

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Análisis de retroceso glaciar y determinación de su influencia en generación  
de impactos ambientales del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros,  
departamento de Pasco, Lima y Huánuco 2023**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Ambiental**

**Autores:**

**Bach. Daniel Fortunato DIEGO FLORES**

**Bach. Jesus Miguel RAMIREZ VIVAS**

**Asesor:**

**Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCÍA**

**Cerro de Pasco - Perú – 2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Análisis de retroceso glaciar y determinación de su influencia en generación  
de impactos ambientales del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros,  
departamento de Pasco, Lima y Huánuco 2023**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

**PRESIDENTE**

---

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS

**MIEMBRO**

---

Mg. Lucio ROJAS VITOR

**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 267-2025-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Análisis de retroceso glaciar y determinación de su influencia en generación de impactos ambientales del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros, departamento de Pasco, Lima y Huánuco 2023.**

Apellidos y nombres de los tesistas

**Bach. Daniel Fortunato DIEGO FLORES**

**Bach. Jesus Miguel RAMIREZ VIVAS**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Ambiental**

Índice de Similitud

**4 %**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 9 de mayo del 2025



Firmado digitalmente por PALOMINO  
ISIDRO Ruben Edgar FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 09.05.2025 17:46:06 -05:00

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirnos desarrollar este anhelado trabajo de investigación. A nuestros padres y hermanos, por inculcarnos la importancia de la educación y apoyarnos en cada etapa de esta travesía.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a Dios, quien nos ha brindado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para completar esta etapa tan significativa de nuestras vidas.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro asesor de tesis, Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA por su valiosa orientación, paciencia y profundo conocimiento han sido cruciales para guiarnos en este camino.

Por último, queremos agradecer de todo corazón a nuestras familias y amigos por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento en este viaje que hoy culmina con éxito.

## RESUMEN

En el presente estudio se determinó el retroceso glaciar del nevado de Pichuycocha y Siete Caballeros, perteneciente a la cordillera de Raura, en las regiones de Lima, Huánuco y Pasco. Se tuvo como objetivo determinar el retroceso glaciar y su influencia en la generación de impactos en áreas circundantes, para lo cual se desarrolló mediante la evaluación multitemporal de imágenes satelitales Landsat 5-7 y 8, de los años de 1985, 1990, 2000, 2007, 2011, 2016, 2020 y 2023, asimismo se empleó encuestas a los moradores ubicados alrededor del nevado y a los comuneros de las comunidades de Chinche, Yanahuanca, Huarautambo y Yanacocha con la finalidad de determinar impactos en el contexto a causa de la pérdida de cobertura glaciar. Al término de la investigación se pudo llegar a la conclusión de la pérdida de cobertura glaciar es de 1148 hectáreas y que representa un 55% de pérdida con respecto al año 1985 (año base), asimismo a lo largo de 38 años de análisis se muestra una tendencia de pérdida de cobertura, y que en un aproximado de 30 años el nevado de Pichuycocha se extinguirá por completo, por otra parte, la investigación pudo determinar que el retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros muestra una influencia en la generación de impactos de naturaleza negativa como, disminución del caudal del agua y desaparición de manantiales, disminución de la producción agrícola por déficit hídrico en temporada seca, y conflictos por mayor demanda y menor oferta hídrica.

**Palabra Clave:** Retroceso Glaciar, Impactos, evaluación Multitemporal.

## **ABSTRACT**

In this study, the glacial retreat of the Pichuycocha and Siete Caballeros glaciers, located in the Raura mountain range across the regions of Lima, Huánuco, and Pasco, was determined. The objective was to assess the glacial retreat and its influence on the generation of impacts in the surrounding areas. To achieve this, a multitemporal evaluation was carried out using Landsat 5-7 and 8 satellite images from the years 1985, 1990, 2000, 2007, 2011, 2016, 2020, and 2023. Additionally, surveys were conducted with residents living near the glacier and community members from the towns of Chinche, Yanahuanca, Huarautambo, and Yanacocha to assess the contextual impacts.

At the conclusion of the research, it was found that 1,148 hectares of glacial coverage had been lost, representing a 55% reduction compared to the 1985 baseline. Over the 38 years of analysis, a consistent trend of glacial loss was observed, and it is estimated that in approximately 30 years, the Pichuycocha glacier will disappear completely. Furthermore, the study determined that the retreat of the Pichuycocha and Siete Caballeros glaciers has resulted in negative impacts, such as reduced water flow, the disappearance of springs, decreased agricultural production due to water shortages during the dry season, and conflicts driven by increased demand and limited water supply.

**Keywords:** Glacial Retreat, Impacts, Multitemporal Evaluation.

## INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es uno de los problemas más álgidos con los que tiene que lidiar el ser humano en la actualidad y en el futuro, siendo así un problema intergeneracional con efectos devastadores como: disminución hídrica, escasez de alimentos, desertificación de suelos, pérdida de los círculos polares y glaciares tropicales etc.

Los glaciares son grandes reservorios de agua dulce que muestran una gran sensibilidad frente al cambio climático, y se da fe a ello con la pérdida de gran parte de los glaciares tropicales de América del Sur: Perú, México, Papúa y África, que al estar en zonas de trópico solo pueden existir en las cimas de las montañas donde la temperatura es inferior a cero y que por el aumento de la temperatura de la tierra se observa el ascenso de la capa glaciaria con referencia a metros sobre el nivel del mar, y así en la actualidad teniendo capa glaciaria por encima de 5000 msnm. Estudios previos, como el de Francou (2007), han demostrado que, desde el siglo XIX, países andinos como Ecuador han perdido glaciares por completo, mientras que en Bolivia el caso emblemático de Chacaltaya ejemplifica esta problemática: una montaña que, décadas atrás, albergaba competiciones internacionales de esquí, hoy apenas conserva parches de hielo.

El Perú cuenta con el 71% de glaciares tropicales del mundo, que en la actualidad enfrentan una cuenta regresiva de pérdida de cobertura glaciaria, siendo el caso del nevado de Pichuycocha y Siete Caballeros ubicados en la cordillera occidental del Perú, en los departamentos de Lima, Huánuco y Pasco, que en la actualidad se evidencia pérdida de cobertura glaciaria significativa, por ello el presente estudio tuvo por objetivo determinar con precisión el retroceso glaciario mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG) en un análisis multi temporal de 1985 a 2023 (38

años) con imágenes satelitales con una resolución temporal de 30 m, asimismo el estudio tuvo por finalidad determinar los impactos sociales, económicos y ambientales que pueda generar el retroceso glaciar y su grado de influencia. En ese contexto enfatiza la necesidad de estudios como el presente, que no solo miden la pérdida de glaciares, sino que también buscan identificar impactos concretos en los ámbitos social, ambiental y económico.

Para ello la presente investigación está redactado de forma narrativa y secuencial con fácil interpretación y en base al reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

**Los Autores.**

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la Investigación.....	2
1.3. Formulación del problema .....	3
1.3.1. Problema general .....	3
1.3.2. Problemas específicos .....	3
1.4. Formulación de Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación de la investigación. ....	4
1.5.1. Justificación Social .....	4
1.5.2. Justificación ambiental.....	4
1.5.3. Justificación Económica .....	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de estudio .....	6
2.1.1. Internacional.....	6
2.1.2. Nacional.....	7
2.2. Bases teóricas - científicas .....	8
2.2.1. Glaciar.....	8
2.2.2. Retroceso glaciar.....	11
2.2.3. Impacto ambiental .....	11
2.2.4. Evaluación de impacto ambiental.....	12
2.2.5. Teledetección .....	13
2.2.6. Sistemas de información geográfica.....	14
2.3. Definición de términos básicos.....	15
2.4. Formulación de Hipótesis .....	16
2.4.1. Hipótesis general.....	16
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	16
2.5. Identificación de Variables .....	16
2.6. Definición operacionalización de variable e indicadores .....	17

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de Investigación.....	18
3.2. Nivel de investigación.....	18
3.3. Métodos de investigación.....	18
3.3.1. Lugar de investigación.....	18
3.3.2. Metodología.....	20

3.4. Diseño de investigación. ....	21
3.5. Población y muestra .....	21
3.6. Técnicas de recolección de datos. ....	23
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	24
3.8. Tratamiento Estadístico.....	24
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica .....	24

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	26
4.1.1. Trabajo de gabinete .....	26
4.1.2. Trabajo de campo .....	27
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	27
4.2.1. Retroceso glaciar.....	27
4.2.2. Resultados de análisis de impactos del retroceso glaciar.....	40
4.3. Prueba de Hipótesis.....	47
4.4. Discusión de resultados.....	48

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros de teledetección en distintos campos.....	14
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	17
Tabla 3 Estimación de pérdida de cobertura glaciár. ....	39
Tabla 4 Asignación de rangos de variable retroceso glaciár. ....	47
Tabla 5 Asignación de rangos de impactos. ....	47
Tabla 6 Correlación de Spearman. ....	48
Tabla 7. Instrumento de recolección de información. ....	57
Tabla 8. Información de variables de estudio en el paquete estadístico SPSS.....	59
Tabla 9. Resultado de Prueba de Hipótesis en el paquete estadístico SPSS. ....	60
Tabla 10. Matriz de consistencia. ....	61

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Proceso de formación de hielo glaciar. ....	9
Gráfico 2 Partes de un glaciar. ....	9
Gráfico 3 Mapa de ubicación política de zona de estudio.....	19
Gráfico 4 Mapa de ubicación geográfica de zona de estudio. ....	20
Gráfico 5 Población del estudio .....	22
Gráfico 6 Muestra de estudio. ....	23
Gráfico 7 Mapa de cobertura glaciar del año 1985 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.....	28
Gráfico 8 Mapa de cobertura glaciar del año 1990 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.....	29
Gráfico 9 Mapa de cobertura glaciar del año 2000 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.....	30
Gráfico 10 Mapa de cobertura glaciar del año 2007 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.....	31
Gráfico 11 Mapa de cobertura glaciar del año 2011 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.....	32
Gráfico 12 Mapa de cobertura glaciar del año 2016 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.....	34
Gráfico 13 Mapa de cobertura glaciar del año 2020 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.....	35
Gráfico 14 Mapa de cobertura glaciar del año 2023 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.....	36
Gráfico 15 Nivel del nevado en el año 1985 referente a la altitud sobre el nivel del mar .....	37

Gráfico 16 Nivel del nevado en el año 2023 referente a la altitud sobre el nivel del mar. .....	38
Gráfico 17 Pérdida de cobertura glaciar del año 1985 a 2023. ....	39
Gráfico 18 ¿Cuántos años vive en este lugar?.....	40
Gráfico 19 ¿Cuál es su ocupación económica? .....	41
Gráfico 20 ¿Utiliza algún recurso del medio ambiente como componente productivo?.....	41
Gráfico 21 ¿El agua que consume de donde es captado?.....	42
Gráfico 22 ¿Tiene noción o conocimiento sobre retroceso glaciar? .....	42
Gráfico 23 ¿Usted en su permanencia ha visto la disminución de la capa glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros? .....	43
Gráfico 24 ¿Cómo se enteró sobre la pérdida de cobertura glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros?.....	44
Gráfico 25 ¿Cree usted que el agua está disminuyendo su caudal? .....	44
Gráfico 26 Por qué evidencias usted manifestaría que el agua está disminuyendo?.....	45
Gráfico 27 Existe algún conflicto por la competencia o escasez de algún componente ambiental?.....	46
Gráfico 28 ¿Los componentes ambientales favorecen en su producción? .....	46
Gráfico 29 Vista de cobertura glaciar de 1985 a 2023. ....	49
Gráfico 30 Trabajos de visita a campo. ....	62
Gráfico 31 Georreferenciación de puntos de control. ....	62
Gráfico 32 Vista del nevado Pichuycocha del lado Este. ....	62
Gráfico 33 Pico más alto del nevado Pichuycocha. ....	62
Gráfico 34 Glaciar del nevado de Pichuycocha. ....	62
Gráfico 35 Cobertura Glaciar del nevado Pichuycocha. ....	62
Gráfico 36 Aplicación de encuesta a los moradores del caserío de Rangracancha.....	62

Gráfico 37 Encuesta a los moradores de Taquiambra. ....	62
Gráfico 38 Comparación multi temporal mediante imágenes satelitales. ....	62
Gráfico 39 Curvas de Nivel para determinar cobertura glaciar sobre metros sobre el nivel del mar. ....	62
Gráfico 40 Imágenes satelitales usados en el estudio. ....	62
Gráfico 41 Imágenes satelitales usados en el estudio. ....	62

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

El incremento de la temperatura media de la tierra a causa del factor humano a ocasionado el calentamiento global y ha puesto en luz roja a todo el mundo por el hecho que trae consigo graves consecuencias en los ecosistemas, componentes ambientales y poniendo en riesgo la supervivencia de la especie humana sobre la faz de la tierra. Uno de los problemas más álgidos a consecuencia del calentamiento global es retroceso glaciar y por consecuente pérdida de reservorios de agua y generación de impactos en el ámbito social, ambiental y económico.

Existen estudios como el de (Francou, 2007) que afirma que desde el siglo XIX en Ecuador las montañas han perdido completamente sus glaciares, en algunos están a punto de perderlos y en otras a pesar de mantener su cobertura actualmente es evidente su disminución y corroboran que es debido al calentamiento global por su relación con el incremento de la temperatura de la tierra. En otro ámbito Hoffmann menciona que el caso más notorio de retroceso

glaciar es el de Chacaltaya en Bolivia, cuando por allá por los años 70 era lugar de competencias internacionales de esquí, en la actualidad solo queda pequeños parches de hielo en la montaña. Para el caso del Perú existen diversos estudios que afirman que a lo largo de los andes peruanos el retroceso glaciar oscila entre 10 a 40 %.

La cordillera de los andes del Perú representa un 71 % de los glaciares del trópico de Sudamérica las cuales están distribuidos en tres sectores Norte, centro y Sur, distribuidos en 19 cordilleras que en la actualidad afrontan severos efectos del cambio climático y que diversos estudios demuestran el devastador retroceso glaciar, pero no hay estudios que demuestran los impactos que generan en los ámbitos económicos, sociales y ambientales en zonas de influencia directa e indirecta. Por ello la presente investigación tuvo la finalidad de desarrollar el estudio de retroceso glaciar y el impacto que genera en el nevado Pichuycocha y Siete Caballeros, ubicado en los regiones de Pasco, Huánuco y Lima, mediante el análisis de imágenes satelitales Landsat 5, 7 y 8, asimismo mediante la recolección y análisis de impactos se genera a causa del retroceso glaciar con el objeto de determinar el grado de influencia que tiene el retroceso glaciar en generación de impactos ambientales.

## **1.2. Delimitación de la Investigación**

El presente estudio se delimita en base a contexto y espacio.

La investigación se desarrolló en la cadena montañosa de la Cordillera de Raura (Nevado Pichuycocha y Siete Caballeros) ubicado en los departamentos de Pasco, Lima y Huánuco con coordenadas UTM 311101.67 E; 8840784.14 S zona 18L a unos 5456 msnm, asimismo geográficamente se

desarrolló en las nacientes de las cuencas Alta Huallaga, Alto Marañón y Cuenca Huaura, y en la red hidrográfica del Pacífico y el Amazonas.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿En qué medida el retroceso glaciar influye en la generación de impactos ambientales del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cuál es el retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros, en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023?
- b. ¿Cuál es el impacto ambiental que genera el retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023?

### **1.4. Formulación de Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia del retroceso glaciar en la generación de impactos ambientales del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023.

#### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- a. Determinar el retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023.
- b. Determinar el impacto ambiental que genera el retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023.

## **1.5. Justificación de la investigación.**

### **1.5.1. Justificación Social**

Evaluar la influencia de retroceso glaciar en generación de impactos ambientales, permite conocer la vulnerabilidad que afronta en la actualidad y en un futuro los caseríos de Taquiambra, Jupaycocha y Chacracocha, asimismo permite brindar información para que puedan actuar y adaptarse al cambio con una actitud proactiva.

### **1.5.2. Justificación ambiental**

Los glaciares juegan un papel importante en el ciclo hidrológico como regulador hídrico, visto que sin los glaciares se tendrían avenidas incontroladas en tiempos de invierno y déficit hídrico en tiempos de verano, por ello es importante poder evaluar constantemente el estado y evolución de glaciares (balance de masa y pérdida de cobertura glaciar) y sus impactos, garantizando así la existencia de un caudal ecológico estable y existencia de ecosistemas en la cuenca del alto Marañón, alto Huallaga y en la cuenca de Huaura.

### **1.5.3. Justificación Económica**

Los glaciares son grandes reservorios de agua que se ubican en las partes altas de unidades geográficas, y que dotan de agua regulada a las partes bajas donde se ubican actividades económicas como; agricultura, ganadería, Piscicultura, industria, minería entre otros, es ahí donde radica su importancia ya que es usado como componente productivo o en algunos casos como materia prima, por ello la presente investigación buscó estudiar el retroceso glaciar y sus impactos que genera por los mismo.

## **1.6. Limitaciones de la investigación.**

Las limitaciones del presente estudio fueron: el difícil acceso al lugar de estudio por su topografía abrupta y lejanía, alto riesgo en la recopilación de información y adversidades del clima (tiempo) por su altitud.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Internacional**

Tobar et al., (2018) **Estimación del retroceso glaciar en los volcanes Nevado del Ruiz, Tolima y Santa Isabel, Colombia a través de imágenes ópticas y Din-SAR**, tuvo por objeto determinar cambios en la superficie glaciar entre el año 2010 a 2015. La metodología utilizada fue procesamiento de imágenes satelitales (Landsat 8 OLI TIRS) y procesamiento mediante índices espectrales y clasificación supervisada. En conclusión, determinaron que la capa de hielo ha retrocedido 24%, 42% y 60%.

Cabrera & Vega, (2022). **Análisis del retroceso glaciar en los Andes del Norte del Ecuador durante un período de 30 años empleando teledetección**, tuvo por objetivo generar información cuantitativa respecto a detección y localización de pérdida de cobertura glaciar en el nevado Cayambe. Realizó mediante la evaluación de imágenes satelitales landsat de tres décadas (1990, 2010 y 2020). Asimismo, desarrolló mediante digitalización de imágenes

y el cálculo de área mediante polígonos. Después de haber desarrollado su investigación pudo concluir que el nevado Cayambe tiene un retroceso glaciar de 30.09% durante los 30 años.

Maturana (2015). **Análisis del retroceso glaciar y su influencia en la disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca del río Olivares, provincia Cordillera, Chile.** Su finalidad fue realizar análisis del retroceso glaciar y la influencia que tiene en la cuenca del río Olivares, para tal efecto se realizó un estudio de las variables que inciden en el retroceso glaciar. Llego a las siguientes conclusiones que para años extremadamente secos el retroceso glaciar aportaría un caudal de hasta en un 90%, y en condiciones normales en un 12% y en deshielo aportaría con 20 %, asimismo pudo concluir que con la desaparición de glaciares o en base a su reducción considerable de su volumen el caudal del río Olivares mermaría considerablemente.

### **2.1.2. Nacional**

Paucar (2018) **Estudio de retroceso glaciar en el santuario nacional de Ampay y determinación de su influencia en la agricultura de la comunidad de Huayllabamba, distrito de Abancay, año 2016,** su objetivo fue determinar la influencia del retroceso glaciar en la producción agrícola de la comunidad de Huayllabamba, donde para el efecto, empleó la observación y encuestas para medir la percepción y la producción agrícola, asimismo utilizó imágenes satelitales (Landsat 5.7 y 8) para establecer la influencia de retroceso glaciar en la agricultura, utilizó la estadística no paramétrica y Pearson para corroborar su hipótesis. Llegando a la conclusión que el retroceso glaciar de Ampay tiene una influencia negativa en la agricultura desarrollado en Huayllabamba.

