



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Retrosceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba y la influencia de los elementos climáticos, en el período 1985-2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Ccallata Taype, Isabel Karen (ORCID: 0000-0003-3230-8475)

ASESORA:

Mg. Sc. Ing. Haydeé Suárez Alvites (ORCID: 0000-0003-2750-0980)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio climático

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres Claudio y Katty; a mi hermana Dany, por el gran amor que me tienen por haberme brindado su apoyo, con inmensa gratitud y cariño.

Agradecimientos

Mi profundo agradecimiento al Ing. Héctor Hugo Añamuro Luque por sus enseñanzas, orientación y tiempo. Así mismo al SENAMHI y el INAIGEM.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos	ii
Índice de contenidos	iii
Índice de tablas.....	iv
Índice de gráficos y figuras.....	v
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.	17
3.5. Procedimientos.....	18
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS.....	1

Índice de tablas

Tabla 1. Validación de instrumentos de recojo de datos.	18
Tabla 2. Imágenes Landsat obtenidas para el estudio año por año.	21
Tabla 3. Áreas de la cobertura glaciaria del nevado Salluyo en el periodo 1985-2020.	25
Tabla 4. Resultados de temperatura máxima y mínima y el área del nevado Salluyo.	32

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Componentes de un glaciar.....	10
Figura 2. Tipología de glaciares	11
Figura 3. Fases del proceso de investigación.....	19
Figura 4. Ubicación del área de estudio.	20
Figura 5. Llegada a la Cordillera Apolobamba y conversación de con el presidente de la comunidad Koriwara	23
Figura 6. Vista frontal de la lengua glaciar y laguna formada del nevado Salluyo.	23
Figura 7. Obtención de punto GPS.....	24
Figura 9. Mapa de retroceso de cobertura glaciar del Nevado Salluyo.Influencia de la temperatura en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo (1985-2020)	28
Figura 10. Variación temporal de la temperatura mínima.	29
Figura 11. Tendencia de la temperatura mínima y superficie glaciar.	29
Figura 12. Variación temporal de la temperatura máxima.	30
Figura 13. Tendencia de la temperatura máxima y superficie glaciar.	31
Figura 14. Variación temporal de la precipitación total.	33
Figura 15. Influencia de la precipitación en la superficie glaciar.	34

RESUMEN

El estudio analizó cambios de la cobertura glaciar del nevado Salluyo en el período 1985 – 2020, dicho nevado se encuentra en el distrito de Sina, Provincia San Antonio de Putina, Región Puno. Se empleó imágenes satelitales para su análisis, test de regresión lineal y Mann Kendall para datos históricos de precipitación y temperatura. Se estimó la cobertura glaciar utilizando el método de clasificación supervisada para imágenes Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ y Landsat 8 OLI TIRS. Los resultados muestran una pérdida de cobertura glaciar, es así que, en 1985 el área total de cobertura glaciar comprendía 3.55 km² y para el año 2020 disminuyó a 2.54 km², disminuyendo en total 1.01 km². En los últimos 35 años, la cobertura glaciar del nevado Salluyo presenta una disminución del 28.45%, la precipitación y temperatura son elementos que determinan el retroceso glaciar. Del análisis de tendencia la temperatura máxima y mínima de 1985 a 1999 fue creciente positivo, para los años 2000 al 2020 la temperatura máxima y mínima no mostraron tendencia significativa; para la precipitación mostró tendencia decreciente significativa para todo el periodo de estudio. Se concluye que hay un retroceso glaciar acelerado y que la precipitación y temperatura son elementos que influyen.

Palabras clave: Landsat, glaciar, Apolobamba, nevado, Andes.

ABSTRACT

The study analyzed changes in the glacier coverage of the Salluyo snow-capped mountain in the period 1985 - 2020, located in the district of Sina, San Antonio de Putina Province, Puno Region. Satellite images were used for its analysis, linear regression test and Mann Kendall for historical data of precipitation and temperature. Glacier cover was estimated using the supervised classification method for Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI TIRS images. The results show a loss of glacier cover; thus, in 1985 the total area of glacier cover comprised 3.55 km² and by the year 2020 it decreased to 2.54 km², decreasing in total by 1.01 km². In the last 35 years, the glacier coverage of Salluyo has decreased by 28.45%, precipitation and temperature are elements that determine glacial retreat. From the trend analysis, the maximum and minimum temperature from 1985 to 1999 was positively increasing, for the years 2000 to 2020 the maximum and minimum temperature did not show a significant trend; for precipitation it showed a significant decreasing trend for the entire study period. It is concluded that there is an accelerated glacial retreat and that precipitation and temperature are influencing elements.

Keywords: Landsat, glacier, Apolobamba, snowy, Andes.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático ha causado alteraciones, enfatizando su impacto de manera desfavorable en los glaciares tropicales. El desarrollo de esto es demostrado ya que son masas susceptibles y muy buenos indicadores a los cambios del clima. (Autoridad Nacional del Agua 2014)

Para los glaciares de los Andes peruanos (trópicos externos), donde se diferencian dos estaciones: la época de precipitaciones (diciembre a marzo) y la época seca (abril a noviembre), ambas influyen sobre la ablación el cual ocurre durante el año entero y la acumulación que se da en temporada de precipitaciones; aunque las proporciones de su impacto son variables dependiendo las condiciones climatológicas (Kaser y Osmaston 2002). Frente a este hecho los glaciares se comportan como reservas de agua, las cuales regularizan durante el año su caudal y en la época húmeda las reserva para luego soltarla en la época seca. (Vignon 2002).

El 99% de los glaciares tropicales del mundo están repartidos en los Andes sudamericanos, y el 71% están localizados en las cordilleras del Perú (Kaser y Osmaston 2002). Los glaciares que se encuentran en nuestro país figuran como una enorme provisión de agua dulce en el Perú. La conformación de nuevas lagunas de origen glaciar es uno de los impactos del acelerado retroceso glaciar, adicionando el riesgo por aluviones y derrumbes, además pierde la capacidad de regulación hídrica, agravando la escasez que podría incitar un incremento en el nivel del mar, el cual incita el incremento de la temperatura y como consecuencia más radiación solar captada por la superficie de la Tierra acelerando el retroceso glaciar.

La cordillera Apolobamba es el linde de aguas entre las cuencas hidrográficas del Lago Titicaca y el Atlántico. En la cordillera Apolobamba, para el periodo de 1962 - 2016 se ha perdido 43.49 km² con respecto a 81,12 km² de la cobertura glaciar; esto de acuerdo al inventario, para el año 2016 se obtuvo una superficie de 39.63 km². (Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña 2018)

La finalidad del trabajo es, determinar la influencia de los elementos climáticos en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba entre 1985 – 2020. De lo mencionado, se plantea el problema general: ¿Cuál es la influencia de los elementos climáticos en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba entre 1985 – 2020?; y los problemas específicos: ¿Cuál es el

nivel de retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo entre 1985 – 2020?; ¿De qué manera la temperatura influye en el retroceso glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020?; ¿De qué manera la precipitación influye en el retroceso glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020?

Los glaciares son fundamentales para la existencia de la humanidad y el crecimiento de los países que se localizan en la Cordillera de Los andes. La esencial capacidad para reservar y proveer agua hace que se conviertan en reservas fundamentales para el sustento del desarrollo de actividades socioeconómicas, como también para los ecosistemas. (CAN (Climate Action Network) 2014).

El estado actual acerca del pronto retroceso de los glaciares por el Cambio Climático, requiere que se haga un monitoreo constante de glaciares; con el propósito de que se pueda ser utilizado para llevar a cabo futuros proyectos con el objetivo de preservar este recurso hídrico.

La presente investigación, aportará información actualizada sobre la situación del nevado Salluyo respecto a la pérdida de la cobertura glaciar y la influencia de los elementos climáticos, en base análisis de datos, teledetección y sistema de información geográfica (SIG). La investigación sobre glaciares es muy valiosa y útil respecto a situaciones de cambio climático, ya que la recesión glaciar implica un desequilibrio ambiental, a esto se adiciona las condiciones atmosféricas que presentan regímenes variables influyendo en la reducción y forma del glaciar.

Este estudio de investigación del periodo 1985 al 2020 está abocado a ser base para planificación, toma de decisiones para instituciones nacionales y regionales para conservar los nevados en el Perú. Así mismo servirá como referencia bibliográfica en la investigación de sobre temas de glaciares y cambio climático.

Para realizar la investigación, el objetivo general es: Analizar la influencia de los elementos climáticos en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo en la cordillera Apolobamba en el periodo 1985 – 2020; y como objetivos específicos: Estimar el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo entre 1985 – 2020; evaluar la influencia de la temperatura en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020; evaluar la influencia de la precipitación en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020. Además, se pretende confirmar la hipótesis general: Los elementos climáticos influyen de manera desfavorable en el retroceso

glaciar del nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba entre 1985 – 2020; y las hipótesis específicas: La estimación de la cobertura glaciar permitirá conocer el nivel de retroceso en el que se encuentra el nevado Salluyo. La cobertura glaciar del nevado Salluyo ha reducido en un 15% en el periodo 1985 – 2020; la temperatura influye en el retroceso glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020; la precipitación influye en el retroceso glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020.

II. MARCO TEÓRICO

(Silverio 2018), en su estudio del Nevado Coropuna y su del impacto del Cambio Climático y en el Recurso Hídrico, indica que su área de estudio se encuentra en la Cordillera Ampato, Región Arequipa, utilizo imágenes satelitales Landsat 2 MSS, 5 MSS y 5 TM para estimar la cobertura glaciar y para determinar el espesor de hielo realizo trabajos geofísicos con el PNUMA, determinó que se ha perdido el 62% de su cobertura glaciar, en 1955 contaba con 123 km y para el año 2010 con 47 km, el volumen de almacenamiento fue de 4.3146 km³ para el 2010, respecto al análisis de las precipitaciones expone que durante El Niño para los años 1982, 1983, 1991 y 1992 la precipitación fue escasa mientras que para los años 1997, 1998 fue positiva. Para el evento de La Niña la precipitación fue variable en 1988 y 1989 mientras que para los años 1998 y 2001 fue sobresaliente, para la temperatura máxima y mínima durante los eventos del niño su variación fue positiva, mientras que para el evento de La Niña la variación de la temperatura mínima fue negativa y para la temperatura máxima fue positiva.

(Diaz Aguilar et al. 2017), en su investigación realizo un análisis multitemporal para los nevados Allin Capac y Chichi Capac sobre la variación de la cobertura glaciar para el periodo 1975 al 2015, indica que, su ámbito de estudio se encuentra ubicado en la cordillera del Carabaya, Región Puno; utilizo dos métodos para calcular el área cubierta por glaciares: clasificación supervisada para Landsat 2MSS y el Normalized Difference Snow Index (NDSI) para Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI/TIRS, utilizo las imágenes satelitales de los años 1975, 1985,1995, 2005, y 2015; obtuvo los datos de altitud del ASTER GDEM y para analizar los datos climáticos usaron datos de la estación Macusani de temperatura media mensual y precipitación total mensual. Determinó que se ha perdido 35.6 km² de cobertura glaciar desde el año 1975 (52.3 km²) y para el año 2015

(16.9 km²). La cobertura glaciaria en un 35% para el año 1975 se encontraban en las cotas 4676 y 4849 msnm, en el 2015 retrocedieron las cotas a 4763 y 4970 msnm siendo la reducción del área absoluta del glaciar en un 9%. Se observó que en los años 1985 y 1995 se da un mayor retroceso, lo cual es coherente ya que en ese periodo hubo eventos climáticos como el niño moderado y muy fuerte, para los años 2005 y 2015 se equilibra la disminución de la superficie glaciaria ya que reducen los eventos climáticos. La reducción de la superficie glaciaria es de 0.89 km²/año equivalente a un 17% por década.

(Medina y Mejía 2014), en su investigación de la deglaciación de la Cordillera Parón realizó un análisis multitemporal y multifractal, su área de estudio está localizado en la Cordillera Blanca de Perú. Utilizó los métodos: ratio imagen 4/5 y el Normalized Difference Snow Index (NDSI), utilizó imágenes satelitales para cada año desde 1987 al 2011 del Landsat TM5 obtenidas del INPE. Para los años 1987 al 2011 su reducción promedio fue del 18%, el volumen glaciario tuvo un proceder variable. De los métodos usados SIG y multifractales no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los volúmenes hallados. El que mejor devela la presencia es el parámetro multifractal $\Delta\alpha$ para la ocurrencia del Niño y la Niña.

(Tarazona Coronel 2012), en su estudio sobre el retroceso glaciario del nevado Pastoruri realizó un análisis multitemporal aplicando la teledetección, indica que, su área de estudio es el Pastoruri del Parque Nacional Huascarán, utilizó la metodología Normalized Difference Snow Index (NDSI), utilizó imágenes satelitales de los años 1988, 1999 y 2011 del Landsat 5 TM obtenido del GLOVIS (USGS Global Visualization Viewer). Para el año 1988 a 1999 la regresión glaciaria fue de 184.13ha (8.33%) y para el 2011 se redujo 462.22 ha (22.8%). Para el año 2050 se estima 500 hectáreas de cubierta glaciaria.

