático (Wasi-Iglú) para brindar confort térmico y atenuar las heladas-nevadas en el distrito de Capaso, Puno* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Federico Villarreal]. https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/7574/UNFV_FIGAE_Estrada_ROMERO_Lilian_Gariela_Titulo%20profesional_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Expósito, L., Rodríguez, M., & Mora, M. (2025). Estudio bibliométrico sobre los sistemas de información geográficos en la toma de decisiones medioambientales. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 5(2), 36-47. <https://revista.excedinter.com/index.php/rtest/article/view/162>
- FAO. (2020). *Impactos de las heladas en la agricultura familiar andina: estrategias de adaptación y mitigación*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://share.google/t6eJ3pL8wZI2dcXQX>

- Gonzales, R. (2019). *Soluciones constructivas para proteger la vida e integridad física de la población ante las heladas y friaje en Puno – año 2018* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://repositorio.unfv.edu.pe/items/8c28ed11-6927-433e-a474-5a516d55357e>
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Lhomme, J., & Vacher, J. (2003). La Mitigación de heladas en los camellones del altiplano andino. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 32(2), 377-399. <https://journals.openedition.org/bifea/6556?lang=fr>
- López, N., & Monteros, D. (2025). Integración de los saberes ancestrales en la gestión de riesgos frente a inundaciones en la Nacionalidad Waorani de la comunidad de Bamenó, provincia de Orellana. *Journal of Science and Research*, 10(4), 224-236. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/3891>
- Medina, D. (2019). *Efectos de la variabilidad climática en los medios de vida y la seguridad alimentaria en doce comunidades rurales del municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, período 2017–2018* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3956/>
- PNUD. (2021). Análisis de Riesgo al Cambio Climático. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://share.google/SnP5fPUuh1nKNdJHJ>
- PNUD. (2021). *Informe sobre tecnologías de adaptación y resiliencia climática en el Perú*. PNUD. <https://www.undp.org/es/peru>
- Quiroz, G. (2022). *Análisis del riesgo por heladas en zonas alpaqueras al sur del Perú* [Trabajo de fin de máster, Universidad de Barcelona]. https://diposit.ub.edu/dspace/bits-tream/2445/186279/1/TFM_QUIROZ_MOSQUERA_GABRIELA_DEPOSITO_VC%20%281%29.pdf
- SENAMHI. (2023). Comportamiento de las heladas y friajes a nivel nacional enero - abril 2023. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/4210150-comportamiento-de-las-heladas-y-friajes-a-nivel-nacional-enero-abril-2023>
- Taboada, M., Bustó, M., Costantini, A., Maggio, A., Perin, A., Sampaio, M., & Loboguerrero, A. (2020). Sector Agropecuario. Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos—Informe RIOCCADAPT. <https://cgspace.cgiar.org/items/b363370b-c4b4-4667-b97f-322548fed088>
- Vergara, P., & Ejsmentewicz, D. (2024). Implementación de nueva institucionalidad para la Reducción del Riesgo de Desastres en Chile: Reflexiones sobre los avances y desafíos para la gestión del riesgo de desastres. *Polis (Santiago)*, 23(67), 13-82. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-65682024000100013&script=sci_arttext&tlng=en
- Wilson, C. (2025). *Vulnerabilidad al cambio climático y capacidad adaptativa de los pobladores del sector rural del distrito de Tirapata–2023* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Juliaca]. <https://repositorio.unaj.edu.pe/items/cf04f515-063d-4e79-bce3-6a35c83788a0>