Izaguirre (2021) **Impactos del retroceso glaciar y disponibilidad hídrica en la subcuenca Illullán-Parón, cuenca del río Santa**. Tuvo por objeto analizar los impactos del retroceso glaciar en la disponibilidad hídrica, mediante oferta y demanda hídrica, donde al término de su investigación pudo determinar que sin el control de la laguna de parón ocurriría un déficit hídrico en la temporada seca, asimismo con una mayor precipitación aumentaría el balance hídrico en un 24% al 2050 y mientras con una menor precipitación la reduciría hasta en un 37%. Concluye que en el contexto temporal se debe de encontrar formas eficaces de adaptación al cambio climático y socioeconómico,

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

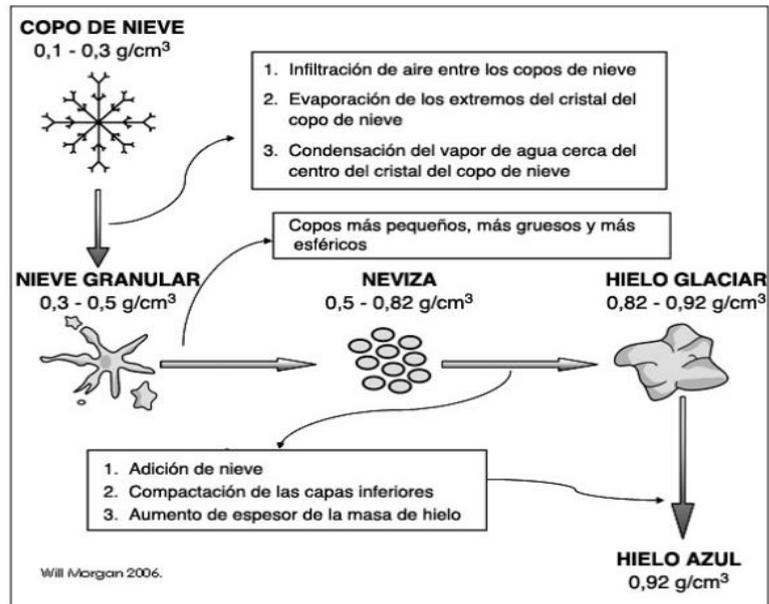
### **2.2.1. Glaciar**

Para Aliaga & Cosme, (2018) los glaciares viene a ser masa de hielo que transforma el agua solida (Graniso, nieve o escarcha) en hielo y la restituye en forma de vapor por el proceso de cambios de la materia (sublimación o evaporación) o en forma líquida (Agua escurrida por el torrente emisario).

Por otra parte según Bernex & Tejada (2010), manifiesta que son grandes masas de hielo que se forman por la precipitación atmosférica sólida como; Nieve, hielo granulado, granizo y bolillas de nieve que se acumulan año tras año en los picos más altos denominado comúnmente cordilleras.

Los glaciares se forman por diversos procesos como son: compactación de nieve precedente de precipitaciones, asimismo se incorpora de vertientes adyacentes y hielo por procesos fisicoquímicos. (Rubial, 2005)

**Gráfico 1** Proceso de formación de hielo glaciar.

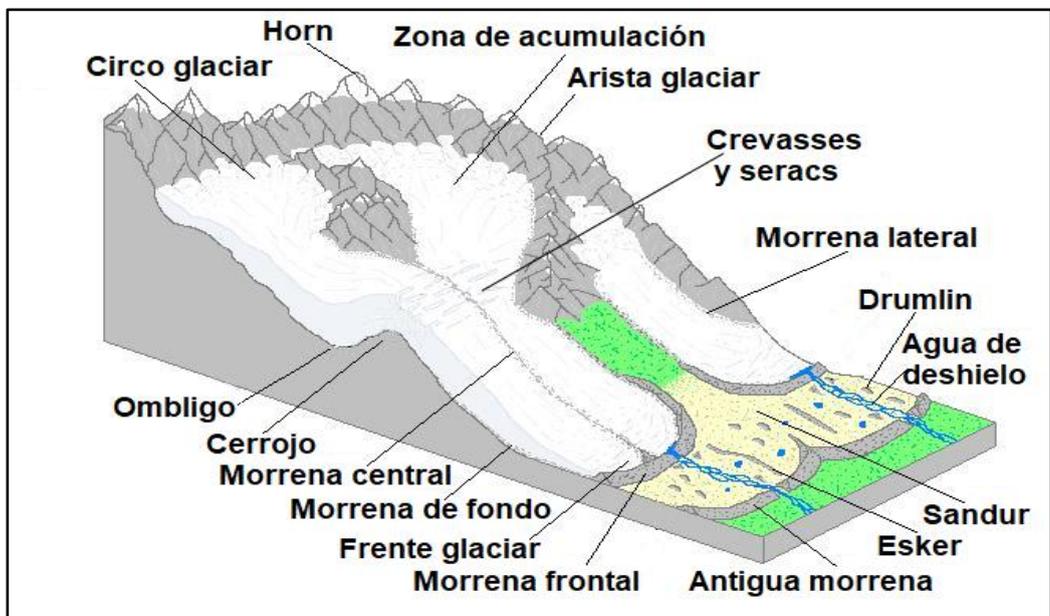


**Fuente:** Extraído de Will Morgan (2006)

### **Morfología Glaciar**

Los glaciares son sistemas dinámicos que se encuentran en constantes cambios, que generan procesos de erosión, transporte y sedimentación, dichos procesos están bajo los efectos de fricción y gravedad.

**Gráfico 2** Partes de un glaciar.



**Fuente:** Rémi (2006)

### ***Tipos de glaciares***

Zumberge (1969) menciona que, dado la naturaleza de cada glaciar por sus variaciones en tamaño, forma y origen se tiene una clasificación basada en su morfología como se detallan a continuación:

**Glaciares constituidos por mantos.:** este tipo de glaciar se puede mover en todas las direcciones en ellas podemos encontrar a los siguientes glaciares:

- ✓ Glaciares de tierras elevadas, que cubren las porciones más altas y centrales de un área montañosa
- ✓ Glaciares continentales o hielos continentales que cubren grandes áreas.
- ✓ Calotas glaciares.

**Glaciares confinados:** estos tipos de glaciares se incluyen los independientes y asimismo como los descritos en glaciares constituidos por mantos.

- ✓ Glaciares de circo, que ocupan nichos localizados en las laderas de las montañas.
- ✓ glaciares transfluentes, que más o menos llenan un sistema entero de valle.
- ✓ Lenguas glaciares flotantes.
- ✓ Glaciares encajonados, que cubren un lado del valle o parte de él.
- ✓ Glaciares de valle o tipo alpino.

**Hielo Glaciario:** son glaciares semejantes a tortas, en esta clase ninguno es independiente, si no que están en interacción con otro glaciar

- ✓ Glaciares de pie.
- ✓ Glaciares pedemontanos.
- ✓ Hielo de plataformas.

### **2.2.2. Retroceso glaciar**

Retroceso glaciar es comúnmente llamado a la pérdida de la masa de la criósfera en la superficie de la tierra a consecuencia del calentamiento global, cuyas consecuencias por el retroceso glaciar son irreversibles, que pueden llegar afectar la vida humana misma y todo el ecosistema. El retroceso glaciar tiene impactos significativos en el ambiente social, geomorfológico, hídrico, ecológico, científico, cultural, turístico y económico. (Chancos Pillaca, s. f.)

### **2.2.3. Impacto ambiental**

Según Conesa (2009) cualquier cambio en el medio ambiente sea positivo o negativo, se asevera que hay impacto ambiental cuando a consecuencia de un proyecto o actividad produce un cambio favorable o desfavorable en alguno de los componentes ambientales como; agua, suelo, aire y seres vivos.

Para determinar un impacto ambiental que se podría generar a consecuencia de una actividad o proyecto en la actualidad se realiza el estudio de impacto ambiental (EIA), aplicado en diferentes países del mundo como un instrumento preventivo.

#### ***Tipología de impactos ambientales***

**Impacto positivo:** Son impactos que dan un incremento a la calidad del medio ambiente o del componente que impacta o tiene interacción. Son ejemplos de estos impactos como; generación de empleo, dotaciones de equipamiento urbano entre otros.

**Impacto negativo:** son impactos que dan lugar a pérdidas de la calidad ambiental del medio ambiente o del componente que impacta o tiene

interacción. Son ejemplos de impacto negativo; Merma de la calidad del medio ambiente, pérdida de empleo entre otros.

**Impacto muy alto:** son que en efecto modifica el componente ambiental, en este acápite se muestra una destrucción total.

**Impacto mínimo o bajo:** son impactos que en efecto demuestra una destrucción mínima o en algunas circunstancias escasa alteración del factor considerado.

**Impactos medio alto:** son impactos que en efecto demuestra una alteración o alguno de los factores del medio ambiente, estos impactos pueden ser admisibles mediante medidas correctivas.

**Impacto umbral:** son impactos máximos permisibles, que permite no sobre pasar el nivel de calidad umbral del factor.

Asimismo, cuando se habla de tipología de impactos ambientales se tiene adicionalmente impactos como: impactos por su extensión (Puntual, parcial, extenso, total y ubicación crítica), por el momento que se manifiesta (latente, inmediato y momento crítico) por su persistencia o duración (temporal y permanente), por su capacidad de recuperación (irreversible, reversible, recuperable e irrecuperable), por relación causa efecto (directo y indirecto), por relación de acciones y/o efectos (simple, acumulativo, sinérgico), por su periodicidad (continuo y discontinuo) y por su necesidad de medidas correctora (crítico, severo, moderado, y compatible) (Conesa Fernández-Vitoria, 2009).

#### **2.2.4. Evaluación de impacto ambiental**

Para Salvador et al, (2005) es la valoración de impactos que se producen en el medio ambiente por una determinada actividad o proyecto, la valoración

ambiental tiene como principio dar un valor a los elementos ambientales, y por consecuente incluirlos dentro del proceso de toma de decisiones.

En la actualidad existen diferentes procesos y métodos para realizar la evaluación de impacto ambiental, pero el más común y más utilizado es el de Leopold que corresponde a la matriz de casa-efecto.

#### **2.2.5. Teledetección**

Sobrino (2001) Manifiesta que es la adquisición de información de un objeto a distancia, es decir sin que pueda ver contacto material entre el objeto observado y el observador, parte de una perturbación energía electromagnética, ondas sísmicas y campos gravitacionales lo cual el sistema observado produce en el medio y es registrada por el sistema de recepción para posteriormente analizada.

Parámetros proporcionados por la teledetección espacial en distintos campos de la ciencia

*Tabla 1 Parámetros de teledetección en distintos campos.*

ATMÓSFERA	TIERRA	OCÉANO	NIEVE - HIELO
Aerosoles	Albedo y reflectividad	Color/Biología	Topografía de la capa de hielo
Humedad atmosférica	Topografía	Topografía del océano y corrientes	Límite, cubierta y profundidad de la nieve
Temperatura atmosférica	Humedad del suelo	Viento de la superficie del mar	
Vientos atmosférica	Vegetación	Temperatura superficial del mar	
Tipo de nieve, cantidad y temperatura del techo de nube	Temperatura de superficie terrestre	Altura y espectro del oleaje	Límite, espesor del hielo oceánico
Propiedades y perfil de las partículas nubosas			
Agua líquida y precipitación	Otros aspectos	Otros aspectos	
Ozono			
Blance de radiación			
Gases trazadores			

**Fuente:** Extraído de Sobrino (2001).

La teledetección se lleva a cabo por medio de sensores (Instrumentos capaz de captar señal electromagnética, (radiación emitida o reflejada). Los sensores convierten señal electromagnética en formato analógico (fotografías) o digital (imágenes). (Sobrino, 2001)

### **2.2.6. Sistemas de información geográfica.**

Los sistemas de información geográfica son una herramienta indispensable que se aplican en diferentes diciplinas y que sirven para análisis de cambios, inventarios, Manejo y distribución de recursos naturales, prevención y manejo de desastres. “todos los tipos de aplicaciones no son elementos aislados, sino que se

relacionan entre sí y dependen en muchos casos los unos de los otros para cobrar sentido como herramientas útiles”.(Olaya, 2014)

### **2.3. Definición de términos básicos.**

#### ***Ecosistema***

Conjunto de seres bióticos y hábitos que se interrelacionan entre sí, asimismo es considerado como una unidad formada por la totalidad que ocupan un medio físico en concreto.

#### ***Retroceso glaciar***

Es el ascenso de la línea inferior de las nieves persistentes en las montañas, lo que puede llevar a que desaparezcan por completo. Esto se debe al deshielo o fusión glaciar, que es provocado por el aumento de la temperatura ambiente.

#### ***Impacto Ambiental***

Es la alteración del medio ambiente que se produce por la acción humana o de la naturaleza. Puede afectar la salud de los seres humanos y de los recursos naturales, como el agua, el aire, la flora y la fauna.

#### ***Valor del medio***

Es cualquier espacio del medio ambiente que forma parte de un ecosistema, que en primer lugar ha de tener su valor y en segundo para preservarla de manera indefinida.

#### ***Valor productivo***

Es la productividad de un ecosistema, es un valor por sí mismo, y por el hecho de que producen viene y servicios ambientales.

### ***Medio ambiente***

Conjunto de factores físicos, culturales, sociales, estéticos y económicos que interactúan entre sí.

### ***Fragilidad ambiental***

Grado de susceptibilidad o vulnerabilidad que tiene un medio a ser deteriorado ante el acontecimiento de determinadas actuaciones.

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Sietes Caballeros influye negativamente en la generación de impactos ambientales en el entorno del nevado.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- a. El nevado Pichuycocha y Siete Caballeros tiene un retroceso glaciar desde los últimos 38 años.
- b. El nevado de Pichuycocha y Siete Caballeros, genera impactos ambientales, afectando indirectamente en lo social y económico.

## **2.5. Identificación de Variables**

VI: Retroceso glaciar

VD: Impacto ambiental.

## 2.6. Definición operacionalización de variable e indicadores

*Tabla 2 Operacionalización de variables.*

<b>VARIA BLES</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORE S</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Independiente</b>  VI: Retroceso glaciar	Superficie Glaciar	Hectáreas	ha
		Porcentaje (%)	%
		Superficie terrestre expuesto con indicios.	ha
<b>Dependiente</b>  VD: Impacto ambiental	Económico	Externalidad positiva y negativa	Cuestionario
	Hídrico	Cantidad	cuestionario
	Percepción de la población	Encuesta-cuestionario	Cuestionario

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Según Sampieri (2014) la presente investigación es de tipo descriptivo, ya que tiene la finalidad de describir el retroceso glaciar en el tiempo y los impactos ambientales que genera el nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.

En base a la información que genera y la naturaleza de los mismos, es de tipo mixto, porque genera y procesa datos cualitativos y cuantitativos.

#### **3.2. Nivel de investigación**

Según Lévano (2018) la presente investigación es de nivel correlacional casual, porque busca determinar la relación que existe entre retroceso glaciar y los impactos ambientales en un contexto y espacio geográfico definido.

#### **3.3. Métodos de investigación**

##### **3.3.1. Lugar de investigación**

El proyecto de investigación se desarrolló políticamente en las provincias de Daniel Alcides Carrión, Oyón y Lauricocha, con coordenadas

UTM 311101.67 E; 8840784.14 S zona 18L a unos 5456 msnm punto máximo y 4660 msnm punto mínimo.

Geográficamente el estudio se ubica en la naciente de las siguientes cuencas; Alta Huallaga, Alto Marañón y Cuenca Huaura, y en la red hidrográfica del pacífico y Amazonas.

*Gráfico 3 Mapa de ubicación política de zona de estudio.*

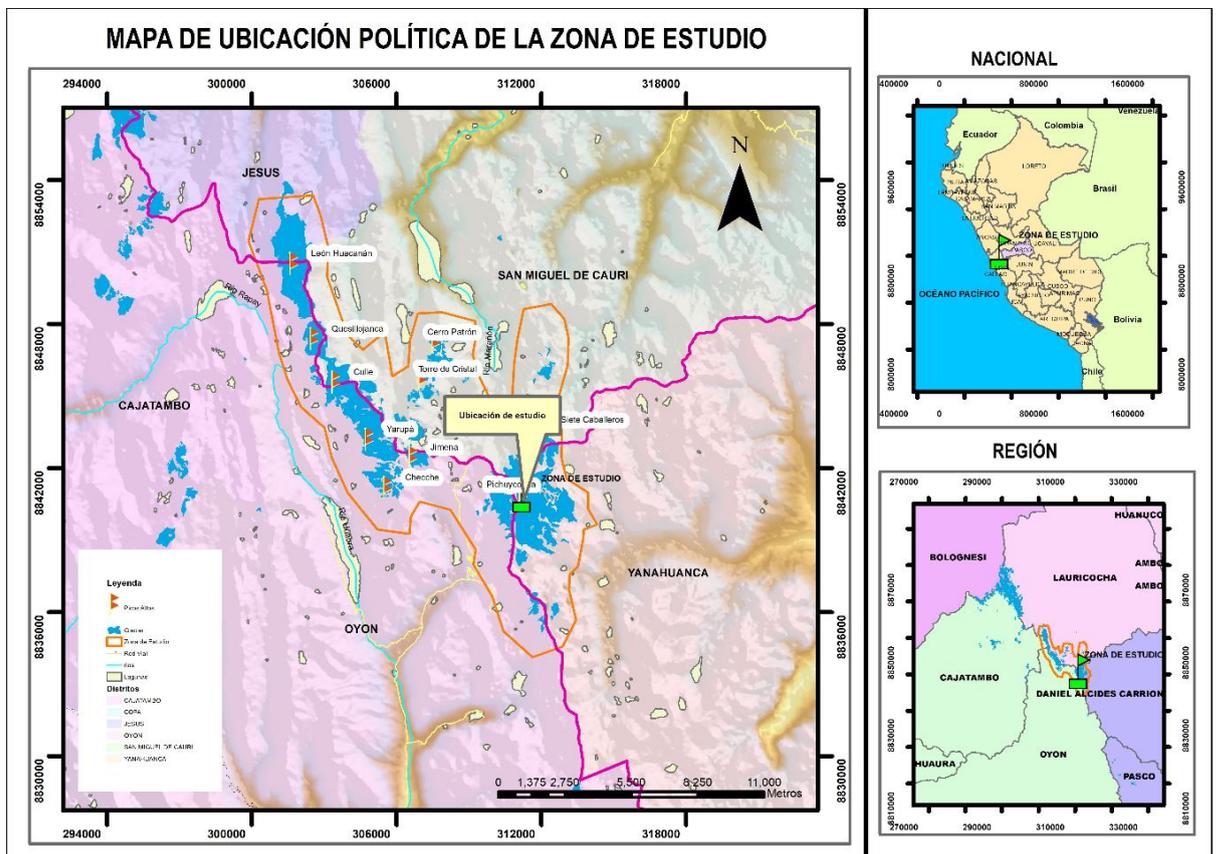
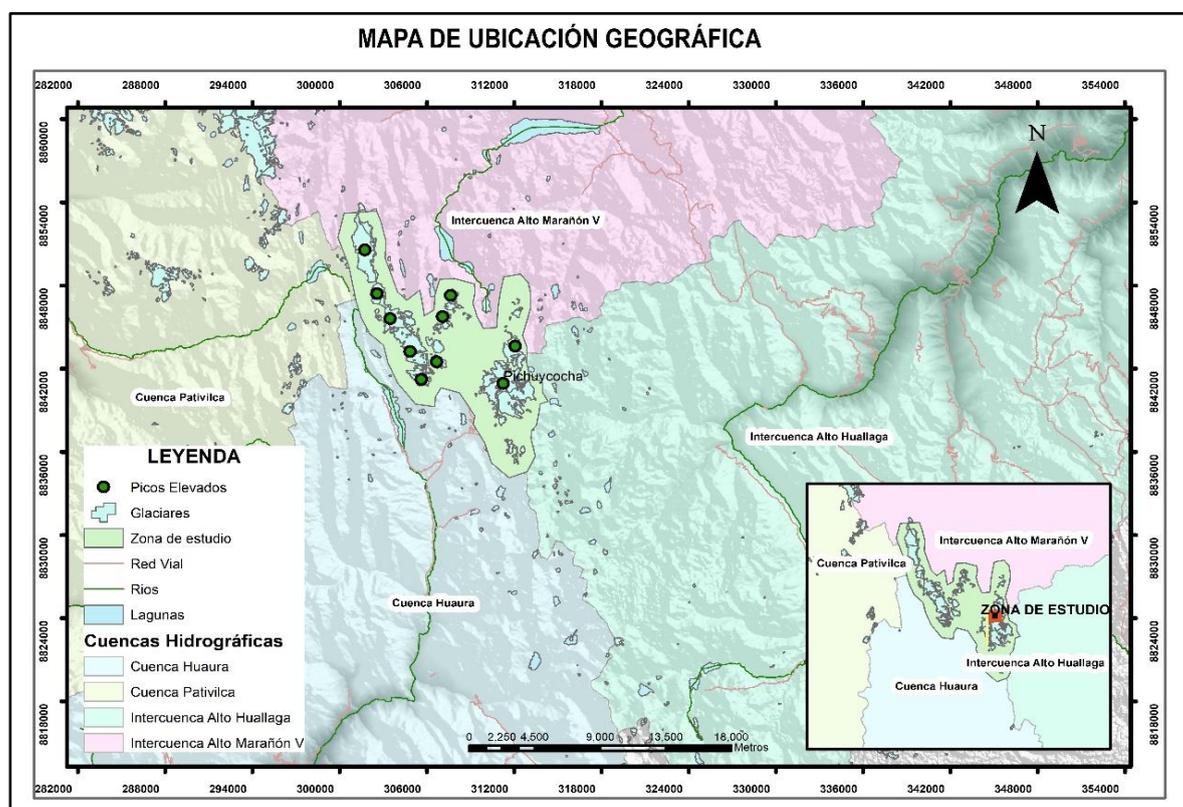


Gráfico 4 Mapa de ubicación geográfica de zona de estudio.