(Autoridad Nacional del Agua 2014), elaboró el Inventario de Glaciares para el Perú. En la cual para la Cordillera Apolobamba determinó que cuenta con una longitud lineal alrededor de 40 km desde el límite de Bolivia hasta la cercanía de la cordillera Carabaya. En la cordillera Apolobamba el nevado más alto es el Sorapata ya que cuenta con 5 950 msnm. La cordillera Apolobamba tiene una superficie glaciaria de 45.25 km² y cuenta con 69 glaciares, este inventario lo realizaron en a la imagen Landsat 5 TM de agosto del

2010, del cual la cuenca Inambari tiene la mayor superficie contando una superficie de 22.64 km² que vendría a ser el 50%, seguidamente esta la cuenca Suches la cual tiene 19.67 km² que representa el 43 %, y por último con inferior área esta la cuenca Azángaro. Desde 1970 la Cordillera Apolobamba ha perdido 45.43% de superficie glaciar ya que en ese año contaba con 81,12 km²; según los datos obtenidos del inventario para el año 2010 se contaba con 44,51 km². (Hidrandina S.A., 1989).

(Inoue Velarde 2018), en su investigación sobre la subcuenca Blanco del río Santa evaluó la evolución de la cobertura glaciar de y su influencia en la disponibilidad hídrica para el periodo 1987-2016. Para lo cual utilizó el SIG y teledetección, para lo cual utilizó el Normalized Difference Snow Index (NDSI), utilizó imágenes Landsat 5TM y Landsat 8 OLI-TIRS y técnicas hidrológicas. Determinó que la superficie glaciar ha disminuido en un 23.5% en el periodo 1987 al 2016, ya que contaba en el año 1987 (37.77 km²) disminuyendo así 8.87 km² y obtuvo una tasa de regresión promedio anual de -0.35 km²/año; el volumen glaciar ha disminuido en un 30.4% lo cual corresponde a 299.1x10⁶ m³ y con una tasa de regresión promedio anual de -13.1x10⁶ m³/año. Así mismo obtuvo que la contribución hídrica promedio es de 1.78 m³/s. Estimo que para el 2050 el área glaciar reducirá en 44.7% y el volumen glaciar en 57.0% respecto a los datos encontrados en 1987, también estimó que el caudal por deshielo aproximadamente será de 1.2 m³/s.

(Serrano Chuima 2018), en su investigación de sobre el retroceso glaciar del nevado Ampay en la Subcuenca del río Sahuanay y su impacto del cambio climático, indica que, su área de estudio se encuentra en la región Abancay, para lo cual utilizó el Normalized Difference Snow Index (NDSI) utilizó imágenes Landsat, Aster y Sentinel de los años 2007 a 2017 y 1985. Determinó que la cobertura glaciar del nevado Ampay disminuyó del año 1985 al 2017 en un 57.98%, en 1985 (2.38 km²) y para el año 2017 (1.00 km²) perdiendo 1.38 km², también determinó que hay una mayor pérdida de superficie glaciar en época de ablación cuando las temperaturas máximas y mínimas son mayores y tienen tendencia de subida, determinó que cuando hay menos precipitaciones hay más reducción de volumen glaciar, por tanto para su periodo de estudio obtuvo que la pérdida

de volumen glaciar fue en un 20.57%, determinó que el impacto del cambio climático es significativo y la dinámica del glaciar depende de los componentes meteorológicos.

(Ramos Alonzo 2018), en su investigación sobre el nevado Coropuna evaluó la evolución de la cobertura glaciar y la relación con su entorno climático, indica que su área de estudio se ubica en la región Arequipa, analizó la temperatura y precipitación de 47 estaciones próximas de 1965 al 2014, también consideró índices climáticos. Utilizó imágenes satelitales para los años 1987 al 2015 del sensor Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI. Determinó mediante el método Normalized Difference Snow Index (NDSI) que la cobertura glaciar del nevado Coropuna del año 1987 al 2015 ha perdido 19.4%, en 1987 (53.49 km²) y para el 2015 (43.09 km²) perdiendo 10.39 km². también determinó un aproximado de pérdida del volumen glaciar 0.73 km³. Realizó el análisis de tendencia, para la precipitación no fue significativa; y para temperatura fue significativa y positiva. Relaciono ambas variables con los índices climáticos y obtuvo correlaciones inversas para la precipitación relacionados al ENSO y para la temperatura correlaciones directas.

(Cuadros Amanqui 2014), en su investigación sobre el nevado Ananea evaluó la evolución de la cobertura glaciar en el periodo 1985 – 2010, ubicado en el centro poblado La Rinconada, Región Puno. Uso imágenes satelitales del Landsat 5 TM de los años 1985, 1998 y 2010 obtenidas del INPE, aplicó el método Normalized Difference Snow Index (NDSI) para determinar la cobertura glaciar y el área de la laguna Rinconada; realizó el test de regresión lineal para el análisis de temperatura y precipitación. En el año 1985 el área total fue 40.96 km² y para el año 2010 disminuyó a 30.94 km², la tendencia para el 2030 será aproximadamente de 25.20 km² de cobertura glaciar, la laguna Rinconada aumenta en 0.55 km² su área superficial y las precipitaciones y temperaturas se incrementan. Los factores que determinan la rápida regresión glaciar son el incremento de la superficie de la laguna, la precipitación y temperatura.

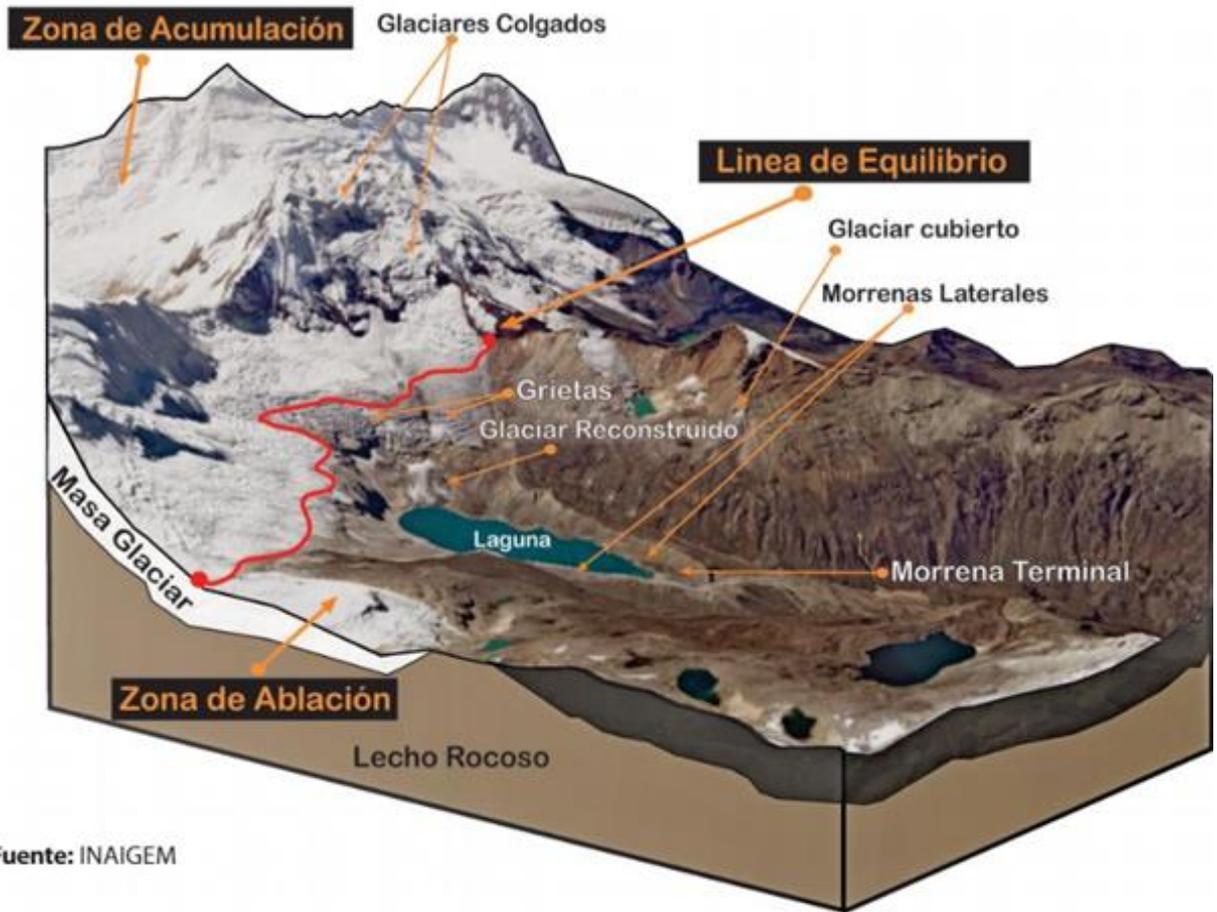
(Castillo Palma 2017), en su investigación sobre la montaña glaciar del Pastoruri evaluó su dinámica y los factores que inciden sobre ella como la temperatura y precipitación, indica que, su área de estudio es en la cordillera blanca ubicado en la región Ancash. Utilizó el SIG, para lo cual trabajó con imágenes satelitales de los años 1997, 2002, 2007, 2012, y 2016 del Landsat TM, también usó datos meteorológicos de 3 estaciones. Determinó que el glaciar Pastoruri en 1997 contaba con 237 ha y para el 2016 con 185

ha, Para los factores de temperatura y precipitación es débilmente positiva estadísticamente, para la temperatura vio una tendencia creciente mientras que para la precipitación tendencia decreciente.

Teorías relacionadas:

Glaciar: Es toda masa de hielo perpetua que está conformada por la acumulación y compactación de nieve, de cualquier magnitud y forma que desciende por su propio peso hacia bajas alturas (Lliboutry, 1956); se sabe que el 68,07% de agua dulce está en forma sólida, en el Ártico o en los glaciares, son considerados como reservorios enormemente valorados, ya que el suministro de agua congelada es crucial para la humanidad (Bórquez, 2007).

Un glaciar modifica el agua solida ya sea nieve, escarcha o granizo, convirtiéndola en hielo y la reintegra por evaporación o sublimación, también en forma de agua que se desliza por el torrente. El balance de masa glaciar se relaciona entre las mermas o ganancias de masa. Esto se da a causa de que en las partes altas del glaciar se da acumulaciones de nieve y hielo (zona de acumulación) en esta parte también brinda información de las precipitaciones solidas que se da durante un año hidrológico, por otro lado, en la parte baja se dan procesos de fusión por bastante carga el cual causa desprendimiento de las masas de hielo donde hay perdida de hielo en forma líquida (zona de ablación), la línea especulativa que divide la zona de acumulación y ablación es denominada línea de equilibrio (ELA), ver la figura 1.



Fuente: INAIGEM

Figura 1. Componentes de un glaciar.

Parámetro de clasificación	Tipo	Descripción
Morfología	Valle	Son glaciares que siguen la trayectoria de un valle preexistente, la lengua glaciare alargada.
	Montaña	Masas de hielo adheridas a las paredes rocosas, cuyo frente glaciare se encuentra alejada de los valles, distribuida generalmente en pendientes pronunciadas.
	Glaciaretos	Pequeñas masas de hielo, cuyas zonas de acumulación y ablación no son claramente detectables, este tipo de glaciare generalmente se presenta en glaciares fragmentados.
	Capa de hielo	Masa glaciare en forma de domo, cuyo flujo es en forma radial.
Temperatura	Templados	La temperatura del hielo es de 0°C. Existe agua entre la masa de hielo y una probabilidad más alta de deformación. Estos glaciares se desplazan sobre los flujos de agua líquida de la base.
	Fríos	Glaciares por debajo del punto de fusión, sin agua basal y poco aporte superficial.
Dinámica	Activos	Glaciares con movimiento rápido y evacuación de detritos.
	Pasivos	Glaciares que fluyen lentamente, lo cual dificulta la evacuación de rocas y la conformación de morrenas. Asociados a masas de hielo en retroceso
	Estáticos	Glaciares que no tienen alimentación y presentan lenta fusión del hielo. Pueden considerarse como "relictos sin movimiento".
Contenido de impurezas	Limpio	Glaciares "Blancos" con cobertura superficial característica de nieve y hielo.
	Cubiertos	Glaciares cubiertos parcial o total por restos adyacentes (detritos y/o fragmentos de rocas) erosionados en su área terminal .
	De roca	Denominados también glaciares rocosos, presentan una acumulación lenta de restos rocosos (angulares), generalmente con un patrón de cresta / surco distintivo y pendientes empinadas y laterales, cuya longitud es generalmente mayor que su ancho (en forma de lengua) existente en un valle de montaña.
Localización	Polares	Ubicados en latitudes altas o zonas polares.
	Ecuatoriales / Tropicales	Ubicados cerca de la línea ecuatorial.
	Intertropicales internos	Ubicados entre los trópicos y cercanos a la línea ecuatorial (por ejemplo, Colombia y Ecuador).
	Intertropicales externos	Ubicados entre los trópicos y alejados de la línea ecuatorial (por ejemplo, glaciares de Perú y Bolivia).

Fuente: INAIGEM, 2017 pág. 25.

Figura 2. Tipología de glaciares

Clasificación de glaciares peruanos:

Glaciares colgados: Están localizados en la parte alta de los glaciares, son bloques de hielo que han estado durante años pegados a las rocas y tienen bastante probabilidad de que se desprendan, ya sea por cambios en la temperatura o la dinámica glaciare.

Glaciares muertos: Son glaciares que han sido tapados por morrena de ablación, por lo cual ya no se nutren en la parte superior, es por esto que ya no se mueven y empiezan a perder poco a poco toda su superficie. Algunas veces queda acumulaciones de hielo dejadas y son llamadas “hielo fósil”.