### 3.3.2. Metodología

Para desarrollar la presente investigación se recolectó y analizó los datos de las dos variables en estudio de forma independiente en un primer momento, y en un segundo momento se buscó la relación que existe entre ambas variables.

#### *Retroceso Glaciar*

Para estudiar el retroceso glaciar se desarrolló el trabajo de campo y gabinete.

**Trabajo de campo:** consistió en realizar la recopilación de información basado a la observación e indicadores de retroceso glaciar, asimismo georreferenciación de zonas in situ de acuerdo a sus patrones para, posteriormente realizar el trabajo de gabinete la clasificación supervisada.

**Trabajo de gabinete:** Consistió en descargar imágenes de la plataforma digital Science For a Changing World (USGS) de los satelitales Landsat 5, 7 y

8, asimismo comprar algunas imágenes de alta resolución espacial, espectral y temporal. Por otra parte, una vez teniendo las imágenes satelitales se procesó y analizó en Software Arcgis 10.5 y Qgis.

### ***Impacto Ambiental***

Se recopiló información basada en encuestas a los lugareños del área circundante de la zona de estudio con la cual se procedió a determinar la relación existente entre las variables de estudio, mediante métodos estadísticos.

### **3.4. Diseño de investigación.**

Para Sampieri (2014) el estudio es de diseño no experimental, porque no se manipulan variables, longitudinal y transversal.

**Transversal:** respecto a los datos de impactos ambientales se recolecto en un solo momento y una sola vez.

**Longitudinal:** Respecto al estudio de retroceso glaciar se estudió en un proceso de cambio sin manipulación, sino solamente mediante la observación a lo largo del tiempo.

### **3.5. Población y muestra**

#### ***Población***

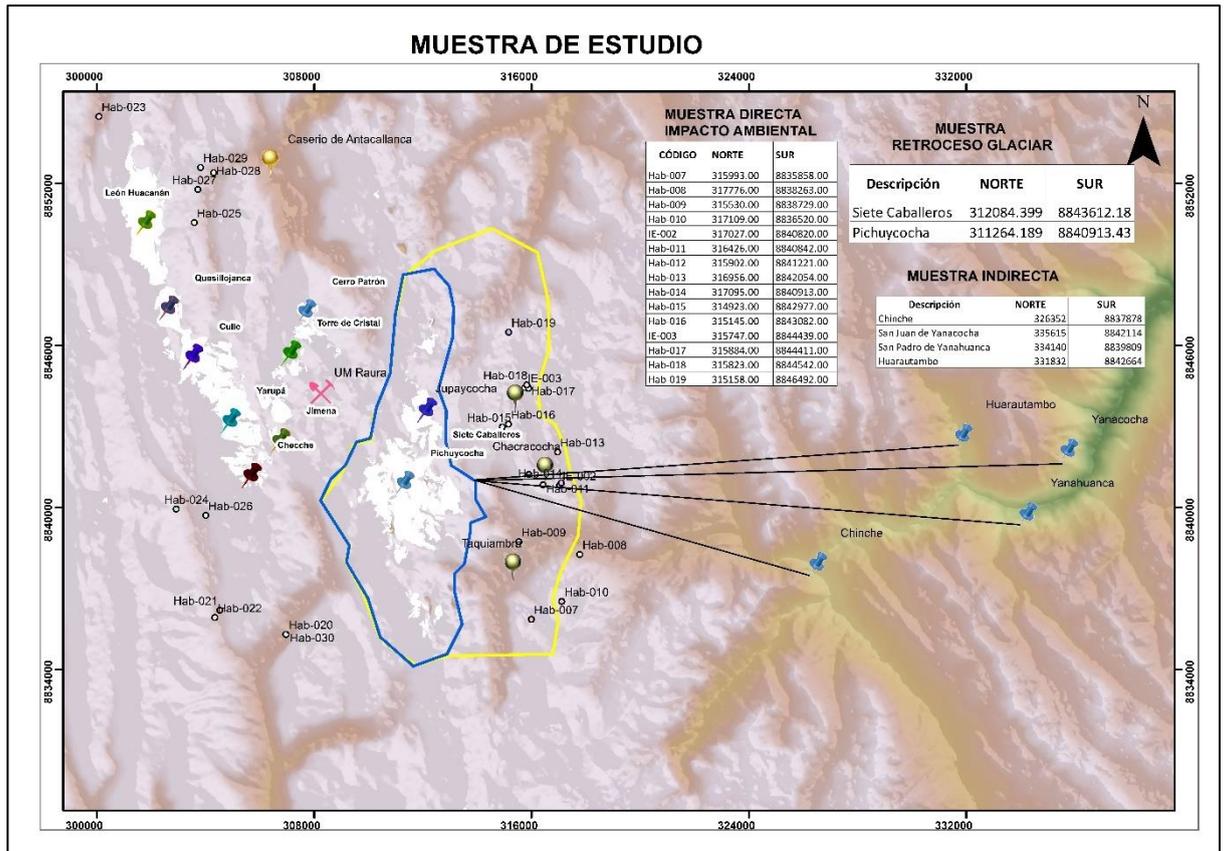
La población para el estudio de retroceso glaciar es la cadena montañosa de la cordillera de Raura, la cual está constituido por los siguientes puntos más altos y/o nevados; Quesillojanca, Culle, Cerro Patrón, Torro Cristal, Yarupa, Jimena, Checche, Pichuycocha y Siete Caballeros.

La población para el estudio de impacto ambiental está conformada por 3.5 Km alrededor de la población del retroceso glaciar, la cual está conformado por caseríos de Jupaycocha, Chacracocha, Taquiambra y Antacallanca, por otra



instituciones rurales de nivel primario. Asimismo, para la muestra indirectas se tomó a 10 habitantes de cada comunidad de Chinche, Yanahuanca, Hurautambo y Yanacocha que corresponde a muestras indirecta.

*Gráfico 6 Muestra de estudio.*



***Distribución de muestras***

La distribución de la muestra es no probabilístico intencionado, ya que dado la naturaleza y el contexto del estudio se requiere la elección por el investigador de acuerdo a criterios técnicos.

**3.6. Técnicas de recolección de datos.**

Para el desarrollo de la investigación se aplicó la técnica de encuesta, observación y teledetección

**Encuesta:** se desarrolló mediante el instrumento cuestionario a los pobladores asentados en el área de influencia del nevado Pichuycocha. (Anexo N° 2)

**Observación in situ:** Se Realizó análisis mediante la observación de indicadores en el área in situ de la zona de estudio. (Anexo N° 3)

**Teledetección:** Mediante diferencias de bandas del satélite Landsat 5-7 y 8, asimismo mediante imágenes de coherencia.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento de la información recopilada en campo y en gabinete se realizó mediante softwares de procesamiento de sistemas de información geográfica y mediante Microsoft Office.

**QGIS:** Para procesamiento de retroceso glaciar se realizó mediante clasificación supervisada (con puntos de control) y no supervisada (Sin puntos de control), asimismo se realizó mediante la combinación de bandas de los sensores del satélite landsat 5 y 7. En un análisis de 2005 a 2023.

**Sas Planet y Google Earth:** Para superposición de unidades vectoriales (Puntos, polígonos y líneas), y análisis espacial de información.

**Microsoft Excel:** Para procesamiento de información obtenida de la encuesta y áreas de retroceso glaciar.

### **3.8. Tratamiento Estadístico**

Se realizó mediante el software SPSS con la finalidad de corroborar la relación entre la variable de retroceso glaciar e impacto ambiental mediante el coeficiente de correlación de Spearman.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

- Respeto a la idiosincrasia, cosmovisión y valores de las personas que participarán en el presente estudio.
- pleno consentimiento de la voluntad de participar en el estudio.

- Confidencialidad sobre manejo de datos de las personas involucradas en el estudio.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

El desarrollo de la presente investigación consistió en trabajos de gabinete y campo, las cuales se detallan a continuación.

##### **4.1.1. Trabajo de gabinete**

Primera etapa: consistió en descargar imágenes satelitales de satélite Landsat 5, 7 y 8 (sensor Olí Tirs) de la plataforma Science for changing World (USGS) con una nubosidad menor a 30% y con una resolución espacial de 30 metros.

Segunda etapa: consistió en realizar las correcciones de las imágenes satelitales como: corrección radiométrica, atmosférica, corrección espectral, en el software ArcGIS 10.5 con su complemento ENVI TOLS quedando listo para el procesamiento en la segunda etapa.

Tercera etapa: Geoprocesamiento de imágenes satelitales mediante el método de clasificación supervisado, con puntos de control asignados mediante la diferencia de patrones (Nieve, roca, suelo), conversión de imágenes raster

clasificado por patrones en vector (Polígono), finalmente hallar el área en hectáreas y presentación de mapas que corresponde a cada año de análisis.

#### **4.1.2. Trabajo de campo**

Consistió en realizar la georreferenciación de patrones (Roca, Suelo y nieve) de acuerdo a la accesibilidad de la zona de estudio, asimismo aplicación de la encuesta a los lugareños en área colindante al nevado de Pichuychocha y Siete Caballeros, la cual sirvió para determinar los impactos directos e indirectos que genera el retroceso glaciar en la población.

### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

#### **4.2.1. Retroceso glaciar**

Este estudio se centra en el análisis del retroceso de los glaciares en el nevado Pichuychocha y Siete Caballeros, utilizando un enfoque multi temporal que compara los cambios desde 1985 hasta 2023. En este marco, se han creado mapas detallados que muestran la evolución de la cobertura glaciar a lo largo de estos años, ofreciendo una representación visual clara de las variaciones en la superficie de hielo.

##### ***Año 1985***

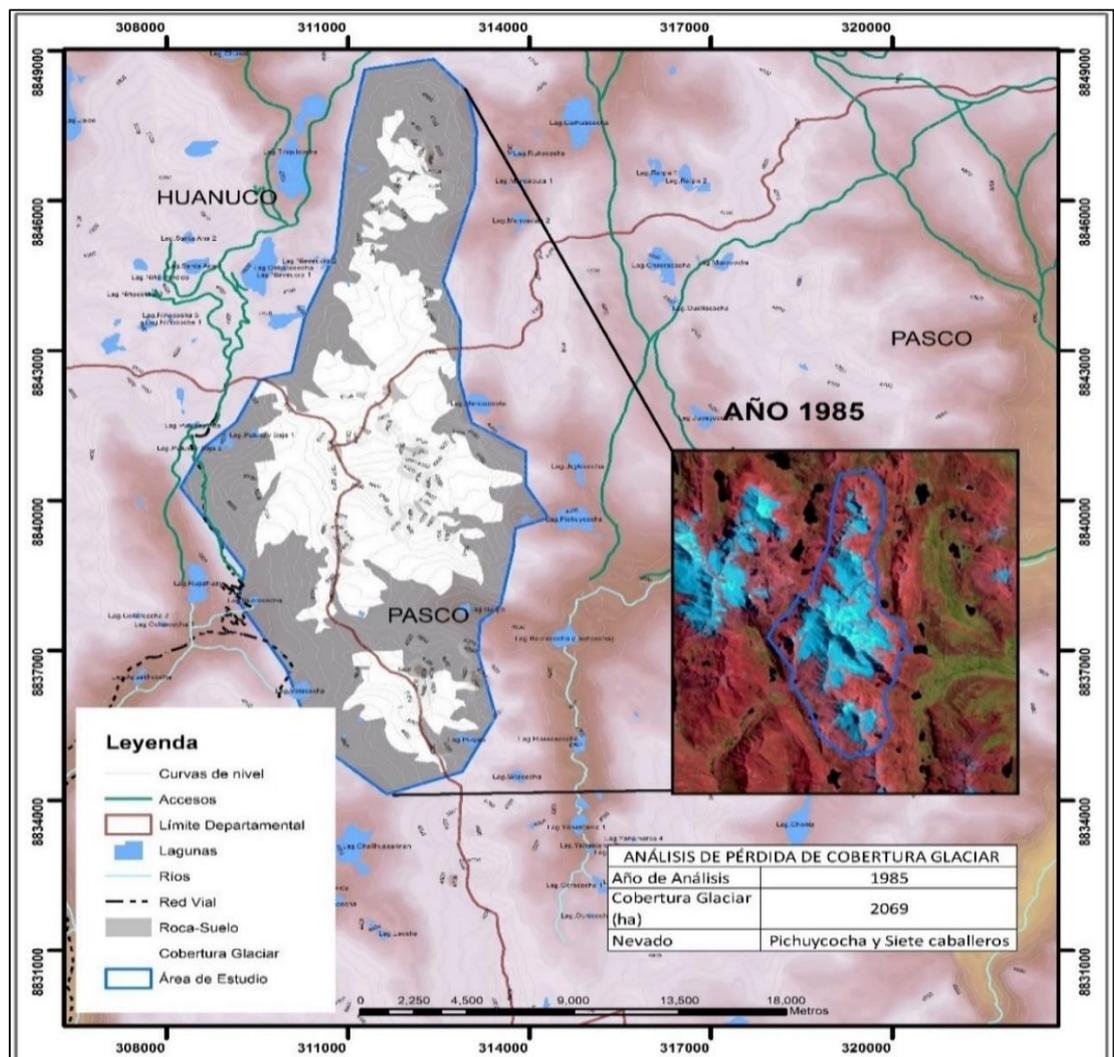
Para la presente investigación, se establece como dato base el análisis de la cobertura glaciar correspondiente al año 1985. En ese año, se registró una extensión total de 2069 hectáreas de superficie glaciar, esta cobertura se concentraba principalmente en altitudes que variaban entre los 4650 metros sobre el nivel del mar (msnm) y los 5641 msnm.

Este rango de altitud es importante porque indica que las áreas más elevadas eran las que acumulaban más nieve, lo que a su vez favorecía la formación y el mantenimiento de los glaciares. Estos datos iniciales son

esenciales para analizar el retroceso de los glaciares en los años siguientes, ya que nos permiten hacer comparaciones y comprender mejor las dinámicas de cambio en las masas de hielo de la región. Al observar cómo han evolucionado estos glaciares, podemos apreciar no solo su impacto en el medio ambiente, sino también su relevancia para las comunidades que dependen de ellos como fuente de agua.

En el mapa se aprecia la distribución de la masa glaciaria del nevado de Pichuycocha y Siete Caballeros.

**Gráfico 7** Mapa de cobertura glaciaria del año 1985 del nevado Pichuycocha y

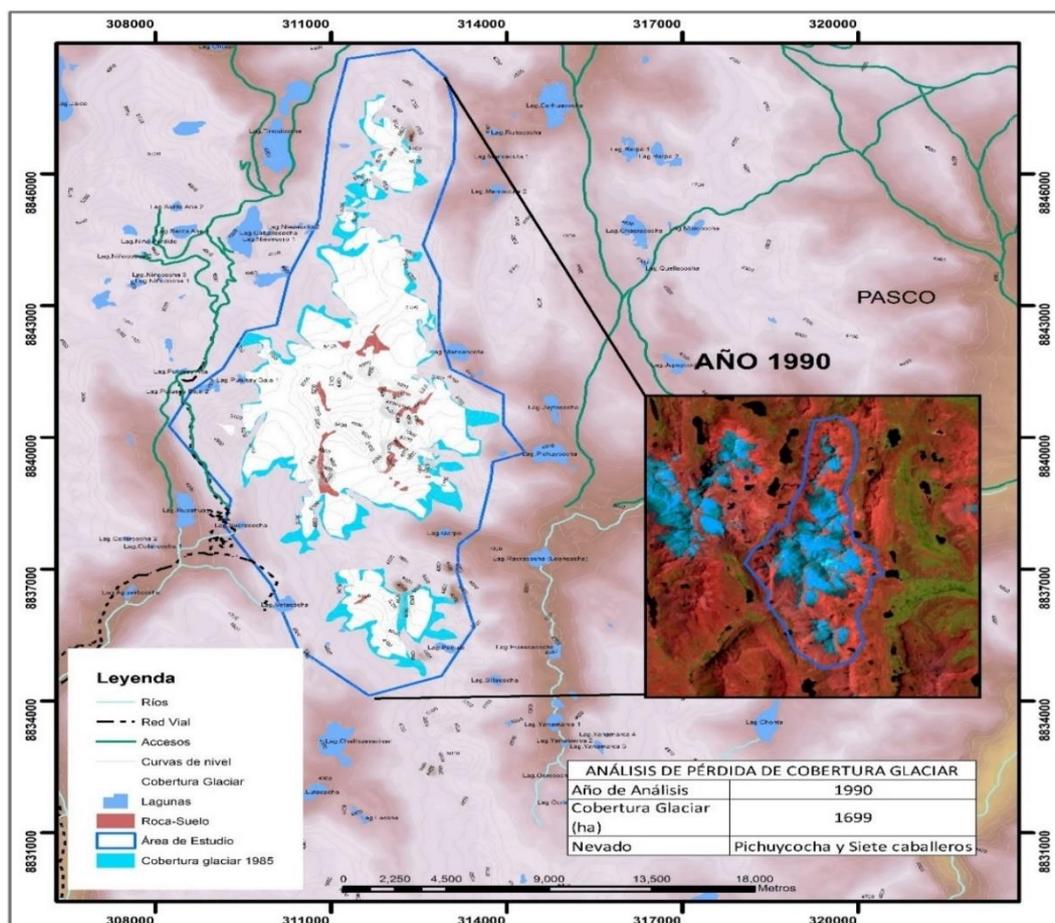


Nota: Realizado en base a imágenes satelitales de Science for changing World (USGS).

### *Año 1990*

Se aprecia una cobertura glaciara de 1699 hectáreas, siendo una pérdida de 370 hectáreas respecto al año anterior y la altitud ascendió a 4672 msnm un ascenso de 22 m con respecto a la altitud sobre el nivel del mar.