Glaciares Reconstituidos: Son los que no tienen una fuente inmediata de nutrición, son conformados por la aglomeración de bloques de hielo que cayeron de los glaciares colgados. Cuando estos bloques caen y se juntan llegan a formar una nueva corriente glacial

Retroceso de la cobertura glacial: Se comprende a la subida de la línea baja de la nieve estable de las grandes montañas cada vez a más altitud, pudiendo llegar a extinguirse totalmente a causa del deshielo. (Gil, 2012 pág. 1).

La teledetección o percepción remota es una técnica que admite obtener datos de la superficie terrestre desde sensores que han sido establecidos en plataformas espaciales. Se presume que hay una interacción energética entre el sensor y la Tierra, podría ser por reflexión de la energía solar o también por un conjunto de rayos luminosos. Asimismo, este conjunto de rayos captados por el sensor sea transferidos a la superficie de la Tierra, en donde pueda ser depositado para que luego sea desarrollado en una aplicación (Chuvienco 2002). Su utilidad en recursos naturales tiene un amplio suceso ya que suministran importante información para la elaboración de planos, mapas, interpretación de superficies, planificación territorial.

Las imágenes LANDSAT están conformados por 7 u 8 bandas espectrales, las cuales aumentan sus aplicaciones al combinarse ya que crea una gama de imágenes de color. Sus resoluciones espaciales van de 120 m, 60 m, 30 m y 15 m. El primer propósito de los EE.UU. para el monitoreo de los recursos naturales fue llamado Earth Resources Technology Satellites (ERTS) y posteriormente cambiado por Landsat (LAND=tierra y SAT=satélite). De la constelación de satélites Landsat se encuentran operando el Landsat 5 y el Landsat 8, de los cuales se encargan de su funcionamiento la National Aeronautics and Space Administration (NASA) y el United States Geological Survey (USGS) esta delegada de la producción y comercialización de las imágenes. La evolución de Landsat busco atraer más información de la superficie de la Tierra, con

superior exactitud; a partir de esto surgieron mejoras para los sensores pasivos que se integraron el primero, fue el Multispectral Scanner Sensor (MSS), luego el Thematic Mapper (TM) que tiene mayor sensibilidad radiométrica y finalmente se encuentra el Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) dentro de esta constituyo las mejoras radiométricas, geométricas y espaciales, la banda espectral (pancromática) destaca entre sus mejoras técnicas con una resolución de 15 metros.

La imagen satelital es el producto adquirido de un sensor el cual capta la radiación electromagnética reflejada o emitida, el cual esta agrupado por pixeles. Este pixel es una pequeña parte que puede observarse dentro de la imagen, los cuales tendrán una localización espacial y un número digital. Cada pixel tiene un valor promedio de las cubiertas ya sean homogéneas o heterogéneas, esto de la captura del pixel en un área de la superficie que puede envolver una cubierta. (Chuvieco Salnero 1990).

La corrección atmosférica se emplea en las imágenes digitales, con el fin de excluir la radiancia y el efecto de los aerosoles que se inserta en el sensor y se observa en la imagen, esto se da por la interrelación entre el sensor y la atmósfera.

Se denomina cambio climático a la variación del clima que es imputado de forma directa o indirecta a la actividad de la humanidad la cual ha ido causando variaciones en la atmosfera y que se adiciona al cambio natural del clima que ha sido observado a lo largo del tiempo. (IPCC).

Influencia: Producir una cosa sobre otra, de manera indirecta, cierta acción o efecto que la hace cambiar o variar.

Elementos climáticos: el clima comprende un conjunto de condiciones atmosféricas, las cuales se denomina elementos climáticos, ellos son la temperatura del aire, humedad, precipitación, nubosidad, las descargas acuosas, la densidad y la movilidad del aire. (Instituto De Ciencias y Humanidades, 2015, p.173).

Los elementos climáticos: La temperatura y precipitación.

La temperatura es el nivel de energía térmica cuantificada en un rango determinado. En varios observatorios se usan termómetros de máximas para registrar las temperaturas más altas y termómetros de mínimas para las más bajas. Cuando las temperaturas máximas y mínimas de un día se suman y se divide entre dos, se obtiene la temperatura

media diaria. Las temperaturas medias diarias en un mes después de realizarse el promedio obtenemos la temperatura media mensual. Luego al hacer el promedio de las temperaturas diarias o mensuales de un año, se obtiene la temperatura media anual. Generalmente estos promedios son recopilaciones de registros durante años de observación, y son utilizados para la descripción del clima. La escala Celsius (C) es la más usada por casi todo el mundo, donde el punto de ebullición es 100°C y el punto de congelamiento es 0°C.

La precipitación se produce cuando se eleva una masa de aire saturada, las partículas aumentarán su tamaño rápidamente las cuales se unirán mediante colisiones formando gotas de lluvia. La precipitación es la fuente primordial de agua superficial, y sus mediciones es la base de la gran parte de estudios referente a la vigilancia y aprovechamiento del agua. (Aparicio, 2003).

Tipos de precipitación: La llovizna se da al elevarse una masa de aire saturada, las partículas que conformarán las nubes crecerán rápidamente logrando magnitudes entre 50 y 100 micras de diámetro, al unirse por medio colisiones logrando una magnitud de 500 micras y al llegar a la tierra ser reconoce como llovizna. La lluvia se produce cuando hay más unificación ya que acrecentará el tamaño de las gotas. La nieve se genera en las nubes como efecto de un proceso de combinación de cristales de hielo y gotas de agua subenfriadas. El descenso de cristales desarrolla núcleos que detienen gotas de agua, al pegarse la película de agua se hiela incorporándose a la estructura cristalina. Los cristales se coagulan ambos conformándose grandes copos de nieve, de esta manera descienden rápidamente de la nube. Cuando hay temperatura por debajo del punto de congelación la nieve cae en forma sólida. El granizo es otro modo de precipitación el cual consiste en grandes bolas de hielo cuya formación se da por acumulación de capas de hielo sobre un avión que vuela a través de una nube que contiene gotitas de agua subenfriadas, luego de que aumenten su tamaño las piedras de granizo de 3 a 5 cm, estas caen al suelo. (Strahaler y Strahaler 1994).

La precipitación se mide en milímetros, por hora o día y por la porción que se recoge de esta. Una vez recogido se calcula el espesor del agua juntada, el pluviómetro está construido de forma cilíndrica, este aparato requiere una frecuente vaciado a menos que disponga de mecanismos apropiados para este fin.

Los enfoques de reducción de glaciares según (INAIGEM, 2020) tiene tres enfoques: enfoque territorial, enfoque de riesgo de desastres y enfoque de cambio climático.

- El enfoque territorial se percibe el territorio como una construcción social, política y económica, dada a partir de las interrelaciones entre el sistema social y el ecosistema (sistema socioecológico), donde el resultado de esta enlace, son paisajes con peculiaridades medioambientales; involucra considerar las realidades y necesidades de la población en una unidad territorial; y hacer que las intervenciones incorporen las características ambientales, culturales, económicas, políticas y sociales, también requiere concertar con los actores ligados con la problemática de los glaciares.
- El enfoque de riesgo de desastres en las cuencas glaciares, se perciben varios que exponen a poblaciones vulnerables, los cuales están relacionados a movimientos en masa, flujos; cuya atención es de vital importancia, puesto que podrían generar grandes catástrofes, como las sucedidas en los años 1941 y 1970, en el departamento de Ancash, correspondientes a los aluviones de la laguna Palcacocha y del Pico Norte del Nevado Huascarán, los cuales dejaron grandes pérdidas, tanto de vidas humanas como pérdidas económicas; por lo cual, el Estado tiene un elevado compromiso en la gestión de riesgos de desastres, con el incentivo en la investigación de las múltiples amenazas, tanto naturales como antrópicas, lo que permitirá generar instrumentos para la gestión del territorio, con prioridad en las poblaciones más frágiles y desfavorecidas del Perú. Por ello, resulta indispensable promover la realización de estudios exhaustivos sobre el riesgo de desastres debido a amenazas múltiples y la realización de evaluaciones y mapas regionales sobre estos, que incluyan situaciones hipotéticas sobre el cambio climático; a fin de que estas sean consideradas en la gestión del territorio (INAIGEM, 2020).
- El enfoque de cambio climático; su origen se entiende como la intensificación de la variabilidad natural y la actividad del hombre para producir cambios en el sistema climático. Por ejemplo, la quema de pastizales en época de estiaje, aunque los pastos se pueden recuperar fácilmente, no es así para los bosques andinos, fauna, elementos del paisaje, así como el hollín de las quemadas es posicionado por las corrientes de vientos sobre los glaciares produciendo acelerado deshielo por dichas causas antropogénicas. Además, siguen afectando

a la atmosfera los aerosoles y los GEI en gran intensidad que se considera que estas afectan al clima.

En consecuencia, la transformación interior del sistema climático y los factores externos traen como consecuencia los cambios en el clima. La variabilidad natural es entendida por los cambios esperados en base a mecanismos físicos, químicos y biológicos respecto a un cierto periodo de tiempo (línea base). Los casos de El Niño y La Niña, que alteran el sistema climático altoandino, generando desbalance del estado usual como: disminución o aumento de precipitación y temperatura, variación en la biomasa de los ecosistemas de montañas y en la producción de los campos agrícolas. Para el contexto de cambio climático para los ecosistemas de montaña que incluye los glaciares tropicales es diferente a un contexto a un nivel costero. Los estudios sugieren que los sitios de mayor elevación en los Andes pueden experimentar un calentamiento futuro más fuerte en comparación con las elevaciones más bajas (INAIGEM, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es de tipo aplicado puesto que busca conocer para para actuar; según la fuente de datos es investigación de campo ya que se basará en observaciones y diacrónica porque se verá en largo tiempo y ver los cambios que se pueden producir.

La investigación es no experimental puesto que no se va a manipular las variables y se observara fenómenos para analizarlos. Es de tipo longitudinal ya se recopilará datos, y retrospectivo porque se hará del presente al pasado.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Influencia de elementos climáticos del periodo 1985 – 2020

Variable dependiente: Retroceso de la cobertura glaciar.

Operacionalización: (Ver anexo 1).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Se determina como el conjunto de elementos, sujetos u objetos que tienen una característica concreta en común (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). La población se encuentra en la Cordillera Apolobamba del distrito de Sina, provincia de San Antonio de Putina. El cual se ubica entre las cordilleras de los Andes Centrales y Sur del país. (ANA,2014).

Muestra

La muestra es una parte característica de la población, en la que se llevara a cabo la investigación. En la presente la muestra escogida es el nevado Salluyo de la Cordillera Apolobamba.

Muestreo

Hay dos tipos de muestreo, probabilístico y no probabilístico. En el muestreo no probabilístico encontramos el muestreo intencional el cual tiene la peculiaridad de escoger a propósito elementos.

Para la presente investigación se hizo en base al muestreo no probabilístico de tipo intencional, se seleccionó de forma directa el nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.

Técnica

Se empleo la técnica de observación directa para el recojo de datos (Fichas 1, 2 y 3). Consiste en hacer uso la percepción para la indagación de datos y resolver el problema de investigación. Se reunió los documentos, se hizo el análisis e interpretación de datos secundarios.

Instrumentos para la recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizaron 3 fichas:

Ficha 1 Recolección de datos de cobertura glaciar, en este formato se registrará las áreas obtenidas de la cubierta glaciar para el periodo 1985 – 2020.

Ficha 2 Recolección de datos de temperatura, en este formato se recolectará datos de temperatura máxima, mínima para el periodo 1985 – 2020.

Ficha 3 Recolección de datos de precipitación, en este formato se recolectará dato de precipitación total para el periodo 1985 – 2020

Validez del instrumento

La validación de los instrumentos fue efectuada por cuatro expertos, presentando un promedio de validez de 92%. Ver tabla 2. La validación de los tres instrumentos se encuentra en el anexo 3.

Tabla 1. Validación de instrumentos de recojo de datos.

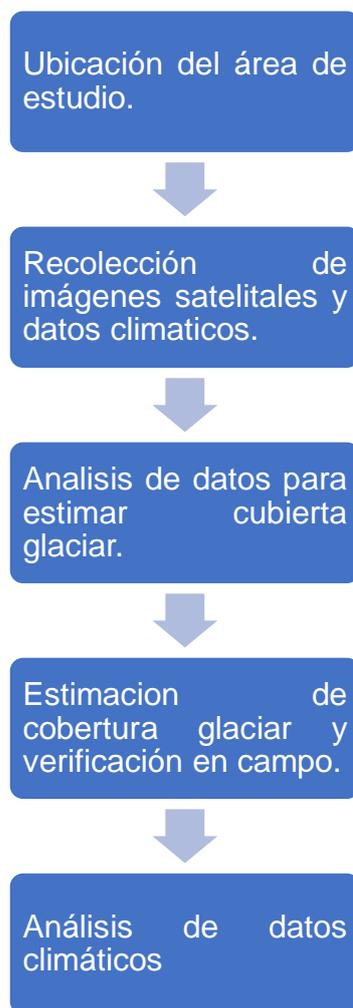
APELLIDOS Y NOMBRE	N° DE COLEGIATURA	I1	I2	I3	PROCENTAJE DE VALIDEZ	PROMEDIO DE VALIDEZ
Vilca Gómez Oscar	143174	95	95	95	95	92
Diaz Aguilar Renny	165249	90	90	95	92	
Loarte Cadenas Edwin	147936	95	95	95	95	
Cuadros Amanqui Brandon Hernán	212606	87	87	87	87	

Confiabilidad de los instrumentos

Se refiere al caso de que los resultados alcanzados con el instrumento en una determinada situación, en algunas circunstancias, deberían ser semejantes si volviéramos a cuantificar la misma cualidad en condiciones semejantes. (Kerlinger, y otros, 2002)

Para el análisis de confiabilidad se realizó el alfa de Conbrach, obteniendo como resultado 0.97 lo cual indica que los instrumentos cuentan con alta confiabilidad.

3.5. Procedimientos

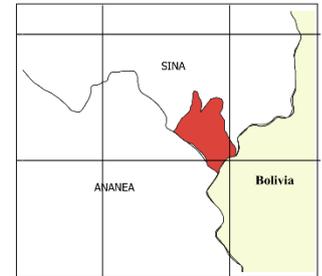
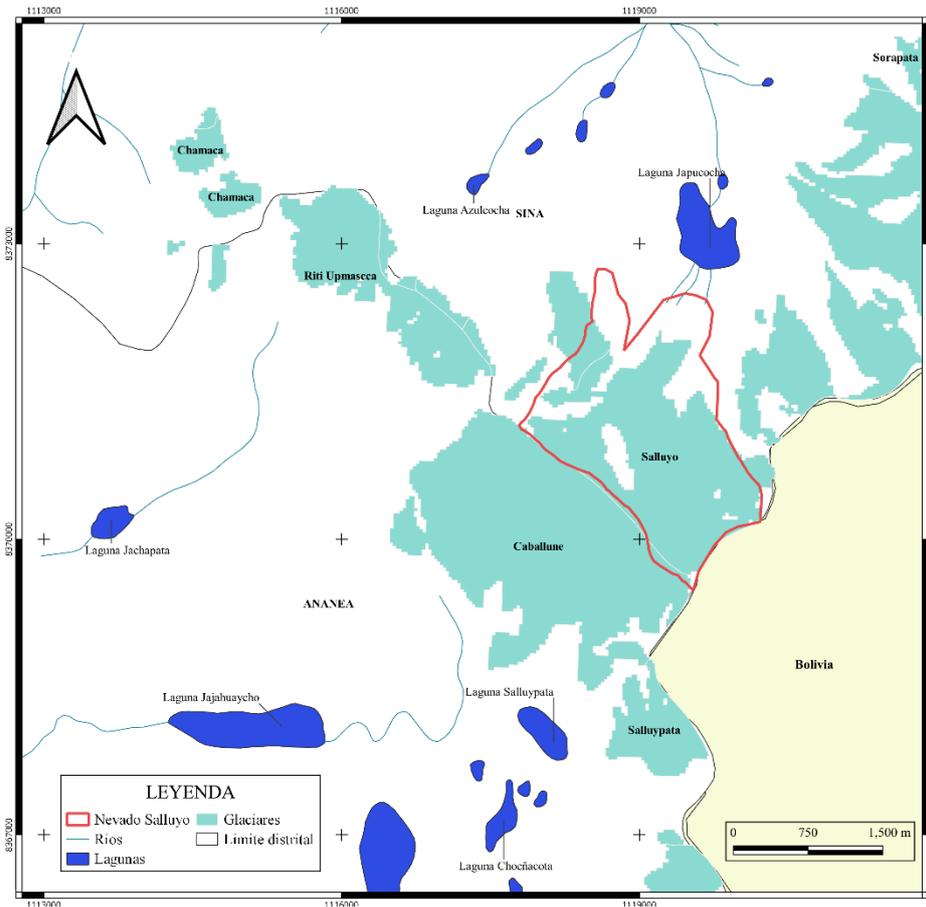


Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Fases del proceso de investigación.

Ubicación del área de estudio

En la figura 4 se muestra la ubicación del nevado Salluyo se encuentra en la Cordillera Apolobamba en el distrito de Sina, provincia de San Antonio de Putina del departamento de Puno. Se ubica en las coordenadas 14°39'19.5" S 069°15'28.7".



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL			
MAPA DE UBICACION DEL NEVADO SALLUYO			
Tesisista:	Tesis:	Asesor:	
Blak Cecilia	Reconocimiento de la cobertura glaciar del Nevado Salluyo de la cordillera Upmasko y la influencia de las fluctuaciones climáticas, en el periodo 1985-2020.	Mg. Sc. Ing. (Industria) Sotelo Alvaros	
Fuente:	Proyección:	Escala:	Formato:
Carta Nacional Geoservidor MBRAM	DATUM WGS84 ZONA 198	1:30000	A3

Fuente: Propia

Figura 4. Ubicación del área de estudio.

Recolección de Imágenes Satelitales y datos climáticos.

Se realizó la descarga de imágenes satelitales de los sensores Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ y Landsat 8 OLI TIRS, para cada año del periodo 1985 – 2020 de la plataforma del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), para esto se seleccionaron imágenes libres de nubosidad, de los meses abril a octubre. Ver tabla 2.

Se obtuvo los datos meteorológicos de temperatura y precipitación del SENAMHI de la estación Ananea para el periodo 1985 – 2020. Se usaron datos de temperatura mínima mensual y anual y máxima mensual y anual en (°C) y precipitación total mensual y anual en (mm), con un registro estable del 2002 al 2020 y para los años 1985 al 2001 se utilizó datos de (MERRA-2). Ver anexos 5, 6 y 7.

Tabla 2. Imágenes Landsat obtenidas para el estudio año por año.

AÑO	SATELITE	FECHA DE IMAGEN ADQUIRIDA	PATH/ROW	SATELITE	FECHA DE IMAGEN ADQUIRIDA	PATH/ROW
1985	LANDSAT 5 TM	18/07/1985	002/070	LANDSAT 5 TM	28/07/2003	002/070
1986	LANDSAT 5 TM	22/08/1986	002/070	LANDSAT 5 TM	22/07/2004	002/070
1987	LANDSAT 5 TM	18/03/1987	002/070	LANDSAT 5 TM	02/08/2005	002/070
1988	LANDSAT 5 TM	24/06/1988	002/070	LANDSAT 5 TM	20/07/2006	002/070
1989	LANDSAT 5 TM	10/05/1989	002/070	LANDSAT 5 TM	08/08/2007	002/070
1990	LANDSAT 5 TM	01/08/1990	002/070	LANDSAT 5 TM	26/08/2008	002/070
1991	LANDSAT 5 TM	20/08/1991	002/070	LANDSAT 7 ETM+	05/08/2009	002/070
1992	LANDSAT 5 TM	21/07/1992	002/070	LANDSAT 7 ETM+	17/09/2010	002/070
1993	LANDSAT 5 TM	22/06/1993	002/070	LANDSAT 7 ETM+	08/06/2011	002/070
1994	LANDSAT 5 TM	12/07/1994	002/070	LANDSAT 7 ETM+	09/06/2012	002/070
1995	LANDSAT 5 TM	31/08/1995	002/070	LANDSAT 8 OLI/TIRS	29/06/2013	002/070
1996	LANDSAT 5 TM	16/07/1996	002/070	LANDSAT 8 OLI/TIRS	08/06/2014	002/070
1997	LANDSAT 5 TM	05/09/1997	002/070	LANDSAT 8 OLI/TIRS	08/06/2015	002/070
1998	LANDSAT 5 TM	06/07/1998	002/070	LANDSAT 8 OLI/TIRS	23/07/2016	002/070

1999	LANDSAT 5 TM	10/08/1999	002/070	LANDSAT 8 OLI/TIRS	20/03/2017	002/070
2000	LANDSAT 5 TM	24/06/2000	002/070	LANDSAT 8 OLI/TIRS	13/07/2018	002/070
2001	LANDSAT 5 TM	22/07/2001	002/070	LANDSAT 8 OLI/TIRS	17/08/2019	002/070
2002	LANDSAT 5 TM	04/04/2002	002/070	LANDSAT 8 OLI/TIRS	31/05/2020	002/070

Análisis de datos para estimar cubierta glaciar

Se aplicó corrección atmosférica para Landsat en el software Qgis con el método DOS 1 para las imágenes que fueron seleccionadas, se realizó con el preprocesamiento con el plugin Semi - Automatic Classification Plugin (SCP) (Congedo 2016)

Terminado el proceso de corrección atmosférica se obtuvieron las bandas corregidas y se pudo apreciar mejor la cobertura glaciar del nevado Salluyo se hizo la combinación de bandas para cada sensor.

Estimación de cobertura glaciar y verificación en campo

Se generó el área de interés (ROI) para el nevado Salluyo a partir del inventario de glaciares realizado por Hidrandina donde uso datos de 1962 y 1955 para la Cordillera Apolobamba.

Para estimar la cobertura glaciar del nevado Salluyo se aplicó la Clasificación supervisada el cual usa firmas espectrales que se consiguen de cada muestra para realizar la clasificación de la imagen.

En el software Qgis se cargaron las bandas combinadas y se creó un área de entrenamiento, en el SCP dock se definieron muestras de clases y macroclases (glaciar, laguna, vegetación, suelo desnudo) se dibujó a mano mediante polígonos y se fueron guardando, luego se seleccionó el algoritmo Maximum Likelihood Preview y realizó la clasificación para determinar la cobertura glaciar.

Se realizó la verificación e identificación del nevado para validar los resultados que se obtuvo del procesamiento de imágenes satelitales.



Figura 5. Llegada a la Cordillera Apolobamba y conversación de con el presidente de la comunidad Koriwara



Figura 6. Vista frontal de la lengua glaciár y laguna formada del nevado Salluyo.



Figura 7. Obtención de punto GPS.

Análisis de elementos climáticos.

Se realizó el análisis de consistencia en Excel y el análisis de tendencia de los datos de precipitación y temperatura, se realizó con el software Trend.

Mann-Kendall (non-paramétrico)

Regresión Linear (paramétrico)

3.6. Método de análisis de datos

Los datos fueron procesados mediante Microsoft Excel a través de tablas y gráficos; se utilizó el software Trend para el análisis de tendencia.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación se viene realizando en base a los lineamientos de la Universidad Cesar Vallejo, la información que viene siendo recolectada son con fines estrictamente académicos, también se viene usando las normas ISO – 690 para citar este documento.

IV. RESULTADOS

4.1 Retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo (1985 – 2020)

La estimación del área de la cobertura glaciar del Nevado Salluyo se realizó año por año desde 1985 (año cero), a través del método Clasificación supervisada.

Tabla 3. Áreas de la cobertura glaciar del nevado Salluyo en el periodo 1985-2020.

AÑO	ÁREA COBERTURA GLACIAR (km ²)	VARIACIÓN DE AREA (km ²)	PORCENTAJE DE PERDIDA DE COBERTURA GLACIAR (%)
1985	3.55	-	100.00
1986	3.36	0.19	94.65
1987	3.41	-0.05	96.06
1988	3.46	-0.05	97.46
1989	3.52	-0.06	99.15
1990	3.50	0.02	98.59
1991	3.46	0.04	97.46
1992	3.53	-0.07	99.44
1993	3.43	0.10	96.62
1994	3.36	0.07	94.65
1995	3.25	0.11	91.55
1996	3.11	0.14	87.61
1997	3.26	-0.15	91.83
1998	3.18	0.08	89.58
1999	3.19	-0.01	89.86
2000	3.14	0.05	88.45
2001	3.33	-0.19	93.80
2002	3.35	-0.02	94.37
2003	3.33	0.02	93.80
2004	3.07	0.26	86.48
2005	3.00	0.07	84.51
2006	2.93	0.07	82.54

2007	2.92	0.01	82.25
2008	2.92	0.00	82.25
2009	2.83	0.09	79.72
2010	2.58	0.25	72.68
2011	3.00	-0.42	84.51
2012	2.95	0.05	83.10
2013	2.85	0.10	80.28
2014	2.88	-0.03	81.13
2015	2.80	0.08	78.87
2016	2.48	0.32	69.86
2017	2.61	-0.13	73.52
2018	2.71	-0.10	76.34
2019	2.60	0.11	73.24
2020	2.54	0.06	71.55
VARIACION DEL AREA	-	1.01	28.45

Fuente: Propia.

En la Cordillera de Apolobamba el área de la cobertura glaciar del nevado Salluyo en 1985 era de 3.55 km², este se redujo a 2.54 km² para el año 2020, los datos se muestran en la Tabla 3.

La cobertura glaciar del nevado Salluyo obtenida se relacionó con sus respectivos años, se hizo el test de regresión lineal de lo cual se obtuvo tendencia decreciente significativa ($\alpha < 0.05$), tal como se muestra en la figura 8. Del análisis de tendencia de Mann Kendall los datos presentaron tendencia significativa ($\alpha < 0.01$) presenta tendencia decreciente. Ver anexo 9.