*Gráfico 8 Mapa de cobertura glaciara del año 1990 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.*

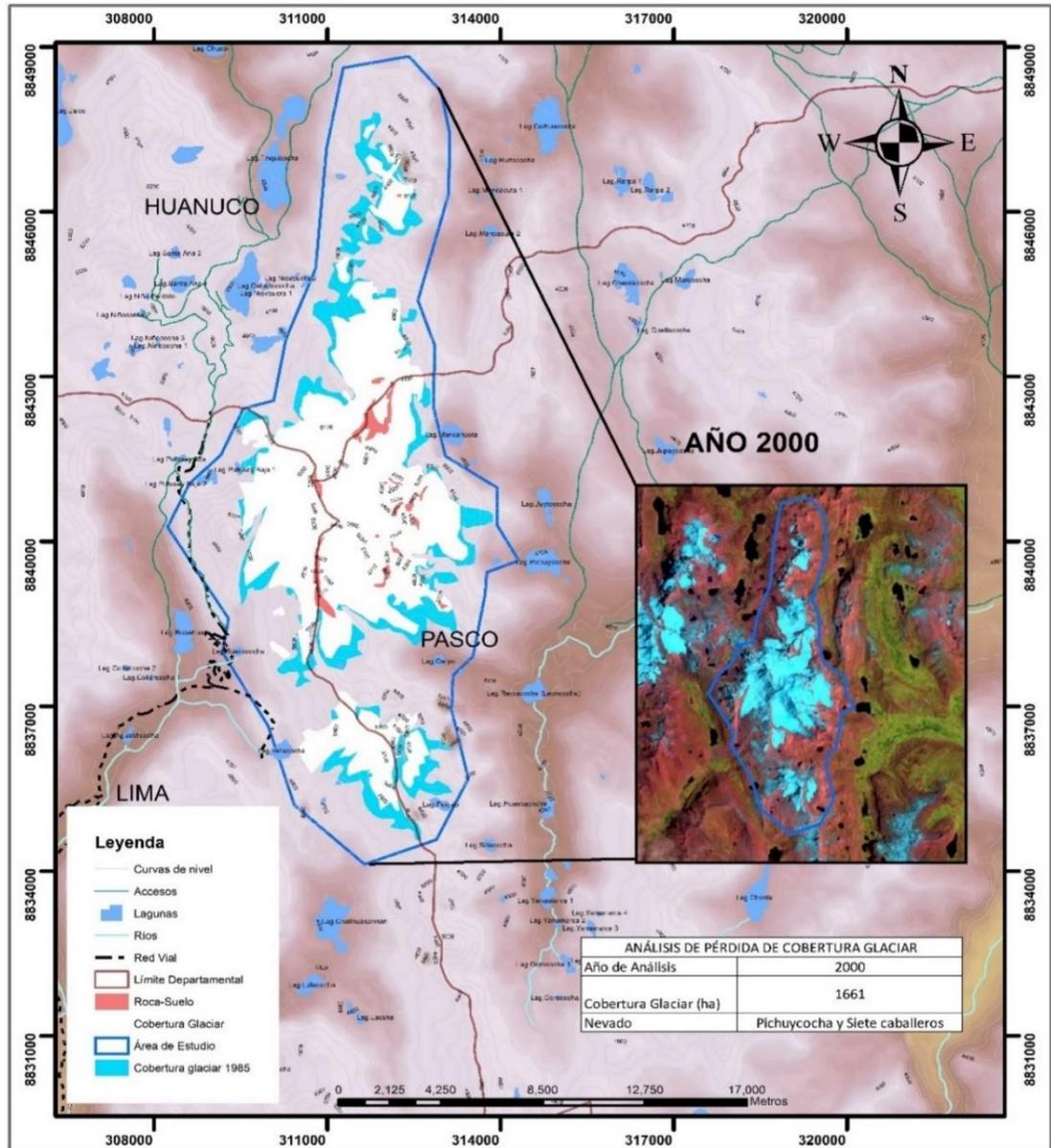


Nota: Realizado en base a imágenes satelitales de Science for changing World (USGS).

### *Año 2000*

Para este año se aprecia una cobertura de glaciara de 1661 hectáreas y una pérdida de glaciara de 408 hectáreas con respecto a la cobertura base de 1985, y una pérdida de 38 hectáreas con respecto al año 1990. El ascenso de la altitud de 76 metros con respecto al anterior análisis.

*Gráfico 9 Mapa de cobertura glaciar del año 2000 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.*

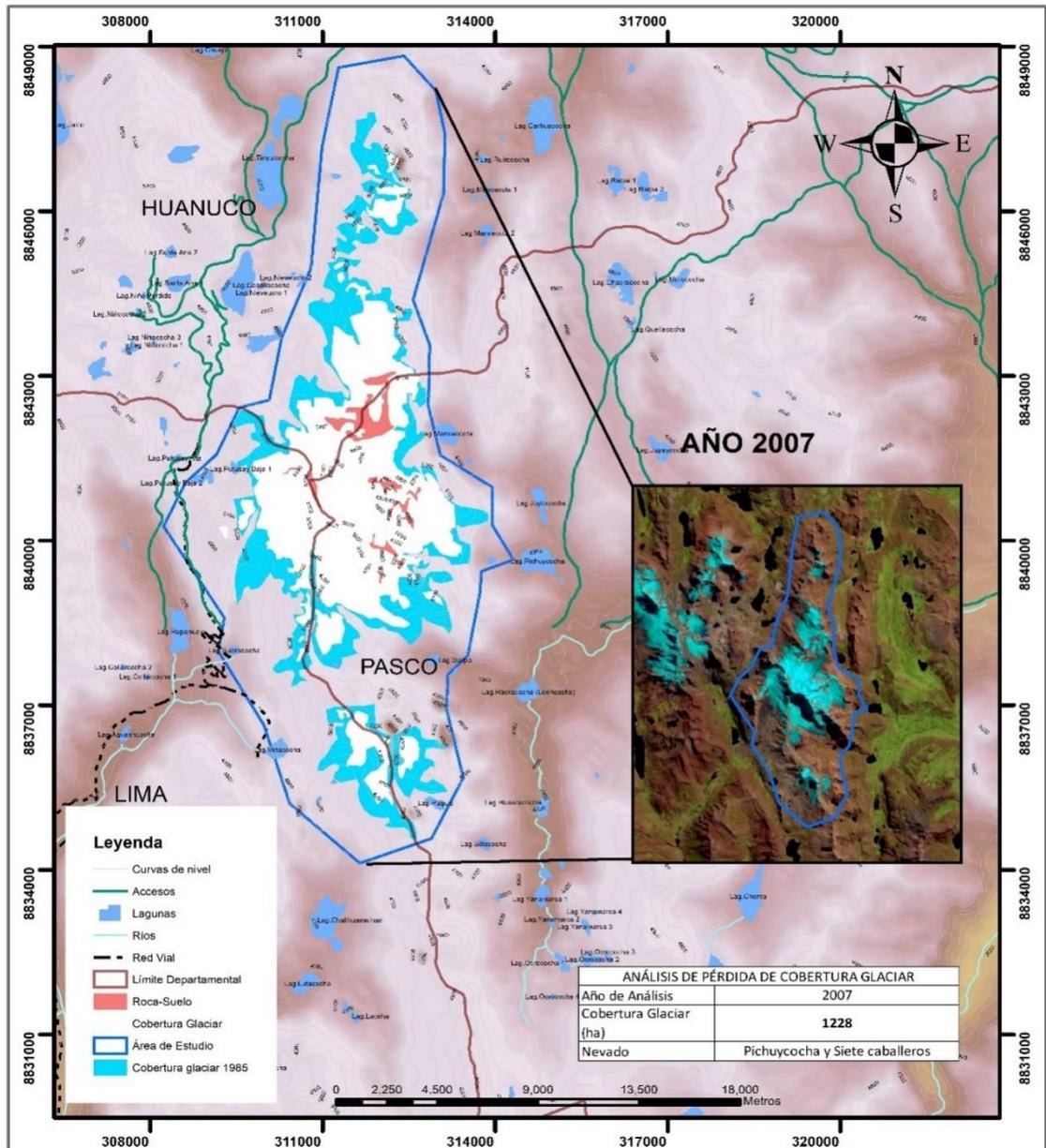


Nota: Realizado en base a imágenes satelitales de Science for changing World (USGS).

### *Año 2007*

Se tiene una cobertura glaciar de 1228 hectáreas, una pérdida de 841 hectáreas con respecto a la cobertura base, y 433 hectáreas con respecto al año anterior. Respecto a la altura se tiene un ascenso a 4752 msnm, 4 metros respecto al análisis anterior.

*Gráfico 10 Mapa de cobertura glaciar del año 2007 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.*



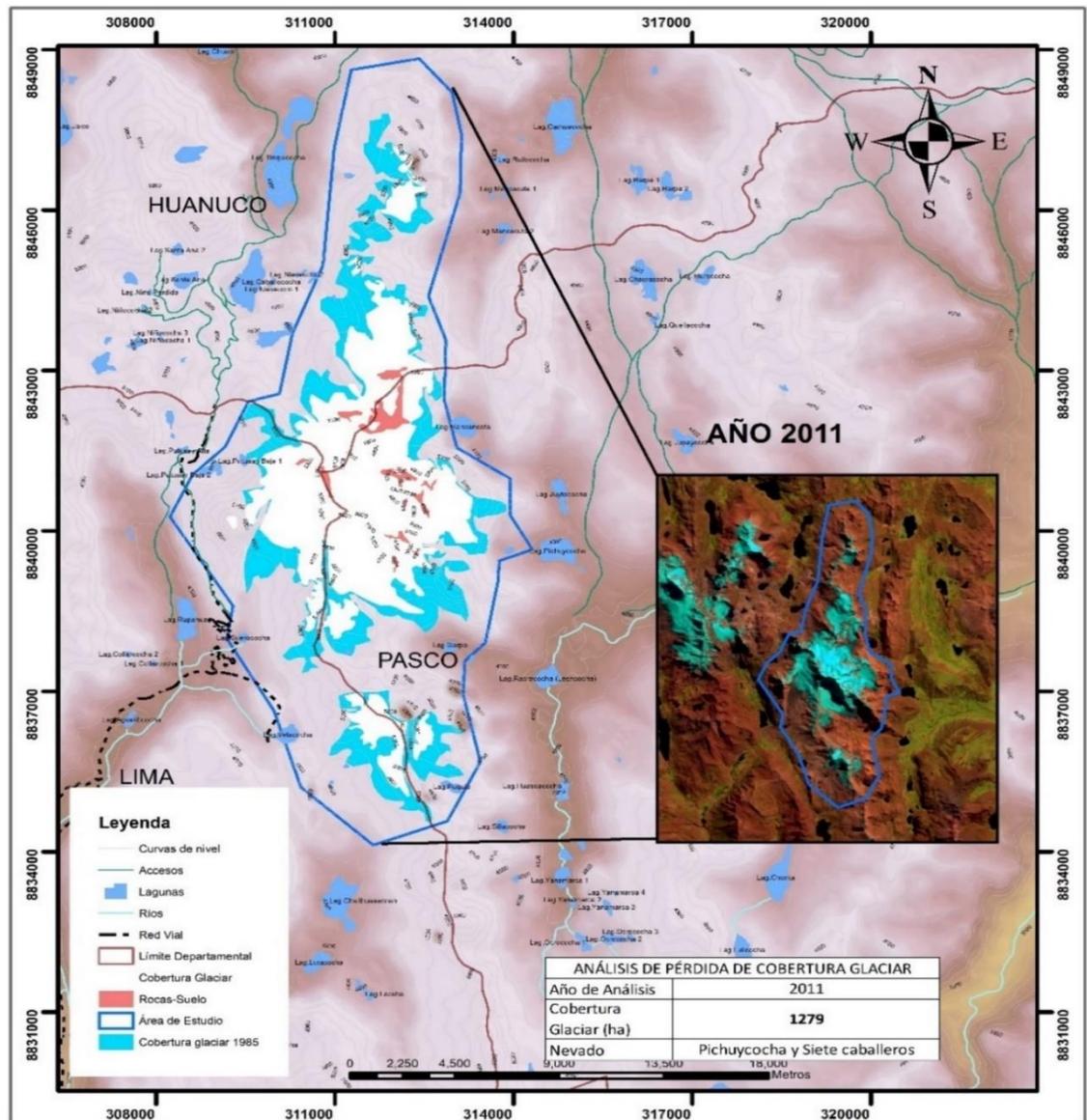
Nota: Realizado en base a imágenes satelitales de Science for changing World (USGS).

### *Año 2011*

En el gráfico siguiente se aprecia que el año 2011 se tenía 1278 hectáreas de cobertura glaciar, teniendo un incremento de 51 hectáreas con respecto al año anterior. Cabe mencionar que es el único año que tiene un

ascenso de cobertura glaciar por el hecho que, según datos de meteorológicos de SENAMHI, el año 2011 fue el año frígido.

*Gráfico 11 Mapa de cobertura glaciar del año 2011 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.*



Nota: Realizado en base a imágenes satelitales de Science for changing World (USGS).

En 2011, Perú experimentó un clima notablemente frío, según datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). El año en cuestión registró como uno de los más fríos de la década, lo que tuvo un impacto significativo en las condiciones climáticas y en el retroceso glaciar de

los Andes, durante ese periodo, las temperaturas fueron más bajas de lo habitual, lo que resultó en un aumento considerable de la cobertura glaciar, alcanzando un total de 1,278 hectáreas, lo que representa un incremento de 51 hectáreas en comparación con el año anterior. Este fenómeno no solo refleja cambios en el clima. En ese contexto, la cobertura glaciar alcanzó un notable aumento, evidenciando la relación entre las bajas temperaturas y la salud de los glaciares en los Andes.

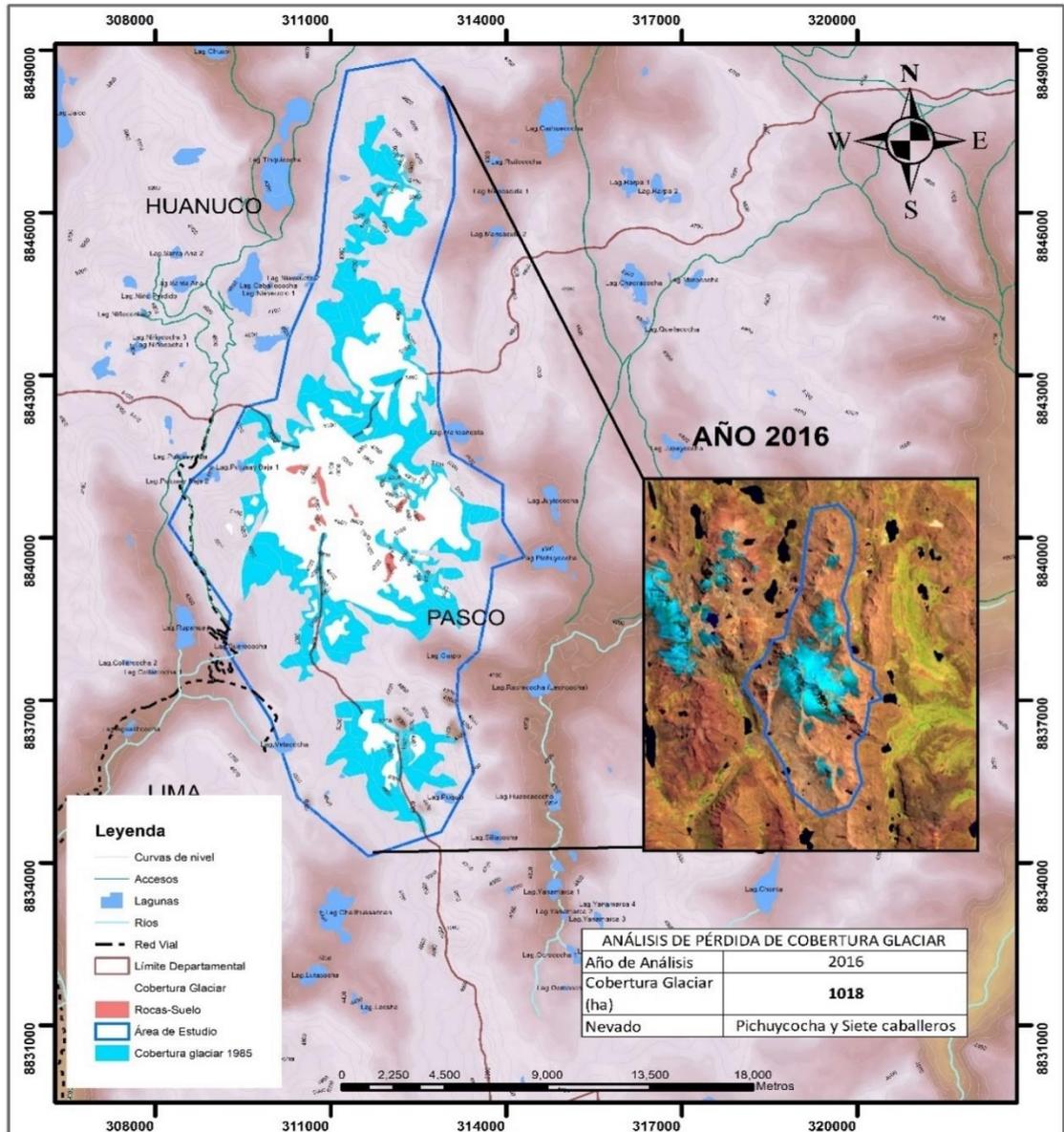
Este fenómeno ocurre cuando se combinan temperaturas muy bajas, nevadas y una baja radiación solar, lo que disminuye la sublimación y el derretimiento del hielo superficial. Sin embargo, el aumento registrado en 2011 fue un evento puntual dentro de una tendencia general de pérdida de masa glaciar. Esto refleja cómo los glaciares responden rápidamente a cambios climáticos anuales, pero sin alterar la tendencia de retroceso a largo plazo provocada por el calentamiento global.

Así que, aunque en 2011 se notó una recuperación en la cobertura glaciar del nevado de Pichuyoccha y Siete Caballeros, esta no fue suficiente para compensar las pérdidas acumuladas en las décadas anteriores, como resultado, varios glaciares andinos han sufrido una desaparición parcial, esto nos recuerda que, a pesar de momentos aislados de mejora, el desafío del retroceso glaciar sigue siendo grave y preocupante en contexto.

### ***Año 2016***

Para el año 2016 se tiene una cobertura glaciar de 1018 hectáreas, teniendo 261 hectáreas de pérdida de cobertura glaciar con respecto al año anterior y 1051 hectáreas de pérdida con respecto a la base.