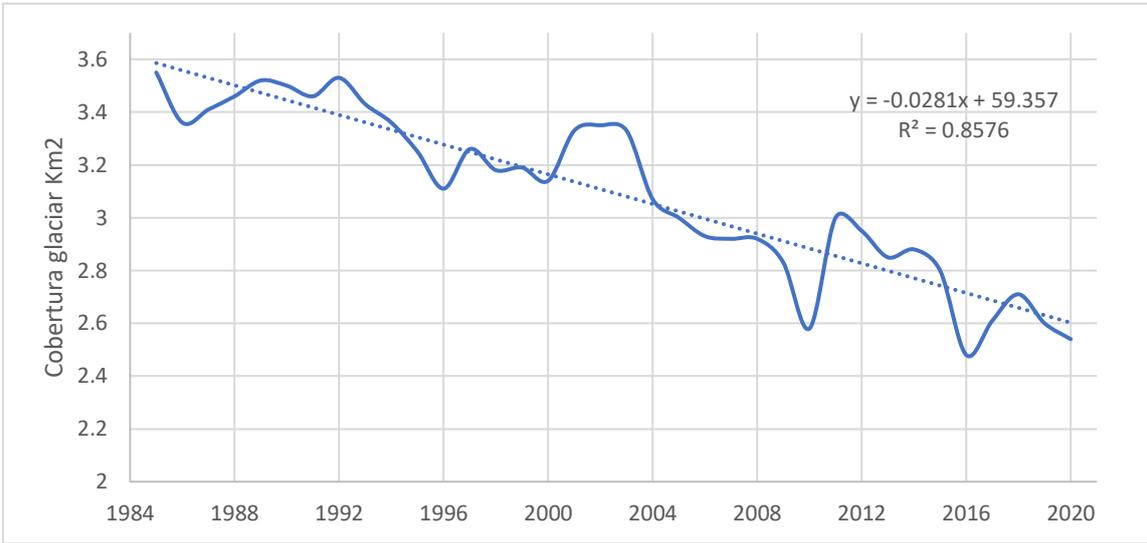
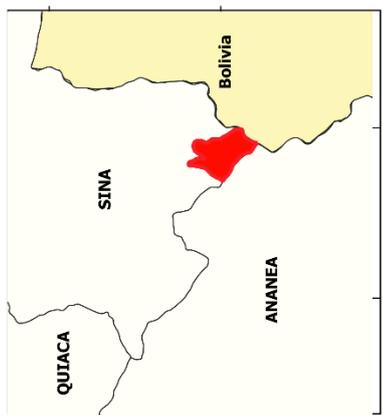
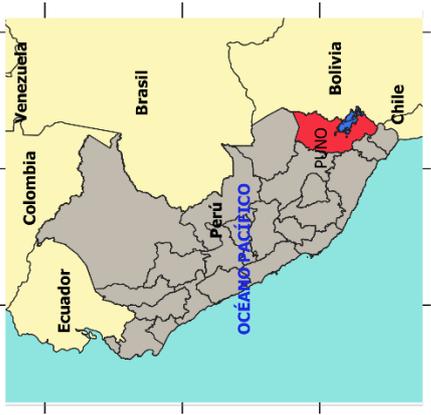
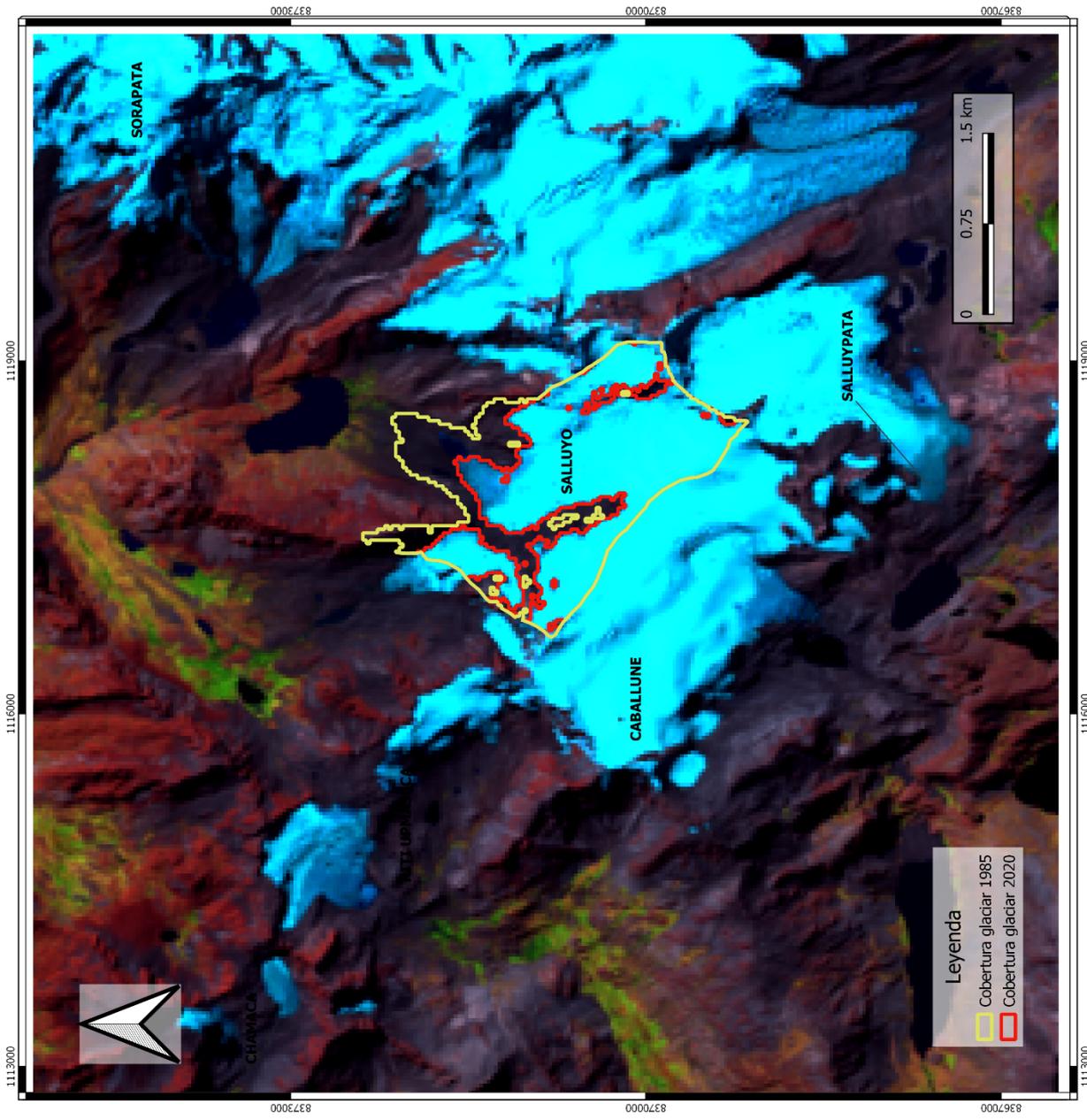


Figura 8. Evolución de la cobertura glaciar del nevado Salluyo.



 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL			
Mapa de retroceso de cobertura glaciar del Nevado Salluyo.			
Tesis: Bash, Cecilia Baye Isabel Karen	Tesis: Retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba y la influencia de los elementos climáticos, en el periodo 1985-2020.	Asesor: Mg. Sc. Ing. Haroldé Sotelo Alvarado	Formato: A3
Fuente: Carta Nacional Conservador MINAM	Proyección: DATUM WGS84 ZONA 19S	Escala: 1:30000	Formato: A3

Fuente: Propia.

Figura 9. Mapa de retroceso de cobertura glaciar del Nevado Salluyo.

4.2 Influencia de la temperatura en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo (1985-2020)

En la figura 10 se observa las temperaturas mínimas registradas durante el periodo 1985-2020 de la estación Ananea y en el anexo 9 los datos de temperatura mínima para el periodo 1985 – 2020.

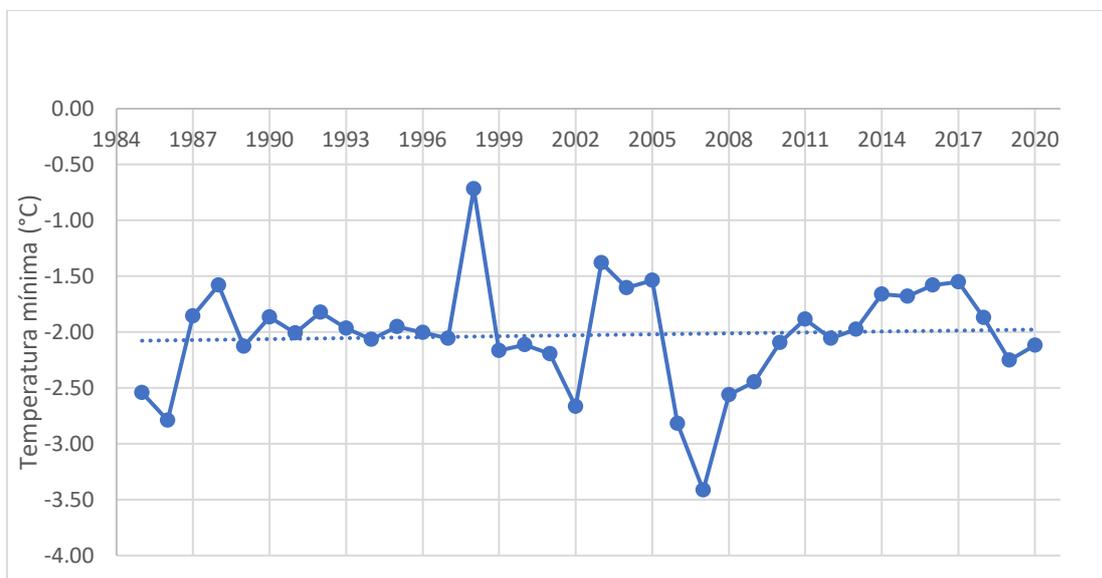


Figura 10. Variación temporal de la temperatura mínima.

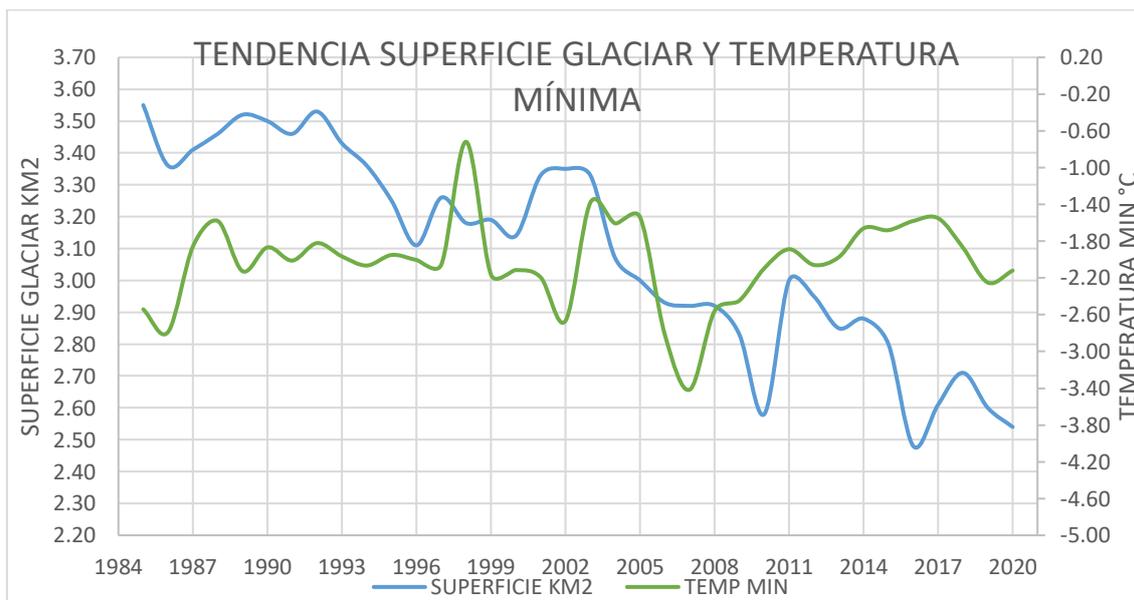


Figura 11. Tendencia de la temperatura mínima y superficie glaciar.

En la figura 11 se observa que en el año 1988 disminuye a $-1.58\text{ }^{\circ}\text{C}$, del año 1989 a 1997 se mantiene casi constante en un rango -2.13 a $-2.05\text{ }^{\circ}\text{C}$, en 1998 disminuye a $-0.72\text{ }^{\circ}\text{C}$ siendo el valor máximo, en los años 1999 al 2001 aumenta y se mantiene entre -2.16 y -

2.19 °C, en el 2002 aumenta a -2.67 °C y se observa una recuperación glaciaria en 0.21 km², para los años 2003 al 2005 disminuye y se mantiene entre -1.38 y -1.54 °C, en el 2007 aumenta hasta llegar a un valor mínimo de -3.42 °C, del 2008 al 2017 va disminuyendo progresivamente de -2.56 a -1.55 °C, del 2017 al 2020 aumenta ligeramente entre -1.87 y -2.12 °C.

Se realizó el análisis de tendencia de regresión lineal y Mann Kendall para el periodo (1985 – 1999), con Mann-Kendall los datos no mostraron una tendencia significativa ($\alpha = 0.10$); en la regresión lineal mostró una tendencia creciente significativa ($\alpha < 0.1$). De igual manera se realizó para el periodo (2000 -2020) para lo cual ambas pruebas estadísticas no muestran una tendencia significativa ($\alpha = 0.10$). Ver anexo 5.

Temperatura máxima

En la figura 12 se observan las temperaturas máximas registradas en el periodo 1985 – 2020 y los datos registrados mensualmente por año, ver anexo 10.

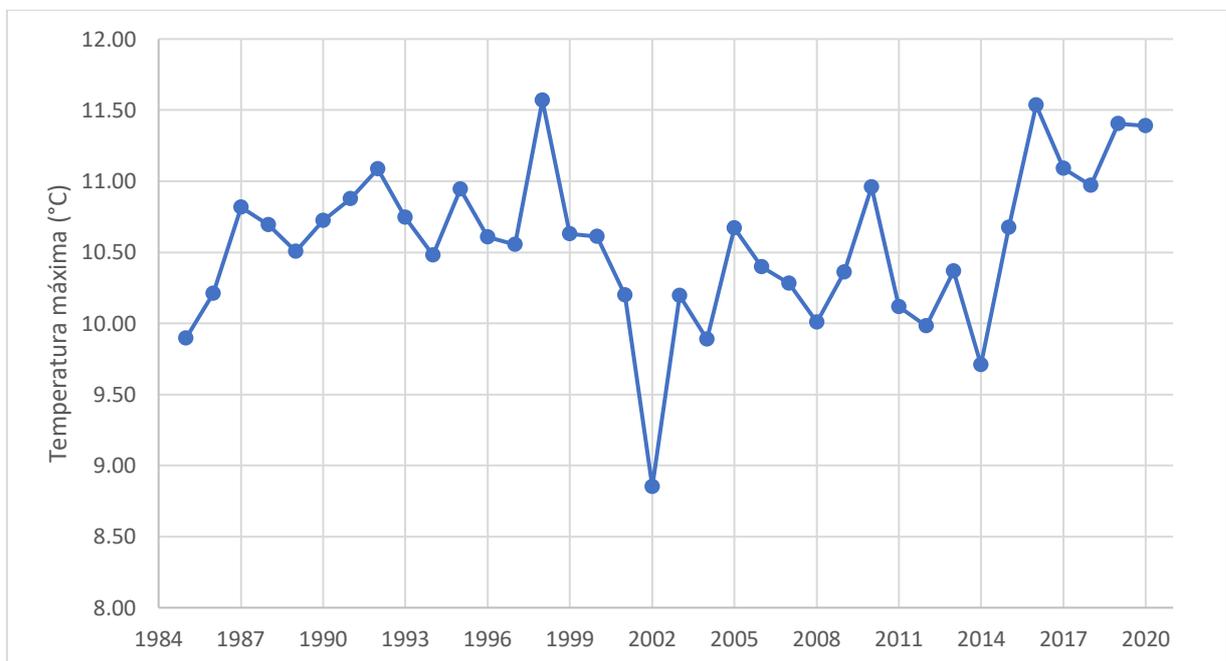


Figura 12. Variación temporal de la temperatura máxima.

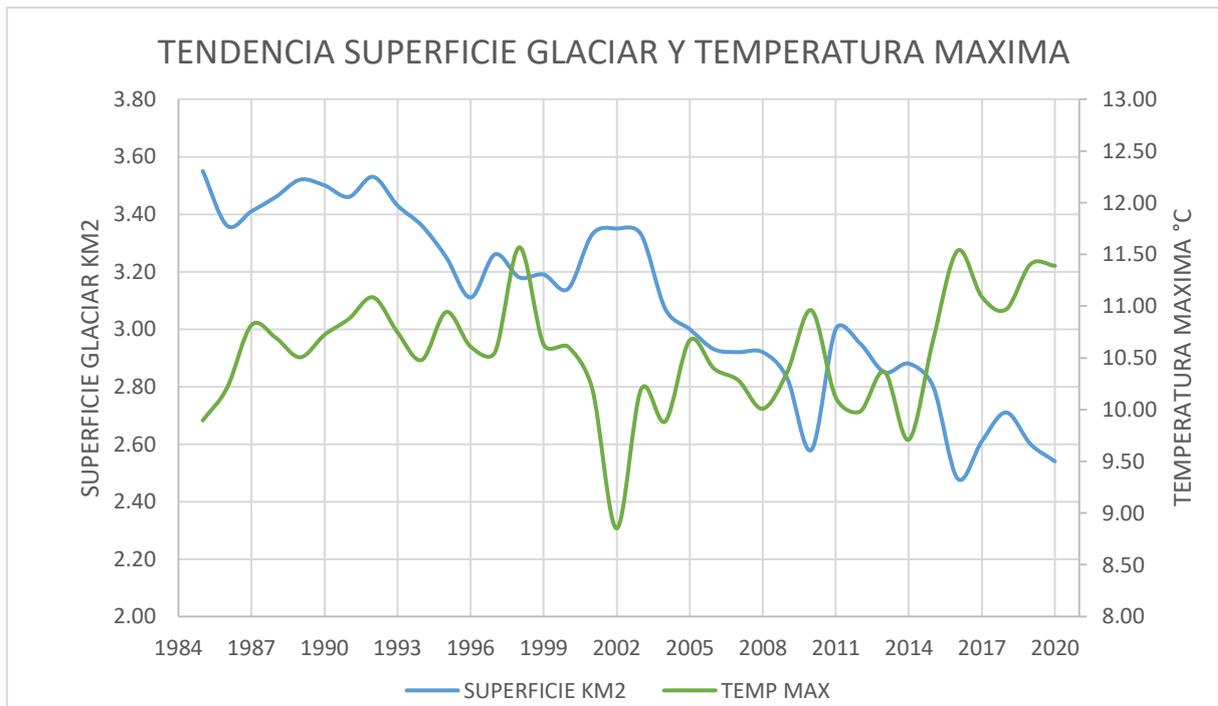


Figura 13. Tendencia de la temperatura máxima y superficie glaciar.

En la figura 13 se observa que para el año 1998 la temperatura máxima aumenta a 11.57 °C y se ve una reducción de la cobertura glaciar a 3.18 km², mientras que para los años 2001-2003 se ve una disminución de la temperatura siendo el punto más bajo 8.85 °C y se ve la recuperación del nevado a 3.33 km², para el año 2010 se ve el aumento de la temperatura a 10.96 °C y un disminución de cobertura glaciar a 2.58 km², para el año 2016 se observa aumento de temperatura 11.54 °C y disminución glaciar a 2.48 km², en 2018 la temperatura disminuyó a 10.97 y se ve una recuperación del glaciar a 2.71 km², en 2020 vuelve a subir a 11.39 °C y el área glaciar disminuyo 2.54 km².

Se realizó el análisis de tendencia de regresión lineal y Mann Kendall para el periodo (1985 – 1999), con ambas pruebas estadísticas los datos mostraron una tendencia creciente significativa ($\alpha < 0.05$). De igual manera se realizó para el periodo (2000 -2020) para lo cual ambas pruebas estadísticas no muestran una tendencia significativa ($\alpha = 0.10$). ver anexo 6.

Tabla 4. Resultados de temperatura máxima y mínima y el área del nevado Salluyo.

AÑO	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	VARIACIÓN DE AREA (km ²)
1985	-2.54	9.90	3.55
1986	-2.79	10.21	3.36
1987	-1.86	10.82	3.41
1988	-1.58	10.69	3.46
1989	-2.13	10.51	3.52
1990	-1.87	10.72	3.50
1991	-2.01	10.88	3.46
1992	-1.82	11.09	3.53
1993	-1.97	10.75	3.43
1994	-2.06	10.48	3.36
1995	-1.95	10.94	3.25
1996	-2.00	10.61	3.11
1997	-2.05	10.55	3.26
1998	-0.72	11.57	3.18
1999	-2.16	10.63	3.19
2000	-2.11	10.61	3.14
2001	-2.19	10.20	3.33
2002	-2.67	8.85	3.35
2003	-1.38	10.19	3.33
2004	-1.61	9.89	3.07
2005	-1.54	10.67	3.00
2006	-2.82	10.40	2.93
2007	-3.42	10.28	2.92
2008	-2.56	10.01	2.92
2009	-2.45	10.36	2.83
2010	-2.10	10.96	2.58
2011	-1.89	10.12	3.00
2012	-2.06	9.98	2.95
2013	-1.97	10.37	2.85

2014	-1.66	9.71	2.88
2015	-1.68	10.68	2.80
2016	-1.58	11.54	2.48
2017	-1.55	11.09	2.61
2018	-1.87	10.97	2.71
2019	-2.25	11.41	2.60
2020	-2.12	11.39	2.54

4.3 Influencia de la precipitación en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo (1985-2020)

En la figura 14 se aprecia los datos de precipitación obtenidos de la estación Ananea para el periodo 1985 -2020. En el anexo 10 se presenta los datos.

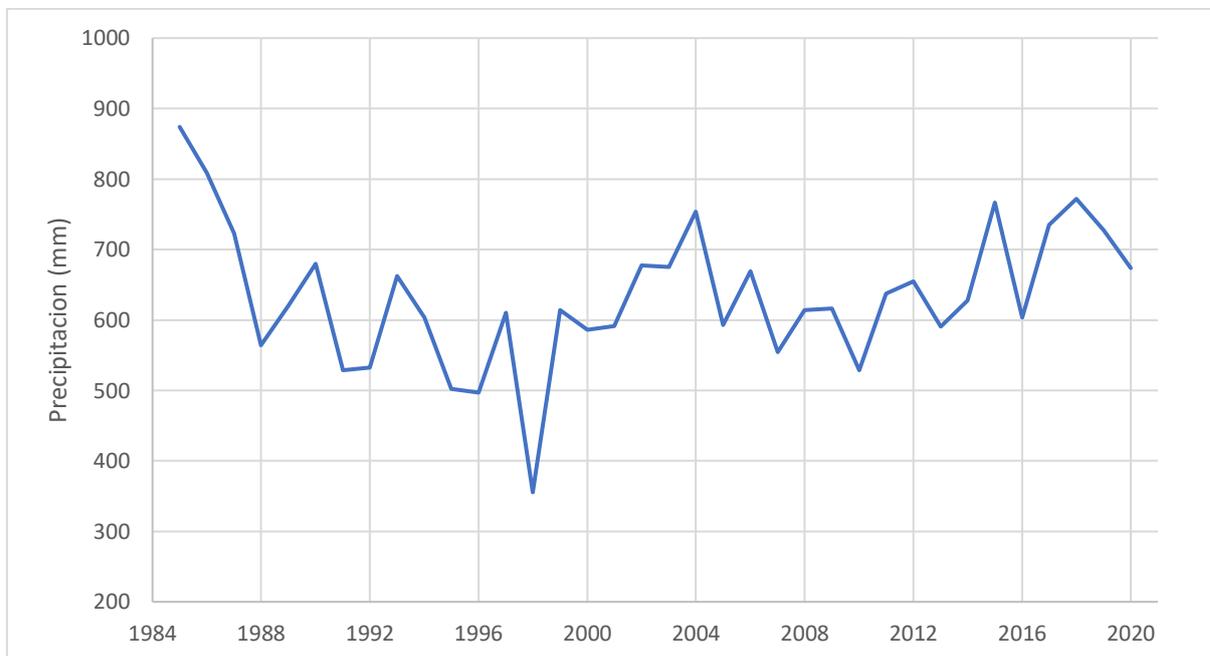


Figura 14. Variación temporal de la precipitación total.

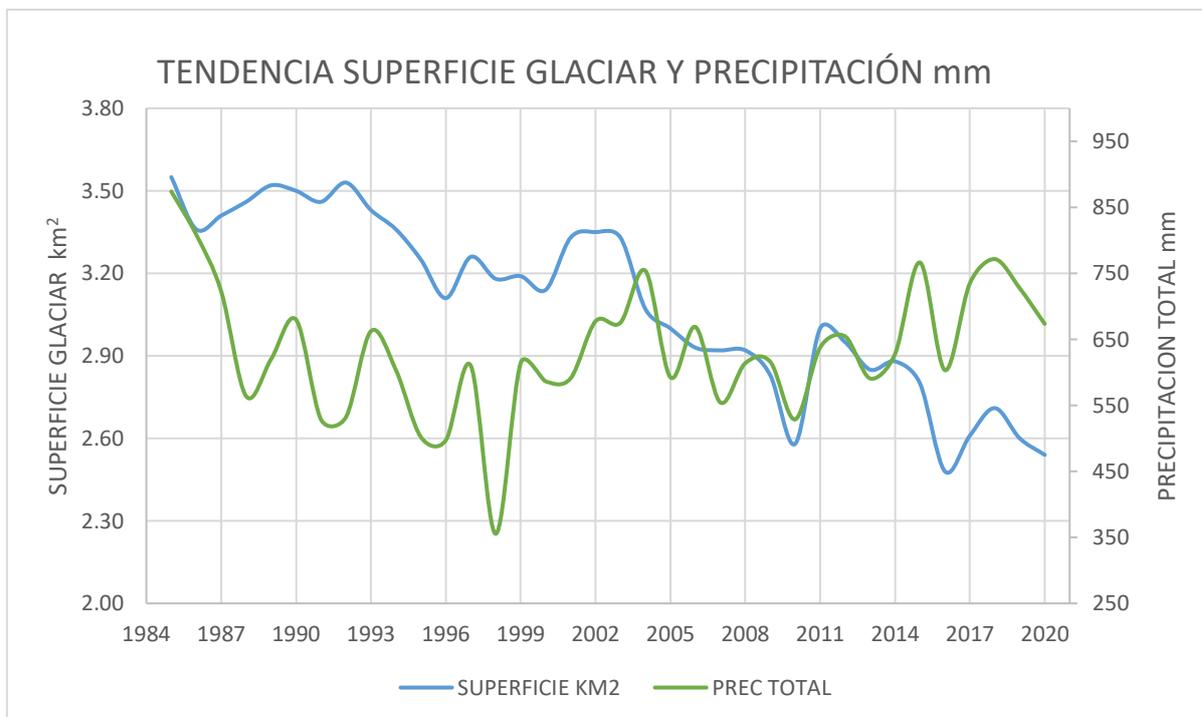


Figura 15. Influencia de la precipitación en la superficie glaciar.