*Gráfico 12 Mapa de cobertura glaciar del año 2016 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.*



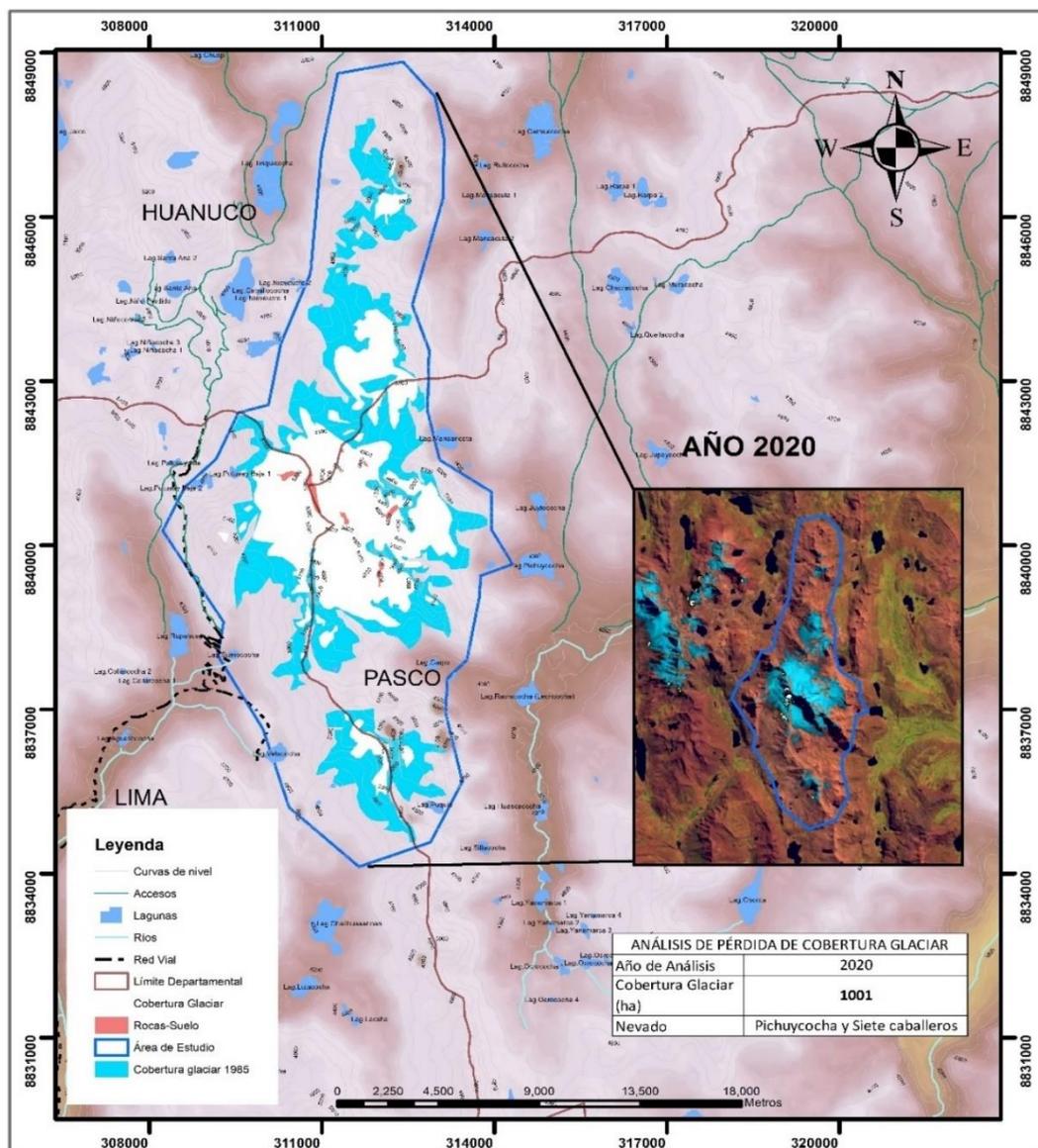
Nota: Realizado en base a imágenes satelitales de Science for changing World (USGS).

***Año 2020***

La cobertura glaciar actual es de 1001 hectáreas, mostrando una reducción de 17 hectáreas respecto al año anterior, lo que evidencia la continuidad del proceso de retroceso glaciar. Comparado con la línea base del

análisis (1985), se registra una pérdida acumulada de 1068 hectáreas, equivalente a más del 50% de la superficie original.

**Gráfico 13** Mapa de cobertura glaciar del año 2020 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.



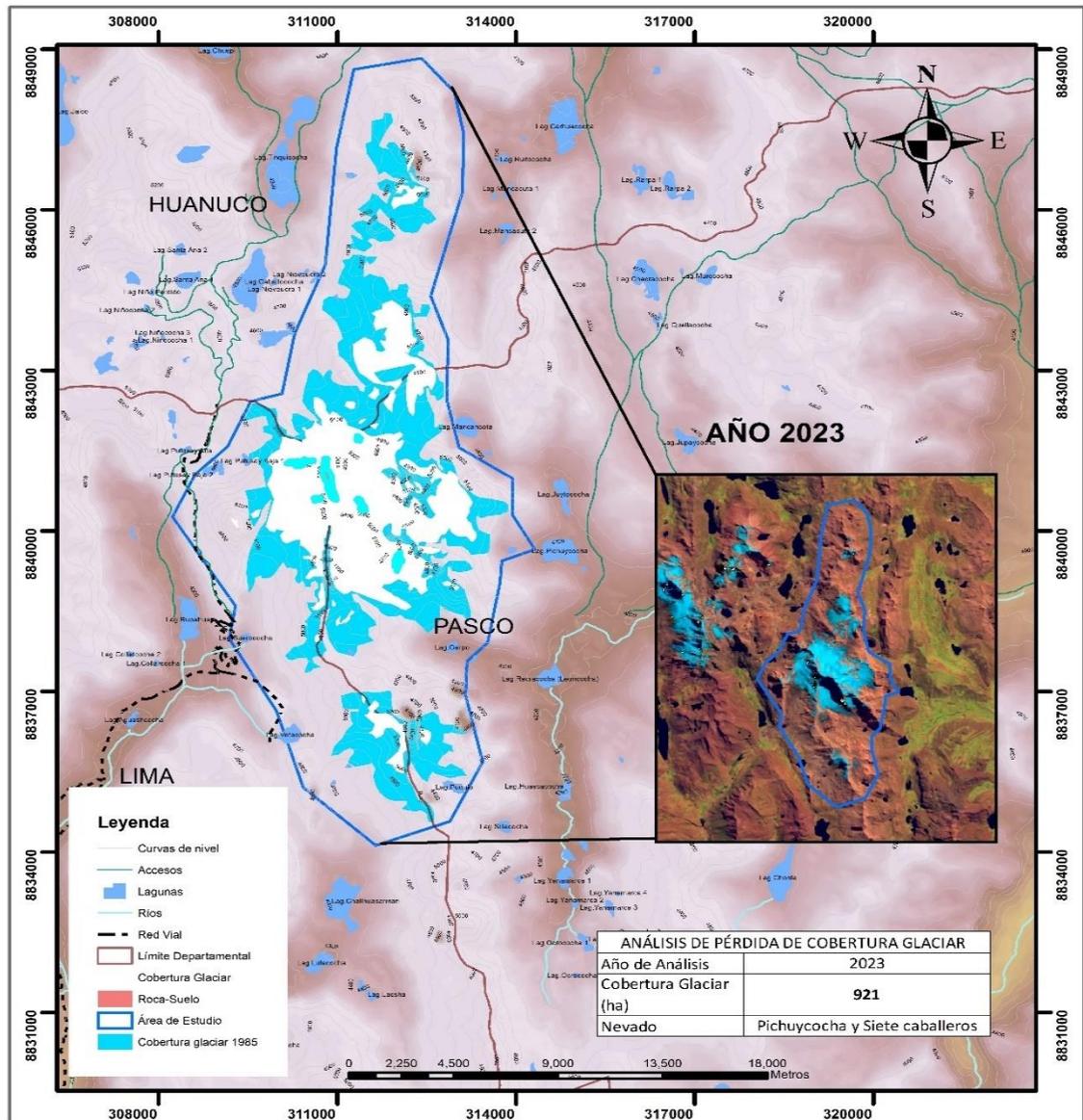
Nota: Realizado en base a imágenes satelitales de Science for changing World (USGS).

### **Año 2023**

Para el año 2023 se tiene 921 hectáreas de cobertura glaciar, teniendo una pérdida de cobertura respecto al año anterior de 80 hectáreas y con respecto al estudio base se tiene 1148 hectáreas de pérdida de cobertura glaciar.

Asimismo, se aprecia un incremento de cobertura glaciar de 4650 msnm a 4782, haciendo una diferencia de 132 msnm de ascenso.

**Gráfico 14** Mapa de cobertura glaciar del año 2023 del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros.

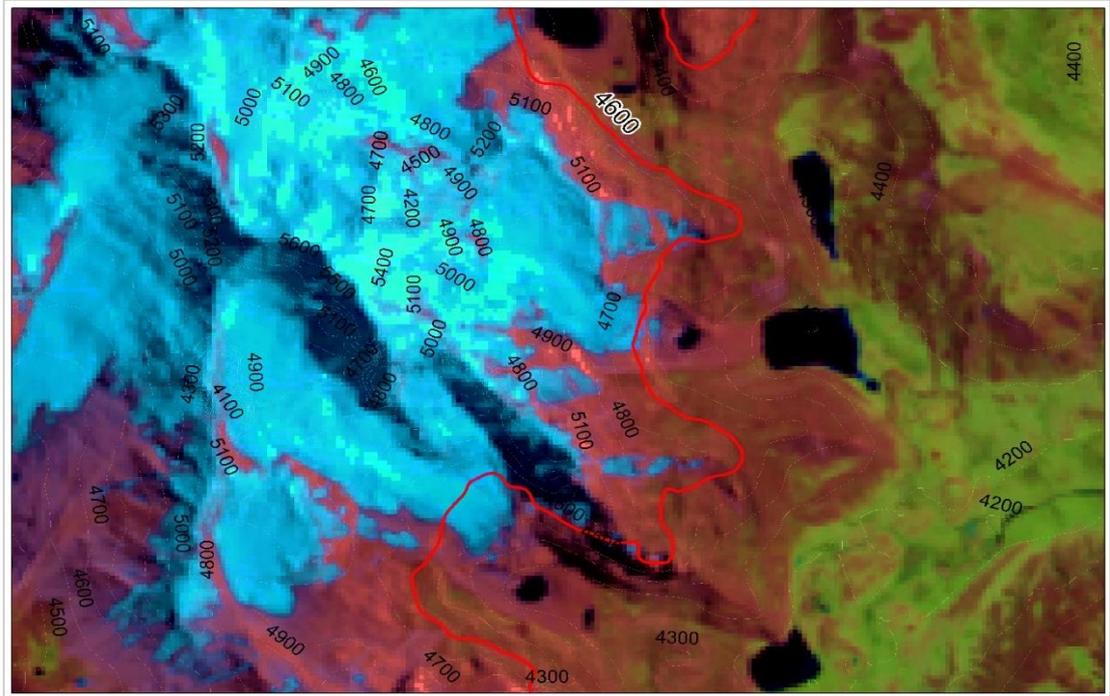


Nota: Realizado en base a imágenes satelitales de Science for changing World (USGS).

### **Análisis de altitud**

En el año 1985 la altitud sobre el nivel del mar que alcanzaba el frente del nevado de Pichuycocha era de 1600 msnm aproximado, por su topografía abrupta con fuertes pendientes no se determina con exactitud su altitud.

*Gráfico 15 Nivel del nevado en el año 1985 referente a la altitud sobre el nivel del mar*

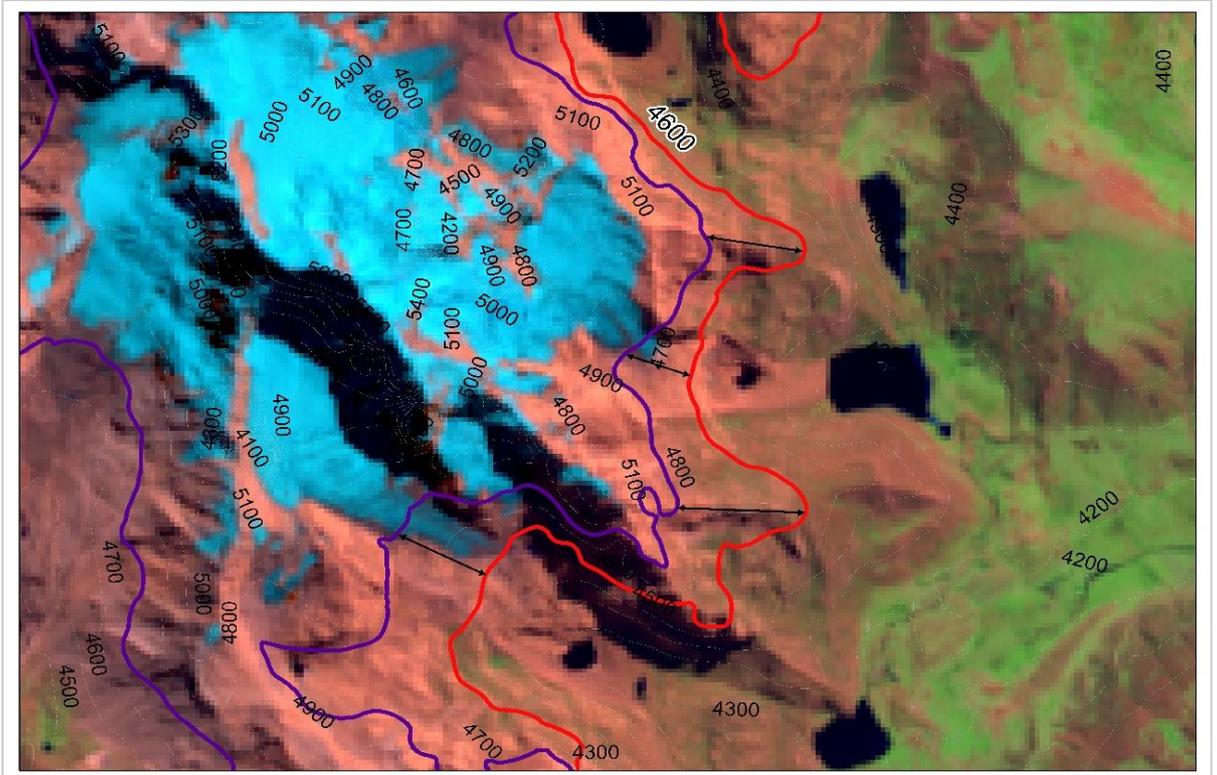


Nota: Realizado en base a imágenes satelitales de Science for changing World (USGS).

Para el año 2023 la altitud del nevado Pichuycocha ascendió a 1900 msnm aproximado, teniendo un ascenso de 300 metros con respecto al año 1985, se aduce que son por efectos del calentamiento global, ya que el punto de congelación del agua está en 4900 o 5000 msnm, lo mencionado explicaría la pérdida de cobertura glaciar por debajo de los 4900 msnm.

El retroceso del frente glaciar del nevado Pichuycocha, que se estima en un avance altitudinal de 7 metros por año, es un claro reflejo de cómo este glaciar responde rápidamente a los efectos del cambio climático. A medida que las temperaturas continúan aumentando y las precipitaciones sólidas disminuyen, los glaciares tienden a retirarse hacia altitudes más elevadas, donde las condiciones son más frías y propicias para la acumulación de hielo.

*Gráfico 16 Nivel del nevado en el año 2023 referente a la altitud sobre el nivel del mar.*



Nota: Realizado en base a imágenes satelitales de Science for changing World (USGS).

Este fenómeno es preocupante, ya que no solo afecta el paisaje, sino también a las comunidades que dependen del agua proveniente de estos glaciares. La pérdida de hielo significa menos recursos hídricos para el consumo humano y la agricultura, lo que puede agravar la situación de muchas familias en la región. Así, el retroceso glaciar se convierte en un símbolo del impacto del cambio climático, recordándonos la urgencia de abordar esta problemática y encontrar soluciones sostenibles para proteger estos valiosos ecosistemas

**Tabla 3** Estimación de pérdida de cobertura glaciar.

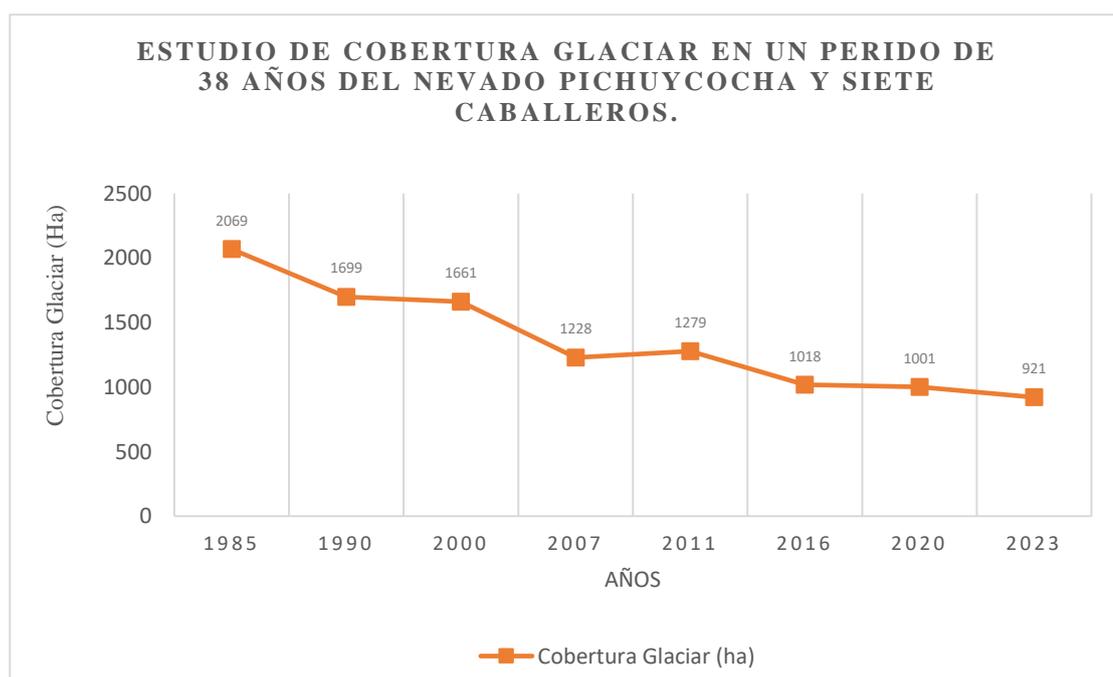
<b>Año</b>	<b>Cobertura Glaciar (ha)</b>	<b>Pérdida de cobertura con respecto al año anterior (ha)</b>	<b>Pérdida con respecto al estudio base (1985) (ha)</b>
1985	2069	2069	0
1990	1699	370	370
2000	1661	38	408
2007	1228	433	841
2011	1279	-51	790
2016	1018	261	1051
2020	1001	17	1068
2023	921	80	1148
<b>TOTÁL DE PÉRDIDA</b>		<b>1148</b>	

**Resumen de pérdida de cobertura glaciar**

En la siguiente tabla se muestra el análisis de pérdida de cobertura glaciar en un intervalo de tiempo de 1985 a 2023 (38 años).

Se estima que desde al año 1985 al año 2023 la cobertura glaciar se ha disminuido en un 55 %, demostrándose mediante imágenes satelitales.

**Gráfico 17** Pérdida de cobertura glaciar del año 1985 a 2023.



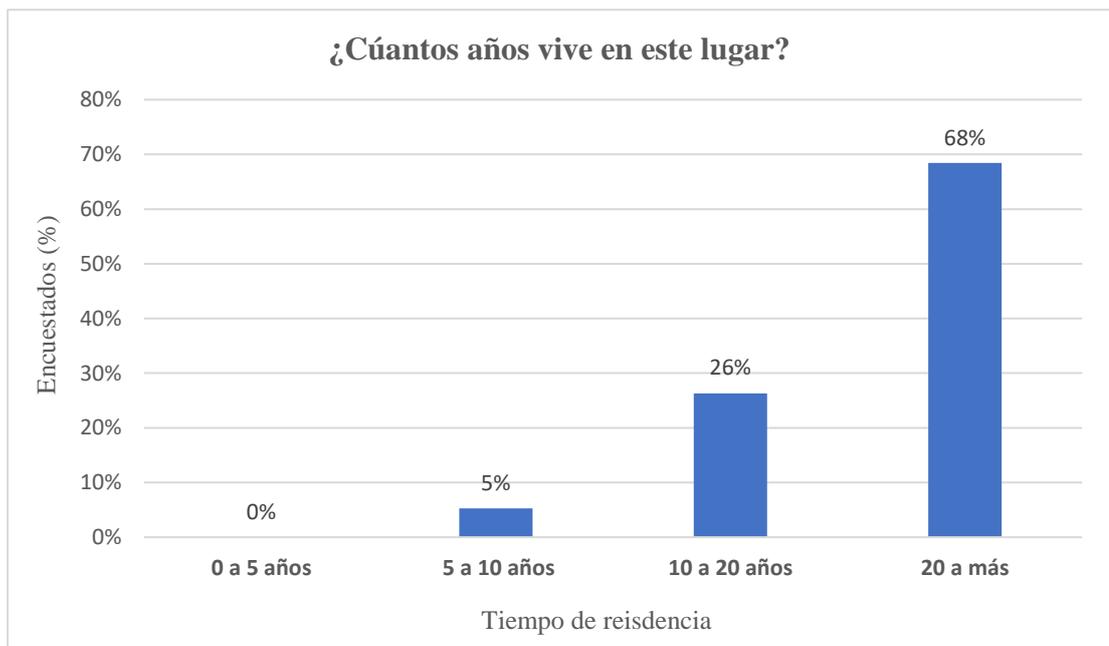
#### 4.2.2. Resultados de análisis de impactos del retroceso glaciar.