En la figura 15 la precipitación ha ido variando entre subidas y bajadas para todo el periodo de estudio, siendo la precipitación más alta en el año 1985 con 874 mm y la precipitación más baja en 1998 con 355.41 mm, para los años 2001 al 2003 hubo un ligero incremento en las precipitaciones entre 591.01 y 675.37mm y se recupera cubierta glaciar de 3.14 a 3.33 km².

Se realizó el análisis de tendencia de regresión lineal y Mann Kendall para el periodo (1985 – 1999), con ambas pruebas estadísticas los datos mostraron una tendencia decreciente significativa ($\alpha < 0.01$). De igual manera se realizó para el periodo (2000 - 2020) para lo cual con Mann Kendall no muestra tendencia significativa ($\alpha = 0.10$), y para regresión lineal muestra tendencia decreciente significativa ($\alpha < 0.01$), ver anexo 7.

V. DISCUSIÓN

5.1 Disminución de la cobertura glaciar en el nevado Salluyo

La cobertura glaciar del nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba ha ido disminuyendo en el tiempo, perdiéndose el 28.4 % en 35 años de cobertura glaciar entre 1985 (3.55 km²) y 2020 (2.54 km²) perdiendo 1.01 km², coincidiendo con la investigación de (Diaz Aguilar, 2017) donde encuentra que la cobertura glaciar de los nevados Chichi Capac y Allincapac de la cordillera Carabaya disminuyó de 1975 al año 2015 en un 67%, en 1975

(52.3 km²) y en el 2015 (16.9 km²) perdiendo 35.6 km²; de la misma manera con el estudio de (Serrano Chuima, 2018), en su investigación determina que la cobertura glaciar del nevado Ampay disminuyó del año 1985 al 2017 en un 57.98%, en 1985 (2.38 km²) y para el año 2017 (1.00 km²) perdiendo 1.38 km²; finalmente en el estudio de (Ramos Alonzo, 2018) determina que la cobertura glaciar del nevado Coropuna del año 1987 al 2015 ha perdido 19.4%, en 1987 (53.49 km²) y para el 2015 (43.09 km²) perdiendo 10.39 km². Todos los estudios mencionados fueron realizados para determinar la cobertura glaciar a través de imágenes satelitales.

5.2 Influencia de la temperatura en el retroceso glaciar

Las pruebas estadísticas para la temperatura máxima y mínima para los años 1985 – 1999 mostró tendencia creciente significativa ($\alpha < 0.1$) lo cual quiere decir que al aumentar la temperatura máxima y mínima es más rápido es el retroceso glaciar; para los años 2000 -2020 ambas pruebas estadísticas no muestran una tendencia significativa ($\alpha = 0.10$), coincidiendo con la investigación (Diaz Aguilar, 2017) determinó que la temperatura del aire para el periodo 1980 -1999 tiene tendencia significativa ($\alpha < 0.05$) y observa que un rápido retroceso glaciar y para el periodo 2000 – 2015 no muestra tendencia significativa ($\alpha = 0.10$) lo cual relaciona con una menor pérdida de área glaciar; en la investigación de (Serrano Chuima, 2018) determinó que hay una mayor pérdida de superficie glaciar en temporadas de ablación cuando las temperaturas máximas y mínimas son mayores y tienen tendencia ascendente de 1985 – 2017. Por último, en el estudio de (Ramos Alonzo, 2018) determinó que los valores de temperatura mínima y máxima tuvieron un aumento en los valores de la mayoría de estaciones analizadas.

5.3 Influencia de la precipitación en el retroceso glaciar

Del análisis de tendencia para precipitación para los años 1985 – 1999, con ambas pruebas estadísticas los datos mostraron una tendencia decreciente significativa ($\alpha < 0.01$), al haber disminución de precipitación se relaciona con la pérdida de cobertura glaciar; para los años 2000 - 2020 no mostró tendencia significativa ($\alpha = 0.10$), por el contrario en el estudio de (Diaz Aguilar, 2017) determinó que hay un incremento desde el año 2000 al 2015 lo cual lo relaciona con una menor pérdida de cobertura glaciar. Para (Serrano Chuima, 2018) determinó que hay una mayor pérdida de volumen glaciar cuando las precipitaciones son escasas de 1985 ha ido decreciendo la tendencia de

precipitación hasta el año 2012, y de ahí en adelante el volumen glaciar fue aumentando a medida que aumentaba las precipitaciones. Por último, para (Ramos Alonzo, 2018) determinó que en casi todas las estaciones analizadas no encuentra tendencias significativas por lo que concluye que no hay variación significativa en la precipitación

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que hay un acelerado retroceso glaciar del nevado Salluyo, ya que perdió el 28.4% de su cobertura glaciar en 35 años, 1985 (3.55km²) y 2020 (2.54km²) con una tendencia decreciente significativa. Debido al acelerado retroceso glaciar se formó una laguna de origen glaciar.

Si existe influencia de la temperatura máxima y mínima ya que para los años 1985 – 1999 se tiene una tendencia creciente, lo que nos permite afirmar que a mayor temperatura mínima y máxima es mayor el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo. Para los años 2000 – 2020 no hubo tendencia.

Si existe influencia de las precipitaciones ya que presentaron una tendencia decreciente para el periodo 1985 – 1999, lo que nos permite afirmar que a menos precipitación mayor retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo. Para los años 2000 – 2020 no hubo tendencia.

VII. RECOMENDACIONES

Los datos climáticos se han tomado de una estación próxima al nevado Salluyo, mediante esto se ha logrado ver la influencia de los elementos climáticos, sin embargo, se recomienda la implementación de Estaciones Meteorológicas Automáticas Móviles para monitorear y alcanzar resultados certeros y actualizados.

Para futuras investigaciones es importante considerar otros elementos climáticos adicionales a la temperatura y precipitación tales como la humedad relativa, radiación solar y viento, ya que todos estos elementos ayudarían a un mejor análisis del retroceso glaciar.

También es importante considerar los indicadores climáticos como el Índice Oceánico del Niño.

Investigar en diferentes temporadas como ablación y acumulación.

Es importante realizar investigaciones en la Cordillera Apolobamba a fin de tener información de cobertura glaciar, volumen glaciar.

REFERENCIAS

- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, 2014. *Inventario de Glaciares en el Perú* [en línea]. 2014. Huaraz: s.n. Disponible en: http://ponce.sdsu.edu/INVENTARIO_GLACIARES_ANA.pdf.
- CAN (CLIMATE ACTION NETWORK), 2014. Glaciares Andinos: La necesidad de una agenda transversal. *Climate Action Network*, pp. 27.
- CASTILLO PALMA, E., 2017. "Factores ambientales de temperatura y precipitación que inciden en la dinámica de la montaña glaciar Pastoruri". S.l.: s.n.
- CHUVIECO, E., 2002. *Teledeteccion ambiental*. 2002. S.l.: s.n.
- CHUVIECO SALNERO, E., 1990. *Fundamentos de teledeteccion espacial*. S.l.: s.n. ISBN 8432126802.
- CONGEDO, L., 2016. *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation Release 4.8.0.1* [en línea]. 2016. S.l.: s.n. Disponible en: <https://media.readthedocs.org/pdf/semiautomaticclassificationmanual-v4/latest/semiautomaticclassificationmanual-v4.pdf>.
- CUADROS AMANQUI, B., 2014. Evolucion de la cobertura glaciar del Nevado Ananea entre 1985 - 2010. *Investigacion Andina*, vol. 14, pp. 11.
- DIAZ AGUILAR, R., LARICO, SÁNCHEZ, V., LAURA, E.L. y LAURA, A.L., 2017. Multi-temporal analysis between 1975 and 2015 on changes in glacier coverage in the snowy. *Journal of Hygh Andean Research*, vol. 19, pp. 265-274.
- INOUE VELARDE, J.H., 2018. 1 | *Página*. S.l.: Universidad Nacional federico Villareal.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA, 2018. *Inventario nacional de glaciares* [en línea]. 2018. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796. Disponible en: www.inaigem.gob.pe.
- KASER, G. y OSMASTON, H., 2002. *Tropical glaciers*. S.l.: UNESCO 2002. ISBN 0 521 63333 8.

- MEDINA, G. y MEJÍA, A., 2014. Análisis Multitemporal Y Multifractal De La Deglaciación De La Cordillera Parón En Los Andes De Perú. *Ecología Aplicada*, vol. 13, no. 1-2, pp. 35. ISSN 1726-2216. DOI 10.21704/rea.v13i1-2.452.
- RAMOS ALONZO, R.B., 2018. *Evolución de la cobertura glaciar del nevado Coropuna y su relación con el entorno climático* [en línea]. S.l.: Universidad Agraria La Molina. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3321>.
- SERRANO CHUIMA, M. rosa, 2018. *IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RETROCESO GLACIAR DE LA SUBCUENCA DEL RIO SAHUANAY, PROVINCIA DE ABANCAY EN EL 2017*. S.l.: Universidad Cesar Vallejo.
- SILVERIO, W., 2018. Impacto del Cambio Climático en el Nevado Coropuna (Cordillera Ampato, Arequipa, Perú) y en el Recurso Hídrico. *Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña*, no. 4. DOI 10.36580/rgem.i4.43-56.
- STRAHALER, A.N. y STRAHALER, A.H., 1994. *Geografía física*. Modern Phy. Barcelona: s.n. ISBN 8428208476.
- TARAZONA CORONEL, Y., 2012. *Aplicación de la Teledetección para el análisis Multitemporal del retroceso glaciar en el Nevado Pastoruri* [en línea]. 2012. S.l.: s.n. Disponible en: <https://teledeteccionsigcartografia.files.wordpress.com/2012/11/retroceso-del-nevado-pastoruri1.pdf>.
- VIGNON, F., 2002. Glaciares y recursos hidricos en el valle alto del rio Santa. , no. January 2002, pp. 63.

ANEXOS

ANEXO 1. Operacionalización de variables.

Retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba y la influencia de los elementos climáticos, en el período 1985-2020.					
INDEPENDIENTE					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Influencia de elementos climáticos del periodo 1985 - 2020	<p>Influencia: Producir una cosa sobre otra, de manera indirecta, cierta acción o efecto que la hace cambiar o variar.</p> <p>Elementos climáticos: el clima comprende un conjunto de condiciones atmosféricas, las cuales se denomina elementos climáticos, ellos son la temperatura del aire, humedad, precipitación, nubosidad, las descargas acuosas, la densidad y la movilidad del aire.</p> <p>Para el estudio se considerará la temperatura y precipitación: La temperatura es el nivel de energía térmica cuantificada en una escala determinada. (Cortéz, y otros, 2011 pág. 30). La precipitación se produce cuando se eleva una masa de aire saturada, las partículas aumentarán su tamaño rápidamente las cuales se unirán mediante colisiones formando gotas de lluvia. La precipitación es la fuente primordial de agua superficial, y sus mediciones es la base de la gran parte de estudios referente a la vigilancia y aprovechamiento del agua. (Aparicio, 2003).</p>	Se tomarán datos históricos de la estación Ananea, San Antonio de Putina, Puno. Se tomará datos para el periodo 1985 – 2020, de precipitación máxima y mínima de forma mensual, también para la temperatura máxima y mínima de forma mensual; y luego ver la tendencia y analizar su influencia en el glaciar.	Temperatura	Máxima	°C
				Mínima	°C
				Mensual	°C
				Anual	°C
			Precipitación	Mensual	mm
				Anual	mm
DEPENDIENTE					
Retroceso de la cobertura glaciar	<p>El retroceso glaciar se denomina a la pérdida de masa glaciar. Cobertura glaciar: Es un espacio definido cubierto por masas de hielo generalmente están ubicados en partes altas de las cordilleras ya que tienen temperaturas inferiores a 0°C (Tejada, B., 2010). Retroceso de la cobertura glaciar: Se comprende a la subida de la línea baja de la nieve estable de las grandes montañas cada vez a más altitud, pudiendo llegar a extinguirse totalmente a causa del deshielo. (Gil, 2012 pág. 1).</p>	Se tomará como año base el 1985 para procesar las imágenes satelitales y ver la reducción de la cobertura glaciar al año 2020. También se realizará salida a campo para verificar la clasificación supervisada.	Cobertura glaciar	Área	km ²

ANEXO 2. Matriz de consistencia.

Retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba y la influencia de los elementos climáticos, en el período 1985-2020.					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es la influencia de los elementos climáticos en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba entre 1985 – 2020</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Analizar la influencia de los elementos climáticos en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo en la cordillera Apolobamba en el periodo 1985 – 2020</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Los elementos climáticos influyen de manera desfavorable en el retroceso glaciar del nevado Salluyo de la cordillera Apolobamba entre 1985 – 2020.</p>	<p>Independiente</p> <p>Influencia de elementos climáticos del periodo 1985 – 2020</p>	<p>Temperatura</p> <p>Precipitación</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Aplicada de enfoque cuantitativo.</p> <p>DISEÑO: No experimental</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA:</p> <p>Nevado Salluyo.</p> <p>TÉCNICA:</p> <p>Observación.</p> <p>INSTRUMENTOS:</p> <p>Ficha de datos.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cuál es el nivel de retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo entre 1985 – 2020?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Estimar el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo entre 1985 – 2020</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>La cobertura glaciar del nevado Salluyo ha reducido en un 15% en el periodo 1985 – 2020.</p>	<p>Dependiente</p> <p>Retroceso de la cobertura glaciar.</p>	<p>Cobertura glaciar</p>	
<p>¿De qué manera la temperatura influye en el retroceso glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020?</p>	<p>Evaluar la influencia de la temperatura en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020</p>	<p>La temperatura influye en el retroceso glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020.</p>			
<p>¿De qué manera la precipitación influye en el retroceso glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020?</p>	<p>Evaluar la influencia de la precipitación en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020.</p>	<p>La precipitación influye en el retroceso glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020.</p>			

ANEXO 3. Instrumento de recojo de datos.