En el siguiente apartado se muestra los resultados de la encuesta aplicada, la cual esta organizado en la siguiente secuencia: finalidad, descripción del contenido y el gráfico de barras.

La siguiente pregunta (Gráfico 18) se realizó con la finalidad de tener en cuenta sobre la estadía de la persona, ya que las encuestas son aplicadas a personas perennes del lugar, por la naturaleza y objetivo del estudio.

En la encuesta realizada el 68% de los encuestados mencionaron que viven más de 20 años, de 10 a 20 años un 26% y de 5 a 10 años un 5%.

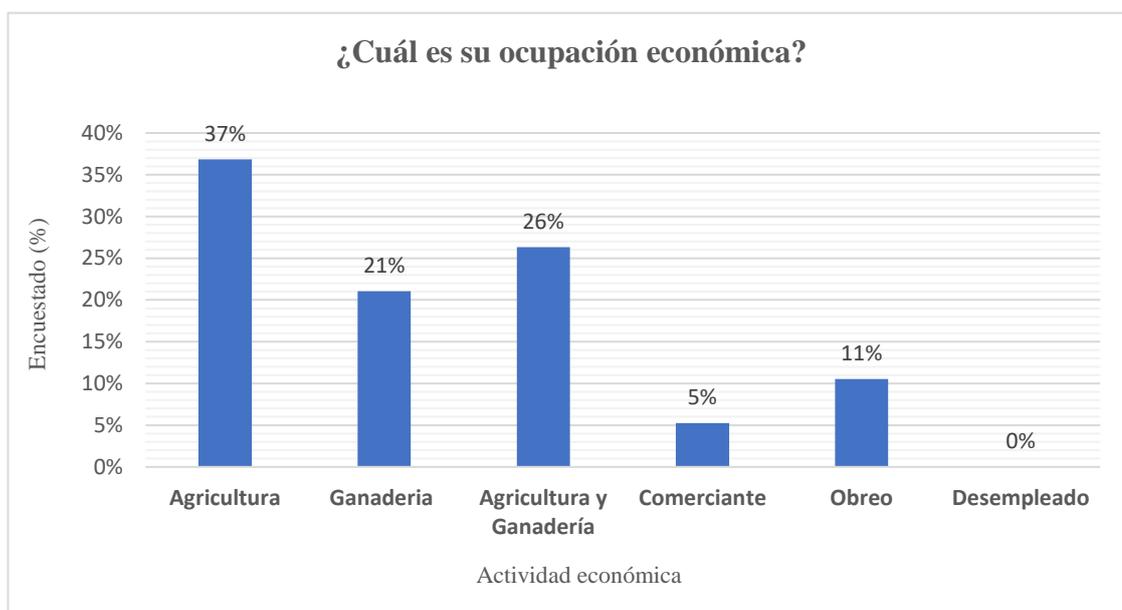
**Gráfico 18** ¿Cúantos años vive en este lugar?



La siguiente pregunta aplicada (Gráfico 19) se realiza con la finalidad de conocer las actividades más resaltantes del lugar.

En la pregunta sobre ocupación económica de los entrevistados mencionaron en un 37% que se dedican a la agricultura, en un 26% entre ganadería y agricultura, obrero un 11% y comerciante en un 5%.

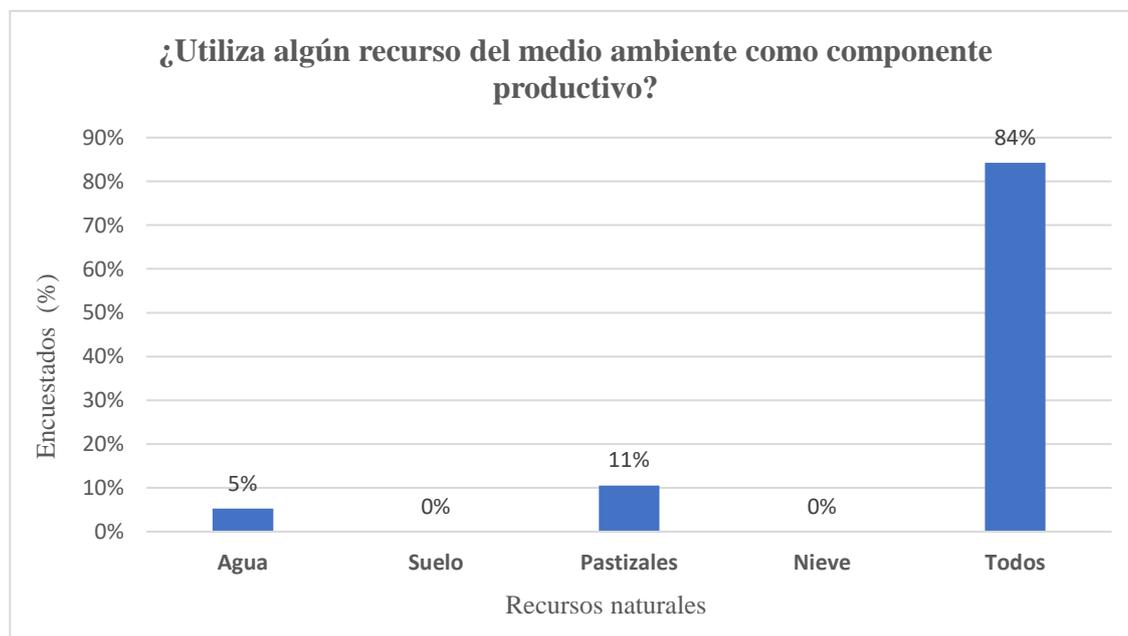
**Gráfico 19** ¿Cuál es su ocupación económica?



La siguiente pregunta (Gráfico 20) se realizó con el objeto de conocer la dependencia de los recursos naturales en su producción o actividad que desarrollan.

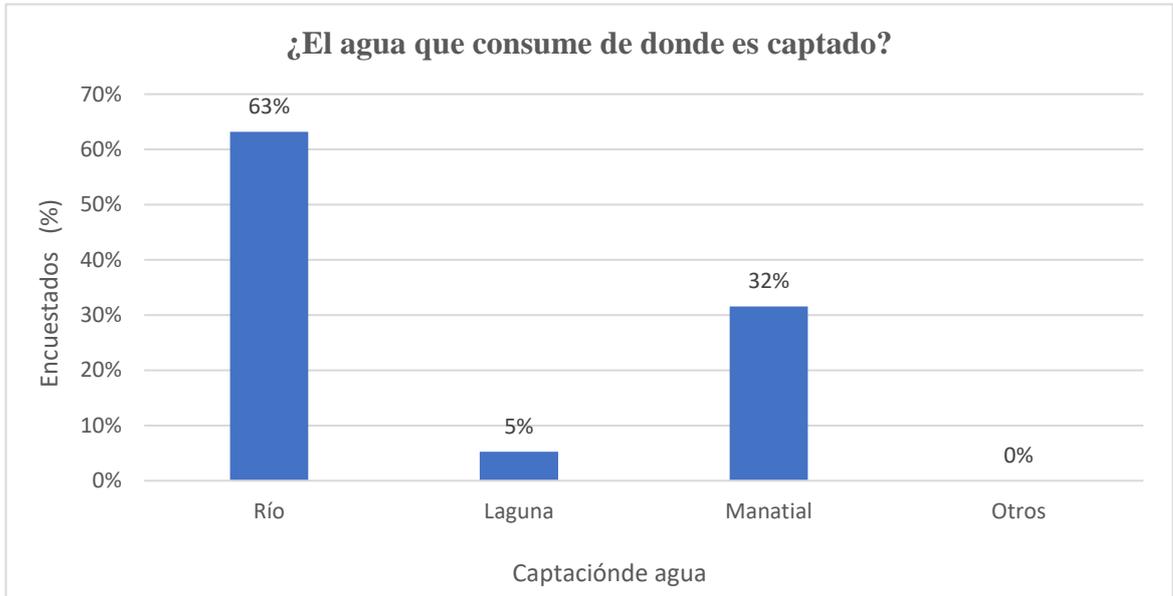
Los encuestados mencionaron en un 84 % que usan todos los recursos como parte de su actividad; agua, suelo, pastizales y un 11% mencionaron que solo usan pastizales y en 5% solo agua.

**Gráfico 20** ¿Utiliza algún recurso del medio ambiente como componente productivo?



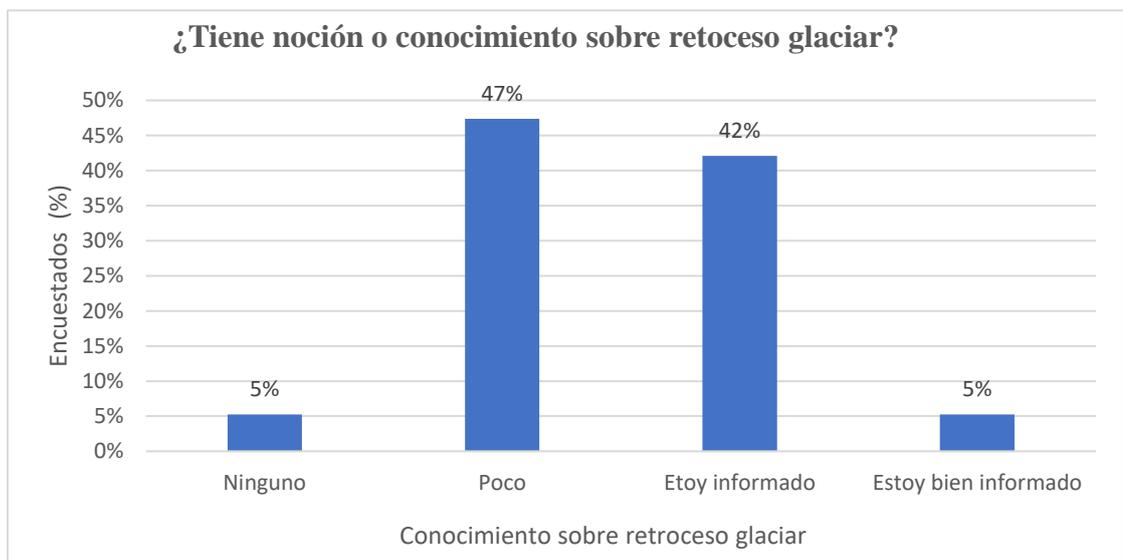
La siguiente pregunta (Gráfico 21) tiene el objetivo de conocer acerca de donde captan el agua para consumo, donde manifestaron los encuestados que el 63% captan de ríos, 32 de manantial y un 5% de laguna.

**Gráfico 21** ¿El agua que consume de donde es captado?



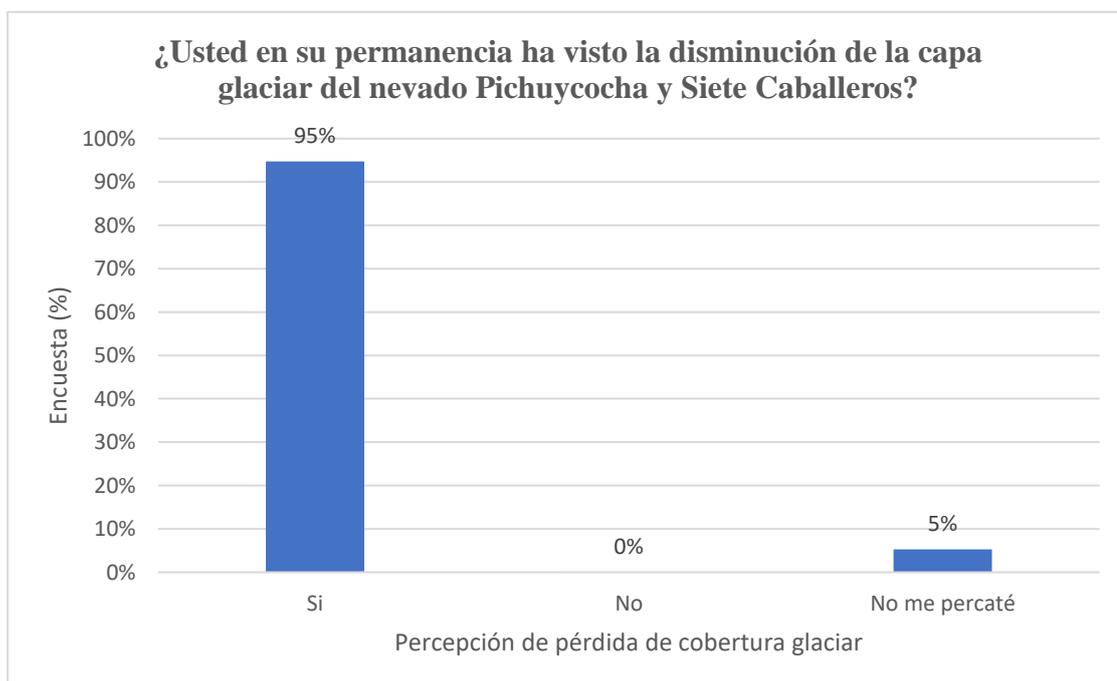
La siguiente pregunta (Gráfico 22) es específica del estudio, que se aplica con la finalidad de conocer si tienen noción o conocimiento sobre retroceso, en la cual el 47% mencionaron que tienen poco conocimiento, 42% está informado y 5 % bien informado y un 5% no tiene conocimiento.

**Gráfico 22** ¿Tiene noción o conocimiento sobre retroceso glaciar?



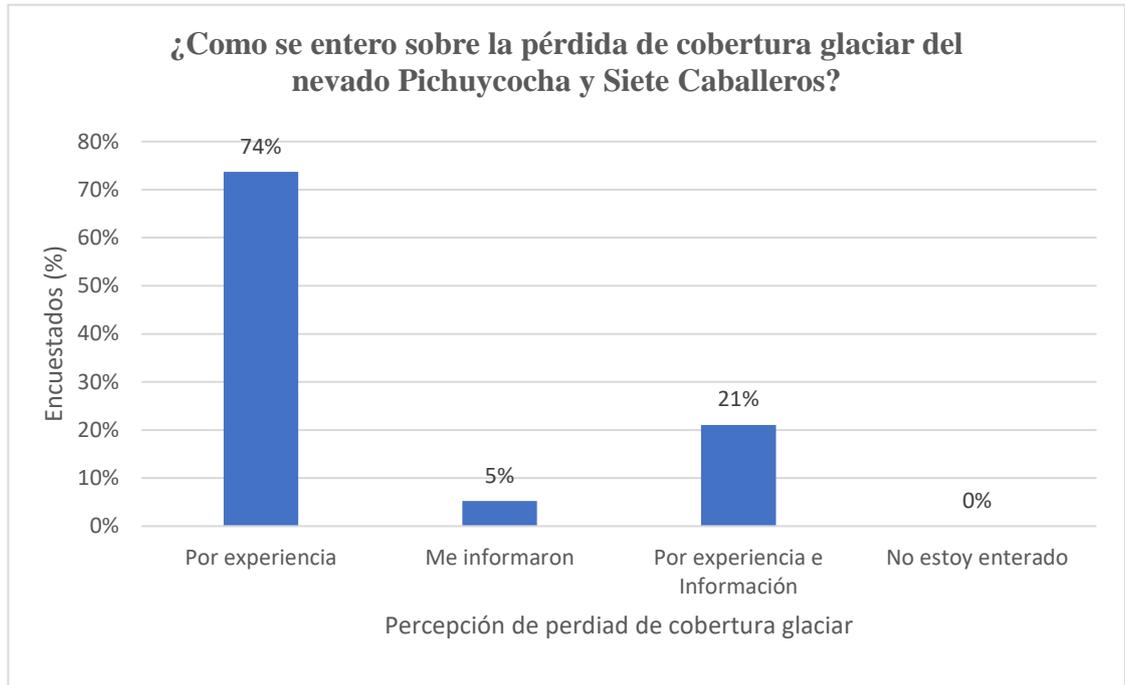
La siguiente pregunta (Gráfico 23) se realizó con la finalidad de conocer de cerca sobre su experiencia sobre la pérdida de cobertura glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros a los lugareños del área circundante del glaciar, en efecto el 95% de encuestados mencionaron que vieron a lo largo del tiempo la disminución de la capa glaciar y un 5% manifestaron que no se percataron.

**Gráfico 23** ¿Usted en su permanencia ha visto la disminución de la capa glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros?



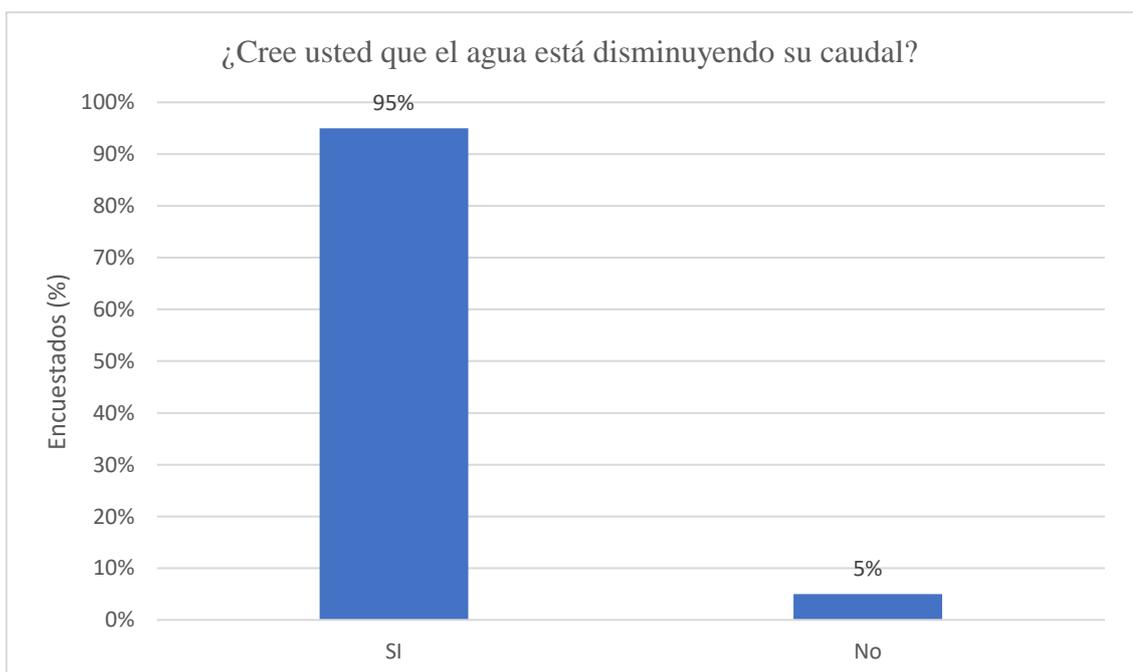
La siguiente pregunta (Gráfico 24) se aplica a los entrevistados indirecto como son; a los pueblos de Chinche, Huarautambo, Yanahuanca y Yanacocha, los mencionados entrevistados por la lejanía del lugar no conocen a profundidad el nevado. En efecto mencionaron el 74% que por experiencia y 21% por experiencia e información y un 5 % solo por información.

**Gráfico 24** ¿Cómo se enteró sobre la pérdida de cobertura glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros?



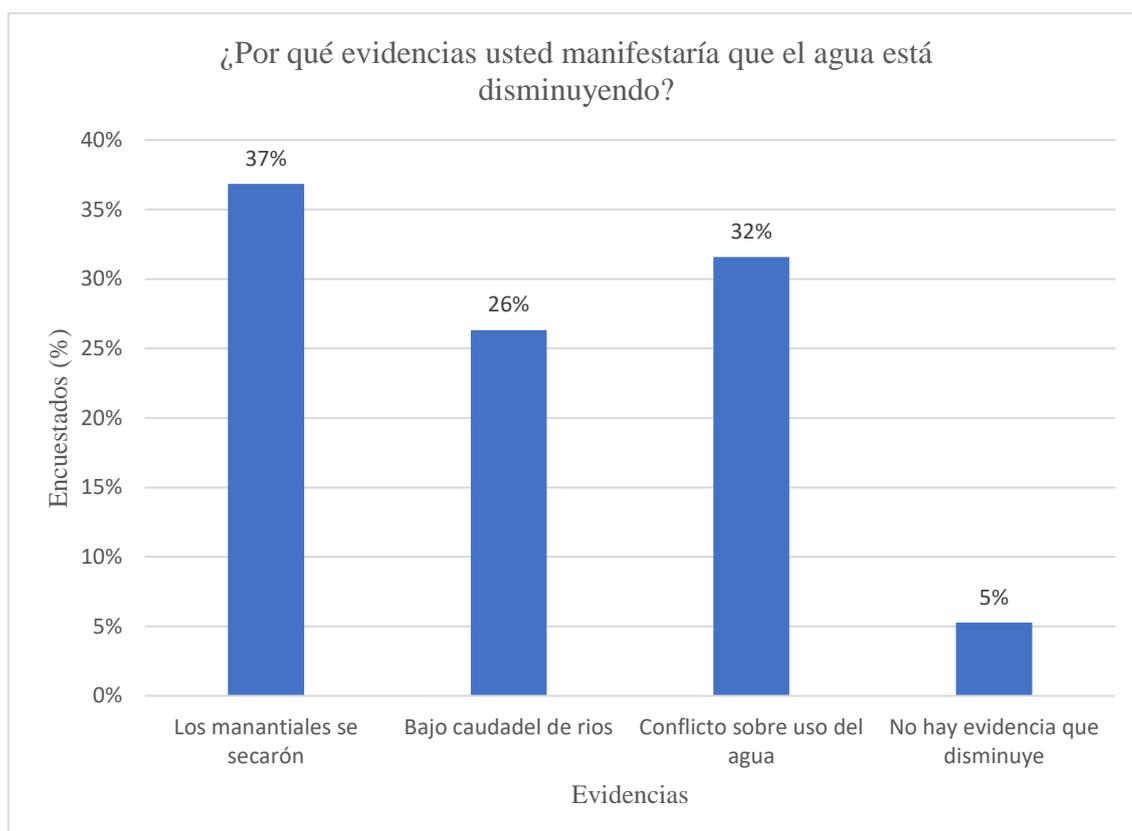
La siguiente pregunta (Gráfico 25) se desarrolla con la finalidad de conocer sobre el estado de recurso hídrico en cuanto a la cantidad, donde los encuestados mencionaron en un 95% que el agua ha disminuido su caudal, y en un 5% que aseveran que se mantiene lo mismo.

**Gráfico 25** ¿Cree usted que el agua está disminuyendo su caudal?



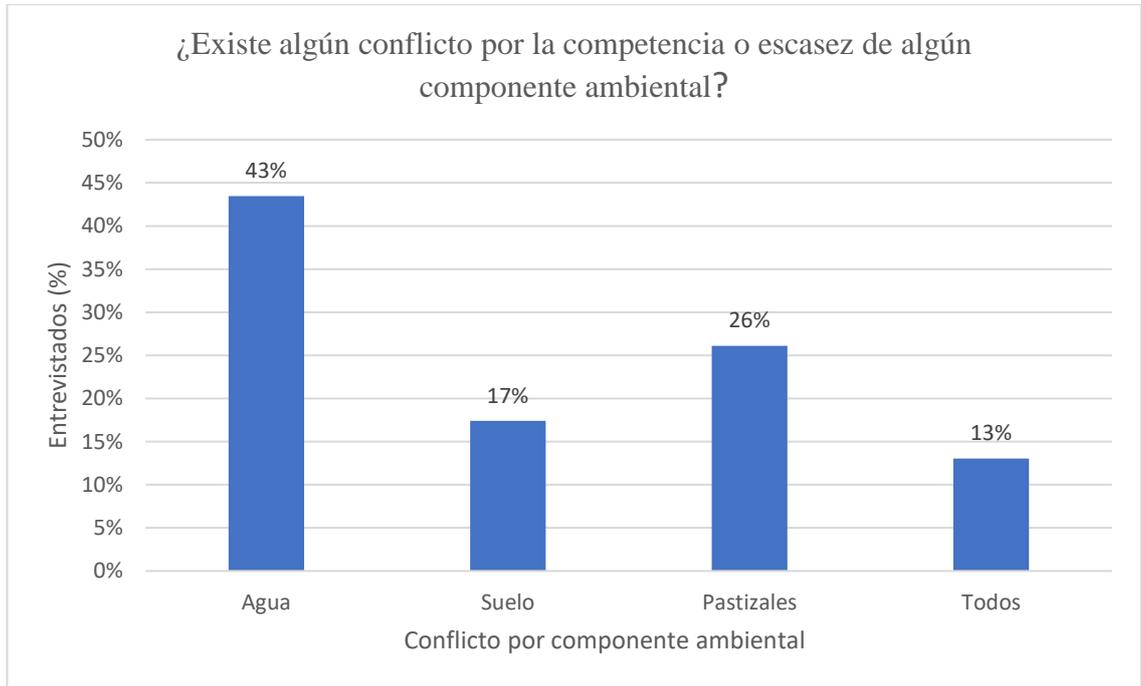
La presente pregunta (Gráfico 26) tuvo por objeto determinar que si los encuestados cuentan con evidencias sobre la disminución del caudal del agua donde; el 42% mencionaron porque los manantiales se secaron, el 32% bajo caudal de ríos (en verano), 21 conflictos sobre usos de agua y en un 5% manifestaron que no hay evidencia que disminuye el agua.

**Gráfico 26** *Por qué evidencias usted manifestaría que el agua está disminuyendo?*



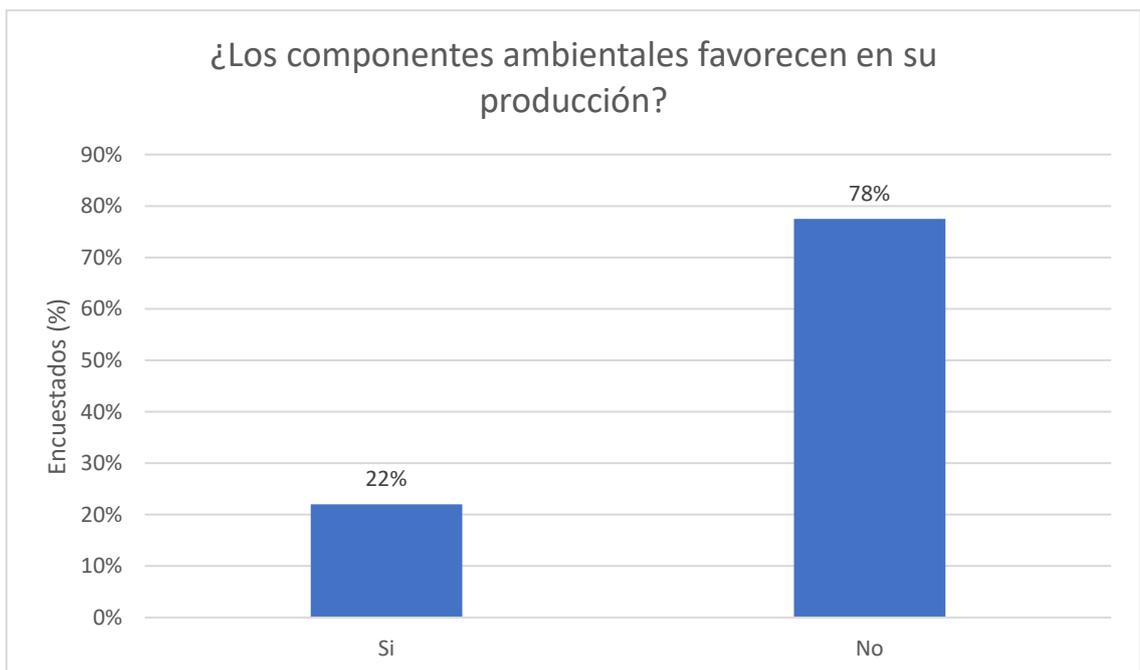
La siguiente pregunta (Gráfico 27) tuvo por objeto determinar si hay algún conflicto por el uso de algún componente ambiental donde el 43% de los encuestados mencionaron que existe conflicto por el agua (temporada de verano), 26% por pastizales, 17% por suelo y en un 13% afirmaron que por todas anteriores genera conflictos.

**Gráfico 27** Existe algún conflicto por la competencia o escasez de algún componente ambiental?



La siguiente pregunta (Gráfico 28) realizada tuvo por finalidad determinar si los componentes ambientales favorecen su producción en la actualidad, en efecto los encuestados en un 78% mencionaron que no les favorece y en un 22% que si lo hace.

**Gráfico 28** ¿Los componentes ambientales favorecen en su producción?



### 4.3. Prueba de Hipótesis

La hipótesis planteada “El retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros influye negativamente en la generación de impactos ambientales en el entorno del nevado”.

Para corroborar la hipótesis planteada en el estudio se empleó la correlación de Spearman con la finalidad de evaluar cómo las dos variables están relacionadas sin depender de la distribución normal de los datos, para ello en primer lugar se desarrolló la asignación de rangos como se expresa en las siguientes la tabla 4 y 5.

#### *Retroceso glaciar (variable independiente)*

*Tabla 4 Asignación de rangos de variable retroceso glaciar.*

<b>Descripción</b>	<b>retroceso glaciar</b>
Nada	1
Bajo	2
Alto	3
Muy Alto	4

#### *Generación de impactos (Variable dependiente)*

*Tabla 5 Asignación de rangos de impactos.*

<b>Descripción</b>	<b>Impactos ambientales</b>
Nada	1
Bajo	2
Alto	3
Muy Alto	4

**Tabla 6** Correlación de Spearman.

			VI	VD
Rho de Spearman	VI	Coeficiente de correlación	1,000	,654**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	59	59
	VD	Coeficiente de correlación	,654**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	59	59

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Los resultados de la correlación de Spearman entre variable independiente pérdida de cobertura glaciar y variable dependiente generación de impactos, muestran una relación positiva fuerte, con un coeficiente de  $\rho = 0.654$ , esto significa que, a medida que los valores de una de las variables aumentan, los valores de la otra también tienden a incrementarse de manera notable. Asimismo, el valor de significancia es de 0.000, lo que indica que esta correlación es estadísticamente significativa al nivel de 0.01. en otras palabras, hay una evidencia sólida que respalda la existencia de una relación entre las dos variables. En efecto se acepta la hipótesis general de investigación.

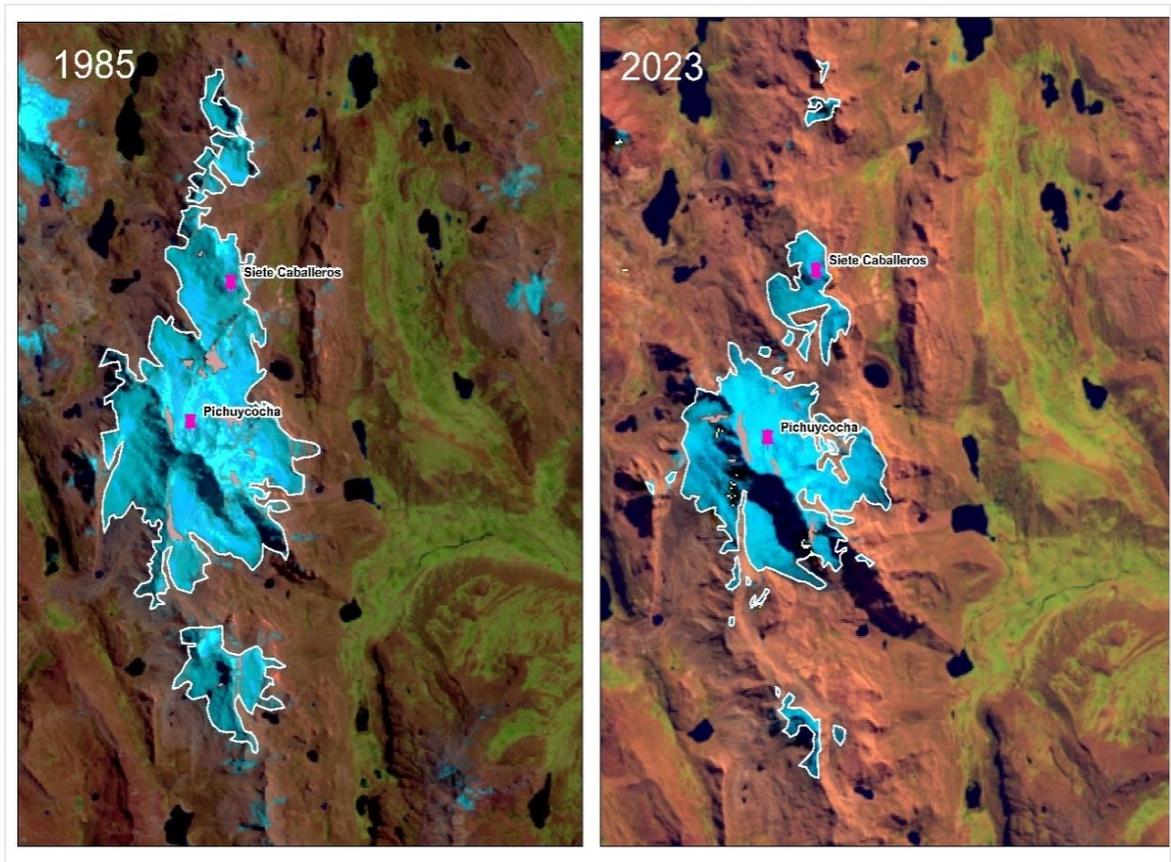
#### **4.4. Discusión de resultados**

El retroceso glaciar del nevado de Pichuycocha y Siete Caballeros en el año 1985 (Data base) mostraba una cobertura glaciar de 2069 hectáreas, y que después del estudio multi temporal con imágenes satelitales del año 1985, 1990, 2000, 2007, 2011, 2016, 2020 y 2023 realizado mediante sistemas de información geográfica (SIG), muestran que después de 38 años se tiene una pérdida de cobertura glaciar de 1148 hectáreas, representado una pérdida de

55%, los datos demostrados en el presente estudio muestra la relación con estudios de Paucar Ancco, (2018) que el mediante su estudio determinó ue el glaciar de Ampay del año 1991 al 2017 retrocedió 104.05 hectáreas que representa el 48% de superficie glaciar, asimismo diversas investigaciones afirman que Pastoruri ha perdido 40% de su superficie entre 1995 y 2007.

Por otra parte,el Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri) informa que en los últimos 50 años el país ha perdido el 51% de su superficie glaciar, con glaciares como Artesonraju y Yanamarey.

*Gráfico 29 Vista de cobertura glaciar de 1985 a 2023.*



**Fuente:** Realizado en base a información de Science for changing World (USGS).

Como se aprecia en los resultados el proceso de pérdida de cobertura glaciar viene siendo muy preocupante por el hecho que estadísticamente tiene un descenso tendencial de año tras año, si continua este proceso tendencial de

pérdida de cobertura glaciaria en un periodo de 30 años aproximado el nevado Pichuycocha se extinguiría, y por otro lado el de Siete Caballeros en la actualidad se encuentra proceso de extinción como lo afirma la presente investigación basados a estadísticas y criterios técnicos de evaluación.

Con respecto los impactos que viene generando la pérdida de la cobertura glaciaria el nevado Pichuycocha y Siete Caballeros son de carácter ambiental (disminución exorbitante de la cantidad de agua en temporada de verano), económico (disminución de la producción por déficit hídrico) y social (conflictos por tipos de usos de agua y por mayor demanda que la oferta), lo descrito lo demuestran en los resultados.

## CONCLUSIONES

De la ejecución de la presente investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

1. La pérdida de cobertura glaciar del nevado de Pichuycocha y Siete Caballeros es de 1148 hectáreas y que representa un 55% de pérdida con respecto al año 1985 que era de 2096 hectáreas, mediante análisis multi temporal de imágenes satelitales de los años 1985, 1990, 2000, 2007, 2011, 2016, 2020 y 2023.
2. El retroceso glaciar del nevado de Pichuycocha y Siete Caballeros muestran una tendencia de pérdida de cobertura, y que se demuestra que en un aproximado de 30 años el nevado de Pichuycocha se extinguirá y el nevado de Siete Caballeros se encuentra en proceso de extinción.
3. El año 2011 es el único año que demuestra el incremento de 51 hectáreas de la cobertura glaciar y se deduce que es por efectos de las temperaturas bajas en la zona y por precipitación registradas en el año.
4. La pérdida de cobertura glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros registra una influencia en la disminución exorbitante del caudal del agua y desaparición de manantiales en la parte baje de la cuenca de alto Huallaga.
5. La pérdida de cobertura glaciar del nevado de Pichuycocha y Siete Caballeros, muestra una influencia en el sector económico, por la disminución de la producción a falta del componente productivo agua.
6. La pérdida de cobertura glaciar del nevado de Pichuycocha y Siete Caballeros, muestra una influencia en la generación de conflictos sociales, por el tipo de uso al agua que se le da y por su gran demanda y menor oferta

## **RECOMENDACIONES**

1. Difundir la presente investigación con harás de que la población tenga en cuenta que el recurso más valioso del ser humano para su supervivencia se encuentra en proceso de extinción.
2. Difundir la presente investigación para que lo tomadores de decisión de los gobiernos Provinciales, Regionales, Nacionales y/o ONG, puedan actuar con planes y programas con el fin de mermar la pérdida de cobertura glaciar.
3. Brindar los resultados pertinentes a la Municipalidad provincial de Daniel Alcides Carrión y al Gobierno regional de Pasco, para que pueda socializar el estudio con la finalidad de que la población pueda buscar la manera de adaptarse a los cambios adversos de la pérdida de cobertura glaciar del nevado de Pichuycocha y Siete Caballeros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga, J. A., & Cosme, L. A. (2018). Retroceso glaciar del Nevado Huaytapallana como consecuencia del calentamiento global. *Naturaleza y Sociedad*, 1(1).  
<http://journals.continental.edu.pe/index.php/natsoc/article/view/429>
- Bernex, N., & Tejada, M. (2010). *Cambio climático, retroceso glaciar y gestión integrada de los recursos hídricos*. Sociedad Geográfica de Lima.  
<https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Ecosistemas-Montanas/4.pdf>
- Cabrera Montenegro, E. B., & Vega Tamba, J. C. (2022). *Análisis del retroceso glaciar en los Andes del Norte del Ecuador durante un período de 30 años empleando teledetección* [bachelorThesis].  
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12024>
- Chancos Pillaca, J. (s. f.). *RETROCESO GLACIAR E IMPACTO AMBIENTAL*. Recuperado 16 de marzo de 2024, de <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Impacto/40.pdf>
- Conesa Fernández-Vitoria, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wa4SAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=conesa+estudio+de+impacto+ambiental&ots=r006bLoa8t&sig=vcVput\\_\\_-u-iIu2mGvONU-2c4E](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wa4SAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=conesa+estudio+de+impacto+ambiental&ots=r006bLoa8t&sig=vcVput__-u-iIu2mGvONU-2c4E)
- Francou, B. (2007). Recesion de los glacieares en el Ecuador: Una respuseta al cambio climatico. *Montaña, Quito*. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/cc-2010/010045453.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/010045453.pdf)

- Izaguirre Liviac, M. F. (2021). *Impactos del retroceso glaciar y disponibilidad hídrica en la subcuenca llullán-Parón, cuenca del río Santa*.  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/19667>
- Maturana Franca, J. A. E. (2015). *Análisis del retroceso glaciar y su influencia en la disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca del río Olivares, provincia Cordillera, Chile*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/135360>
- Monterroso-Tobar, M. F., Londoño-Bonilla, J. M., Samsonov, S., Monterroso-Tobar, M. F., Londoño-Bonilla, J. M., & Samsonov, S. (2018). Estimación del retroceso glaciar en los volcanes Nevado del Ruiz, Tolima y Santa Isabel, Colombia a través de imágenes ópticas y Din-SAR. *DYNA*, 85(206), 329-337.  
<https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.66570>
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de información geográfica*.  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25452>
- Paucar Ancco, J. A. (2018). Estudio de retroceso glaciar en el santuario nacional de ampay y determinación de su influencia en la agricultura de la comunidad de huayllabamba, distrito de Abancay, año 2016. *Universidad Tecnológica de los Andes*. <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/113>
- Rémih. (2006, julio 20). *Schéma d'un glacier et des formations glaciaires*.  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sch%C3%A9maL%C3%A9gend%C3%A9Glacier.JPG>
- Rubial, M. J. (2005). Los glaciares dinámica y relieve. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13(3), 230-234.
- Salgado Lévano, C. (2018). *Manual de investigación: Teoría y práctica para hacer la tesis según la metodología cuantitativa*. Fondo Editorial de la Universidad Marcelino Champagnat.

Salvador, A. G., Alcaide, A. S., Sánchez, C. C., & Salvador, L. G. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. Pearson Educación.

[https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25784w/S5\\_U4\\_PSM3.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25784w/S5_U4_PSM3.pdf)

Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta).

[https://www.esup.edu.pe/wp-](https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-)

[content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-](https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-)

[Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf](https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-)

Sobrino, J. A. (2001). *Teledetección*. Universitat de València.

Zumberge, J. H. (1969). *GEOLOGIA ELEMENTAL*. CECSA.

## **ANEXOS**

Anexo N° 1

Tabla 7. Instrumento de recolección de información.

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN Escuela de formación profesional de ingeniería ambiental</b>			
				Cod.	
<b>PROYECTO</b>				Fecha:	
				Lugar:	
<b>DATOS PERSONALES</b>					
N°	<b>Nombre y Apellidos</b>		<b>N° DNI</b>	<b>EDAD</b>	<b>SEXO</b>
<b>ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS</b>					
1	¿Cuántos años vive en este lugar?	0 a 5 años <input type="text"/>	5 a 10 años <input type="text"/>	10 a 20 años <input type="text"/>	20 a más <input type="text"/>
2	¿Cuál es su ocupación económica?	Agricultura <input type="text"/> Desemplead o <input type="text"/>	Ganadería <input type="text"/> obrero <input type="text"/>	comerciante <input type="text"/> otros <input type="text"/>	Profesional <input type="text"/>
3	¿Qué actividades económicas desarrolla?	Agricultura <input type="text"/> Otros <input type="text"/>	Ganadería <input type="text"/> <input type="text"/>	Piscicultura <input type="text"/>	Construcción <input type="text"/>
4	¿Cuánto es su ingreso económico al mes?	500 a 100 <input type="text"/>	1000 a 1500 <input type="text"/>	1500 a 2000 <input type="text"/>	2000 a más <input type="text"/>
<b>ASPECTOS SOCIOAMBIENTALES</b>					
5	¿Utiliza algún recurso del medio ambiente como materia prima?	Agua <input type="text"/>	Suelo <input type="text"/>	Nieve <input type="text"/>	Otros <input type="text"/>
	¿El agua que consume de donde es captado?	Río <input type="text"/>	Laguna <input type="text"/>	Manatíal <input type="text"/>	Otros <input type="text"/>
<b>RETROCESOR GLACIAR</b>					
6	¿Tiene noción o conocimiento sobre retroceso glaciar?	Ninguno <input type="text"/>	Poco <input type="text"/>	Estoy informado <input type="text"/>	Estoy bien informado <input type="text"/>
7	¿Usted en su permanencia ha visto la disminución de la capa	Si <input type="text"/>	No <input type="text"/>	No me percaté <input type="text"/>	

	glaciar del nevado Pichuycocha?			
8	¿Qué impactos usted a percibido por la disminución el nevado Pichuycocha?	Mencione		
9	¿Cree usted, que los impactos que se genera por la disminución del nevado pichuycocha le beneficia o perjudica?	Beneficia	Perjudica	Ninguno
		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



**Tabla 9. Resultado de Prueba de Hipótesis en el paquete estadístico SPSS.**

NONPAR CORR  
 /VARIABLES=VI VD  
 /PRINT=SPEARMAN TWOTAIL NOSIG  
 /MISSING=PAIRWISE.

➤ **Correlaciones no paramétricas**

[ConjuntoDatos1] C:\Users\royer\Documents\PPT\5. GLACIAR\Borrador de tesis\SPSS\BASE\_DATA.zsav

**Correlaciones**

			VI	VD
Rho de Spearman	VI	Coefficiente de correlación	1,000	,654**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	59	59
VD	VD	Coefficiente de correlación	,654**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	59	59

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

IBM SPSS Statistics Processor está listo    Unicode:ON

### Anexo N° 3

**Proyecto:** Análisis de retroceso glaciar y determinación de su influencia en generación de impactos ambientales del nevado Pichuycocha, distrito de Yanahuanca-Oyón-Lauricocha 2023.

*Tabla 10. Matriz de consistencia.*

<b>Problema general</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Tipo de investigación</b>
¿En qué medida el retroceso glaciar influye en la generación de impactos ambientales del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023?	Determinar la influencia del retroceso glaciar en la generación de impactos ambientales del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023.	El retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros, tiene significancia en la generación de impactos ambientales en el contorno del nevado.	VI: Retroceso glaciar	La presente investigación es de tipo Descriptivo En base a la información que genera y la naturaleza de los mismos, es de tipo mixto

Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente	Nivel de investigación
<p>¿Cuál es el retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023?</p> <p>¿Cuál es el impacto ambiental que genera el retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023?</p>	<p>Determinar el retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023.</p> <p>Determinar el impacto ambiental que genera el retroceso glaciar del nevado Pichuycocha y Siete Caballeros en los distritos de Yanahuanca, Oyón y Lauricocha 2023</p>	<p>El nevado Pichuycocha y Siete Caballeros, tiene un retroceso glaciar desde los últimos 38 años.</p> <p>Los impactos ambientales que genera el nevado de pichuycocha y Siete Caballeros son en el aspecto social, económico y ambiental</p>	<p>VD: Impacto ambiental</p>	<p>La presente investigación es de nivel correlacional casual,</p> <p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>Es de diseño no experimental, porque no se manipulará variables, longitudinal y transversal.</p>

## Anexo N° 4

*Gráfico 30 Trabajos de visita a campo.*



*Gráfico 31 Georreferenciación de puntos de control.*



*Gráfico 32 Vista del nevado Pichuycocha del lado Este.*



*Gráfico 33 Pico más alto del nevado Pichuycocha.*



*Gráfico 34 Glaciar del nevado de Pichuycocha.*



*Gráfico 35 Cobertura Glaciar del nevado Pichuycocha.*



*Gráfico 36 Aplicación de encuesta a los moradores del caserío de Rangracancha.*

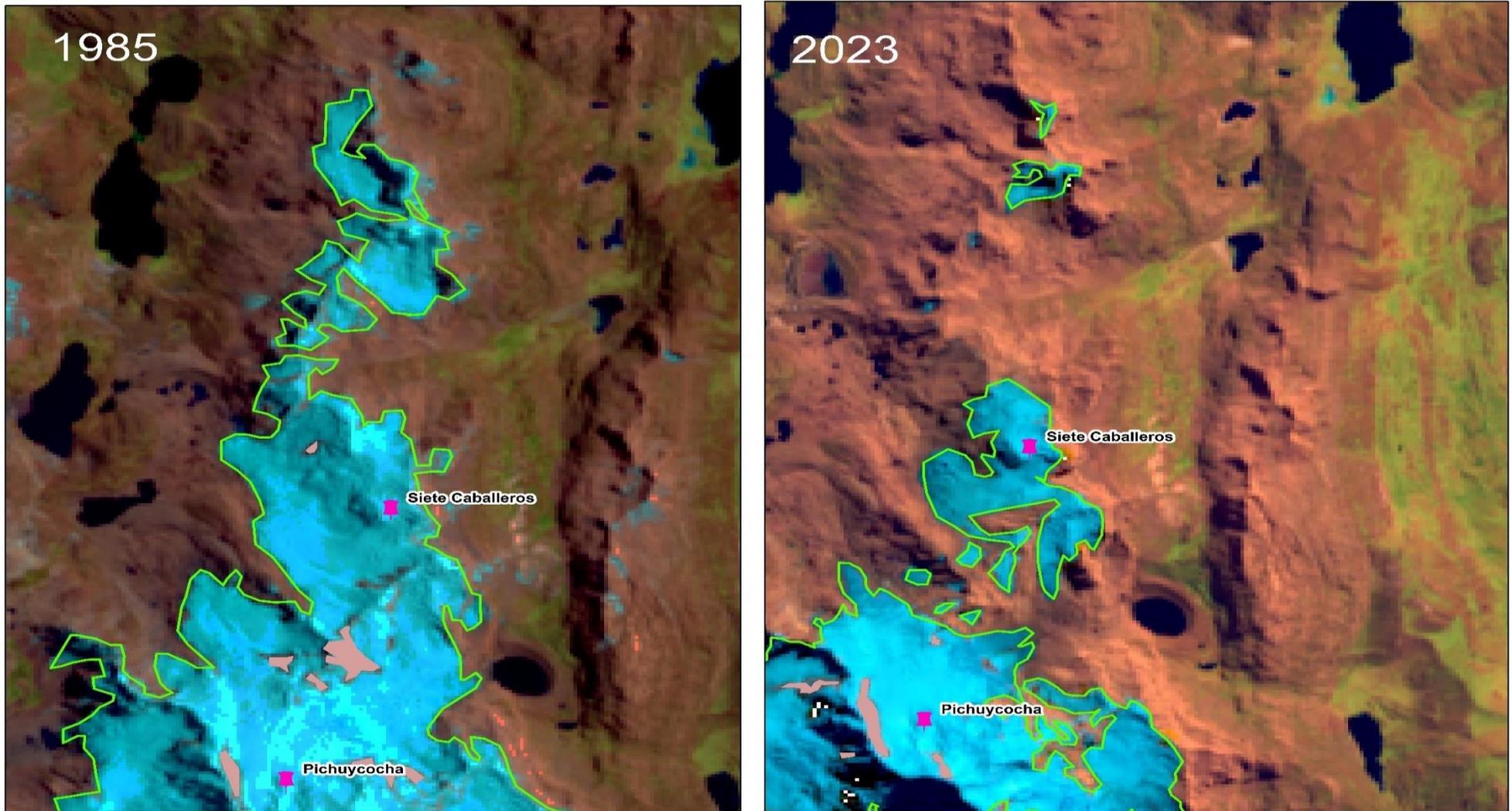


*Gráfico 37 Encuesta a los moradores de Taquiambra.*



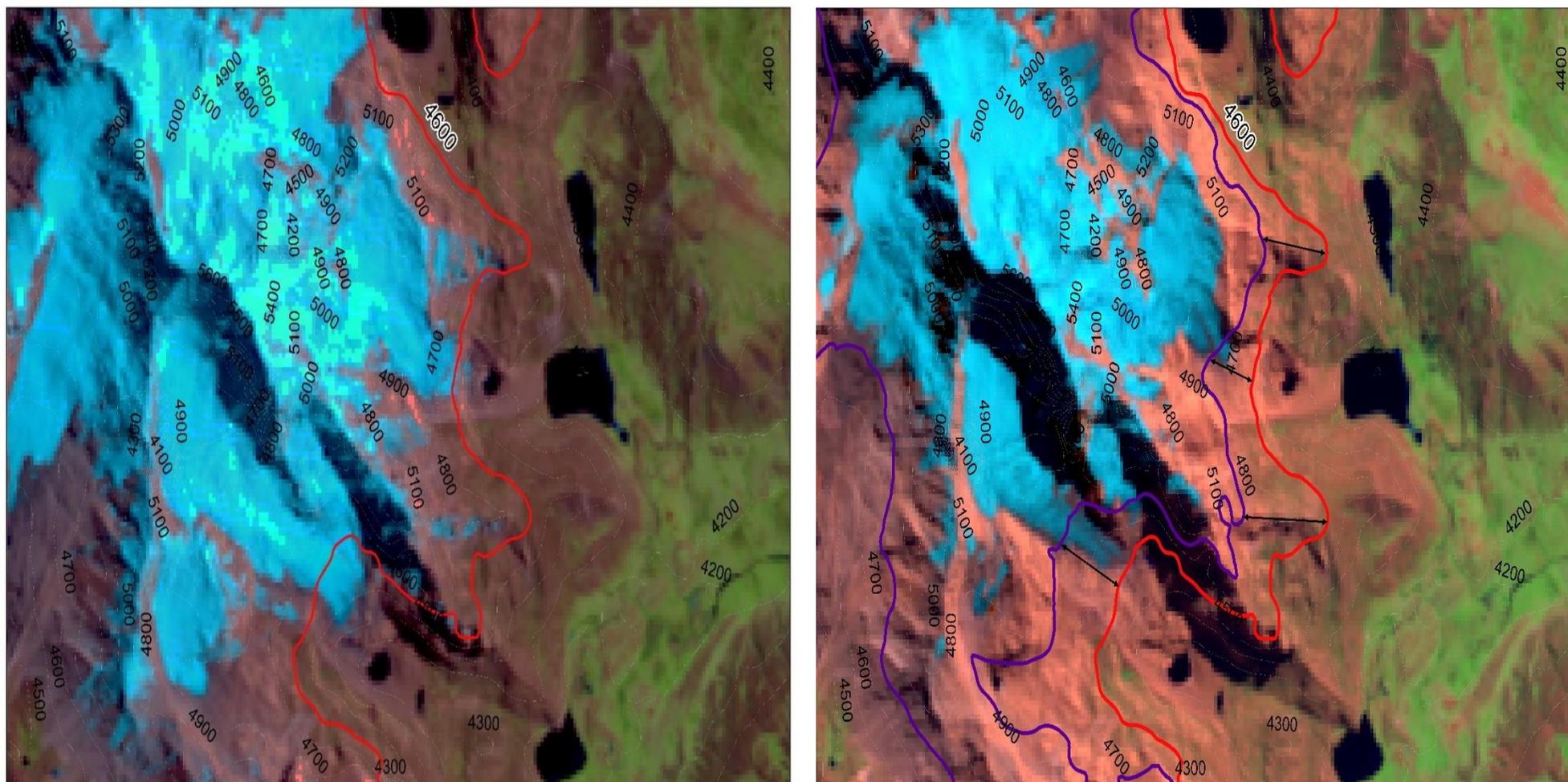
Anexo N° 5

Gráfico 38 Comparación multi temporal mediante imágenes satelitales.



Fuente: Realizado en base a información de Science for changing World (USGS).

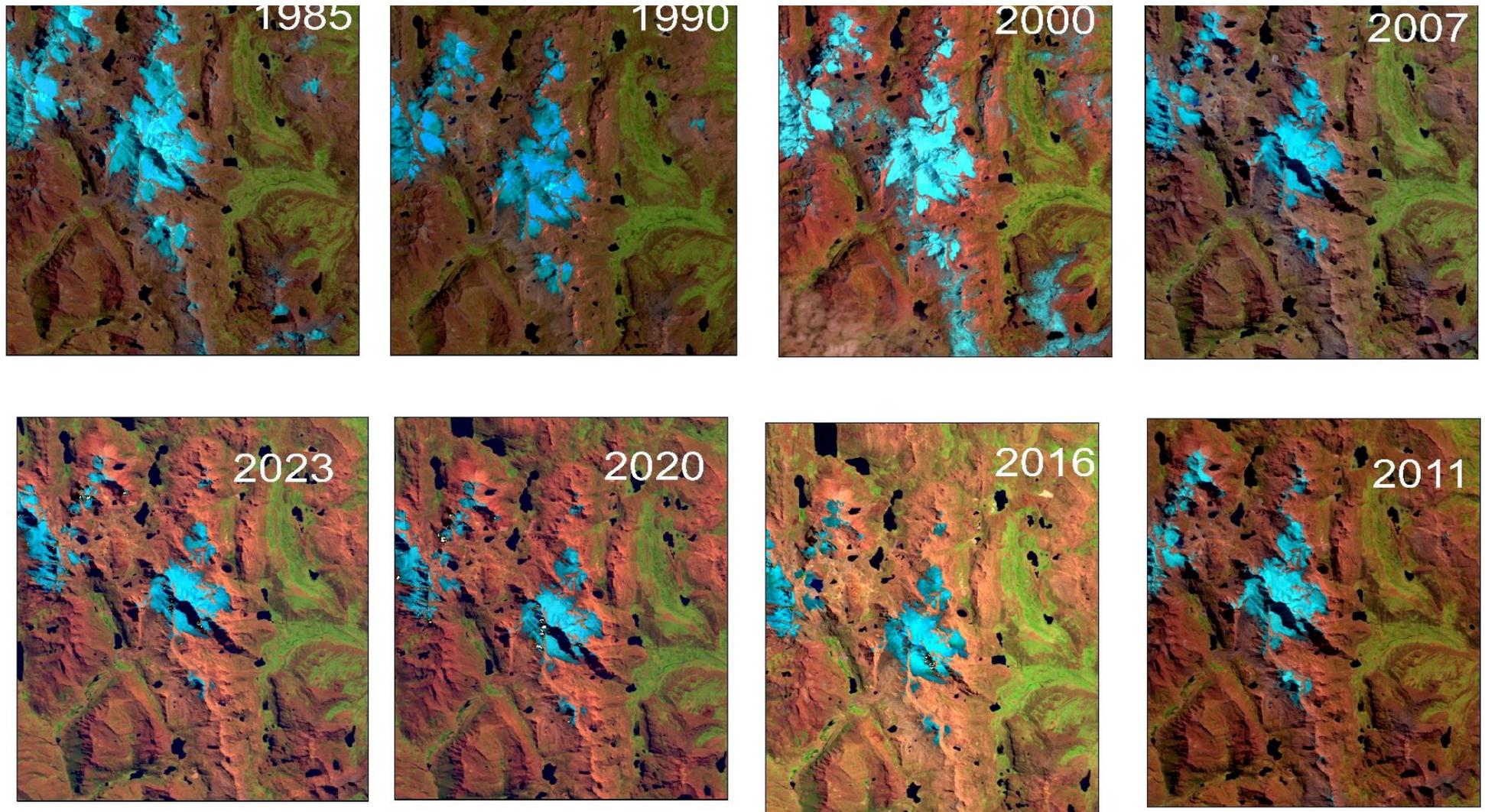
*Gráfico 39 Curvas de Nivel para determinar cobertura glaciar sobre metros sobre el nivel del*



**Fuente:** Realizado en base a información de Science for changing World (USGS).

Anexo N° 6

Gráfico 40 Imágenes satelitales usados en el estudio.



**Fuente:** Realizado en base a información de Science for changing World (USGS).