Ficha 1. Recolección de datos de cobertura glaciar.

RETROCESO DE LA COBERTURA GLACIAR DEL NEVADO SALLUYO DE LA CORDILLERA APOLOBAMBA Y LA INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS, EN EL PERÍODO 1985-2020.			
INVESTIGADOR	Ccallata Taype Isabel Karen		
OBJETIVO	Estimar el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo entre 1985 – 2020		
AMBITO	Nevado Salluyo		
UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	PUNO	SAN ANTONIO DE PUTINA	ANANEA
	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
PERIODO DE ANÁLISIS:	1985-2020		
AÑO	SATELITE	FECHA DE IMAGEN ADQUIRIDA	AREA (KM2)
1985			
1986			
1987			
1988			
1989			
1990			
1991			
1992			
1993			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998			
1999			

2000			
2001			
2002			
2003			
2004			
2005			
2006			
2007			
2008			
2009			
2010			
2011			
2012			
2013			
2014			
2015			
2016			
2017			
2018			
2019			
2020			



Firmado digitalmente por VILCA
GOMEZ Oscar Dante FAU
20600404262 soft
Motivo: Day V° B°
Fecha: 05.02.2021 09:57:43 -05:00

**KENNY DANIEL
DIAZ AGUILAR**
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 165249

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares
y Ecosistemas de Montaña - INAIGEM

Edwin Anibal Loarte Cadenas
Especialista en Hidrología y Glaciología

Erickson Herman Cadenas Amador
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
CIP 212608

Ficha 2. Recolección de datos de temperatura.

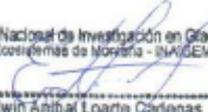
RETROCESO DE LA COBERTURA GLACIAR DEL NEVADO SALLUYO DE LA CORDILLERA APOLOBAMBA Y LA INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS, EN EL PERÍODO 1985-2020.			
INVESTIGADOR:	Ccallata Taype Isabel Karen		
OBJETIVO:	Evaluar la influencia de la temperatura en el retroceso de la cobertura glaciaria del nevado Salluyo entre 1985-2020.		
AMBITO:	Nevado Salluyo		
UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	PUNO	SAN ANTONIO DE PUTINA	ANANEA
	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
COORDENADAS:		ALTITUD:	
PERIODO DE ANALISIS:	1985 - 2020		
AÑO	MAXIMO	MINIMO	ANUAL
1985			
1986			
1987			
1988			
1989			
1990			
1991			
1992			
1993			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998			
1999			
2000			

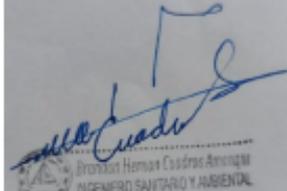
2001			
2002			
2003			
2004			
2005			
2006			
2007			
2008			
2009			
2010			
2011			
2012			
2013			
2014			
2015			
2016			
2017			
2018			
2019			
2020			



Firmado digitalmente por VILCA
 GOMEZ Oscar Dante FAU
 20600404262 soft
 Motivo: Doy V° B°
 Fecha: 05.02.2021 09:57:43 -05:00


 KENNY DANIEL
 DIAZ AGUILAR
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 165249

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares
 y Ecosistemas de Montaña - INAGEM

 Edwin Amílcar Loarte Cadenas
 Especialista en Hidrología y Glaciología


 Jonathan Hernán Cordero Arce
 INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
 CIP 212606

Ficha N 3. Recolección de datos de precipitación.

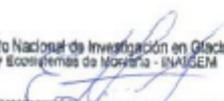
RETROCESO DE LA COBERTURA GLACIAR DEL NEVADO SALLUYO DE LA CORDILLERA APOLOBAMBA Y LA INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS, EN EL PERÍODO 1985-2020.			
INVESTIGADOR	Ccallata Taype Isabel Karen		
OBJETIVO	Evaluar la influencia de la precipitación en el retroceso de la cobertura glaciar del nevado Salluyo entre 1985-2020.		
AMBITO	Nevado Salluyo		
UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	PUNO	SAN ANTONIO DE PUTINA	ANANEA
	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
COORDENADAS:		ALTITUD:	
PERIODO DE ANALISIS:	1985-2020		
AÑO	MENSUAL	ANUAL	
1985			
1986			
1987			
1988			
1989			
1990			
1991			
1992			
1993			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998			
1999			
2000			

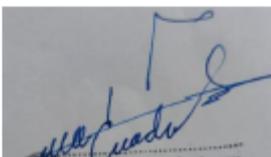
2001		
2002		
2003		
2004		
2005		
2006		
2007		
2008		
2009		
2010		
2011		
2012		
2013		
2014		
2015		
2016		
2017		
2018		
2019		
2020		



Firmado digitalmente por VILCA GOMEZ Oscar Dante FAU
 20600404262 soft
 Motivo: Day V° B°
 Fecha: 05.02.2021 09:57:43 -05:00


 KENNY DANIEL
 DIAZ AGUILAR
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 165249

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares
 y Ecosistemas de Montaña - INAIGEM

 Edwin Amibal Loarte Cadenas
 Especialista en Hidrología y Glaciología


 Brindley Ramos Cárdenas
 INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
 CIP 212606

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y nombres:** Vilca Gómez Oscar Dante
- 1.2. **Cargo o institución donde labora:** INAIGEM – Instituto nacional de investigación en glaciares y ecosistemas de montaña.
- 1.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de cobertura glaciár.
- 1.4. **Autor(a) de instrumento:** Ccallata Taype Isabel Karen

II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica													X
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												X	
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.												X	

III. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACION

95 %

Lima, 29 de enero del 2021



Firmado digitalmente por VILCA GÓMEZ Oscar Dante FAU
20600404262.pdf
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 05.02.2021 09:57:43 -05:00

VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

V. DATOS GENERALES

- 5.1. **Apellidos y nombres:** Vilca Gómez Oscar Dante
- 5.2. **Cargo o institución donde labora:** INAIGEM – Instituto nacional de investigación en glaciares y ecosistemas de montaña.
- 5.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de temperatura
- 5.4. **Autor(a) de instrumento:** Ccallata Taype Isabel Karen

VI. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica												X	
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												X	
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.												X	

VII. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

VIII. PROMEDIO DE VALORACION

95%

Lima, 29 de enero del 2021



Firmado digitalmente por VILCA GOMEZ Oscar Dante FAU 23600404252 soft Motivo: Doy Vº Bº Fecha: 05.02.2021 09:57:43 -05:00

VALIDACION DE INSTRUMENTO 3

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. **Apellidos y nombres:** Vilca Gómez Oscar Dante
 9.2. **Cargo o institución donde labora:** INAIGEM – Instituto nacional de investigación en glaciares y ecosistemas de montaña.
 9.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de precipitación.
 9.4. **Autor(a) de instrumento:** Ccallata Taype Isabel Karen

X. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica												X	
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												X	
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.												X	

XI. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

XII. PROMEDIO DE VALORACION

95%

Lima, 29 de enero del 2021



Firmado digitalmente por VILCA GOMEZ Oscar Dante FAU
 20600404262 soft
 Motivo: Dey V B
 Fecha: 05.02.2021 09:57:43 -05:00

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

XIII. DATOS GENERALES

- 13.1. **Apellidos y nombres:** Diaz Aguilar Renny Daniel
 13.2. **Cargo o institución donde labora:** UPEU – Universidad Peruana Unión.
 13.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de cobertura glaciar.
 13.4. **Autor(a) de instrumento:** Ccallata Taype Isabel Karen

XIV. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica													X
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.													X
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.													X
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis													X
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.													X

XV. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

XVI. PROMEDIO DE VALORACION

95 %

Lima, 29 de enero del 2021


RENNY DANIEL
DIAZ AGUILAR
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 165249

VALIDACION DE INSTRUMENTO 3

XXI. DATOS GENERALES

- 21.1. **Apellidos y nombres:** Diaz Aguilar Renny Daniel
 21.2. **Cargo o institución donde labora:** UPEU- Universidad Peruana Unión.
 21.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de precipitación.
 21.4. **Autor(a) de instrumento:** Ccallata Taype Isabel Karen

XXII. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica											X		
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.											X		
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.												X	

XXIII. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

XXIV. PROMEDIO DE VALORACION

90 %

Lima, 29 de enero del 2021


RENNY DANIEL DIAZ AGUILAR
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 165249

VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

XVII. DATOS GENERALES

- 17.1. **Apellidos y nombres:** Diaz Aguilar Renny Daniel
 17.2. **Cargo o institución donde labora:** UPEU- Universidad Peruana Unión.
 17.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de temperatura
 17.4. **Autor(a) de instrumento:** Ccallata Taype Isabel Karen

XVIII. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica											X		
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.											X		
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.												X	

XIX. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

XX. PROMEDIO DE VALORACION

90 %

Lima, 29 de enero del 2021


RENNY DANIEL
DIAZ AGUILAR
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 165249

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

XXV. DATOS GENERALES

- 25.1. **Apellidos y nombres:** Loarte Cadenas Edwin Anibal
 25.2. **Cargo o institución donde labora:** Especialista en Hidrología y Glaciología
 25.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de cobertura glaciár.
 25.4. **Autor(a) de instrumento:** Ccallata Taype Isabel Karen

XXVI. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica												X	
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												X	
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.												X	

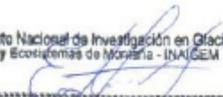
XXVII. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

XXVIII. **PROMEDIO** DE 95% **VALORACION**

Lima, 29 de enero del 2021

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares
 y Ecosistemas de Montaña - INAIJEM

 Edwin Anibal Loarte Cadenas
 Especialista en Hidrología y Glaciología

VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

XXIX. DATOS GENERALES

- 29.1. **Apellidos y nombres:** Loarte Cadenas Edwin Anibal
 29.2. **Cargo o institución donde labora:** Especialista en Hidrología y Glaciología
 29.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de temperatura
 29.4. **Autor(a) de instrumento:** Ccallata Taype Isabel Karen

XXX. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica												X	
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												X	
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.												X	

XXXI. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

XXXII. PROMEDIO DE VALORACION

95 %

Lima, 29 de enero del 2021

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares
 y Ecosistemas de Montaña - INAIJEM

 Edwin Anibal Loarte Cadenas
 Especialista en Hidrología y Glaciología

VALIDACION DE INSTRUMENTO 3

XXXIII. DATOS GENERALES

- 33.1. **Apellidos y nombres:** Loarte Cadenas Edwin Anibal
 33.2. **Cargo o institución donde labora:** Especialista en Hidrología y Glaciología
 33.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de precipitación.
 33.4. **Autor(a) de instrumento:** Ccallata Taype Isabel Karen

XXXIV. ASPECTOS DE VALIDACION

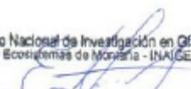
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica												X	
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.												X	
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.												X	

XXXV. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

XXXVI. PROMEDIO DE VALORACION

Lima, 29 de enero del 2021

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares
 y Ecosistemas de Montaña - INAGEM

 Edwin Anibal Loarte Cadenas
 Especialista en Hidrología y Glaciología

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

XXXVII. DATOS GENERALES

- 37.1. Apellidos y nombres: Cuadros Amanqui Brandon Hernán
 37.2. Cargo o institución donde labora: Gobierno Regional Puno
 37.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de datos de cobertura glaciar.
 37.4. Autor(a) de instrumento: Ccallata Taype Isabel Karen

XXXVIII. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica											X		
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.										X			
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X			
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

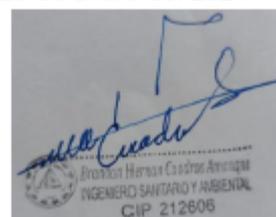
XXXIX. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

XL. PROMEDIO DE VALORACION 87%

Lima, 29 de enero del 2021



VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

XLI. DATOS GENERALES

- 41.1. **Apellidos y nombres:** Cuadros Amanqui Brandon Hernán
 41.2. **Cargo o institución donde labora:** Gobierno Regional Puno
 41.3. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de datos de temperatura
 41.4. **Autor(a) de instrumento:** Ccallata Taype Isabel Karen

XLII. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica											X		
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

XLIII. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

XLIV. PROMEDIO DE VALORACION

87 %

Lima, 29 de enero del 2021

Brandon Cuadros Amanqui
 INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
 CIP 212606

VALIDACION DE INSTRUMENTO 3

XLV. DATOS GENERALES

- 45.1. Apellidos y nombres: Cuadros Amanqui Brandon Hernán
- 45.2. Cargo o institución donde labora: Gobierno Regional Puno
- 45.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de datos de precipitación.
- 45.4. Autor(a) de instrumento: Ccallata Taype Isabel Karen

XLVI. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2.OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación científica											X		
4.ORGANIZACION	Existe una organización lógica.										X			
5.SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
7.CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8.COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X			
10.PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método científico.											X		

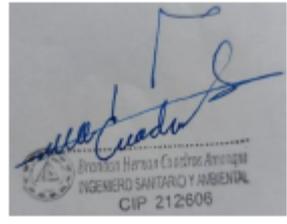
XLVII. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

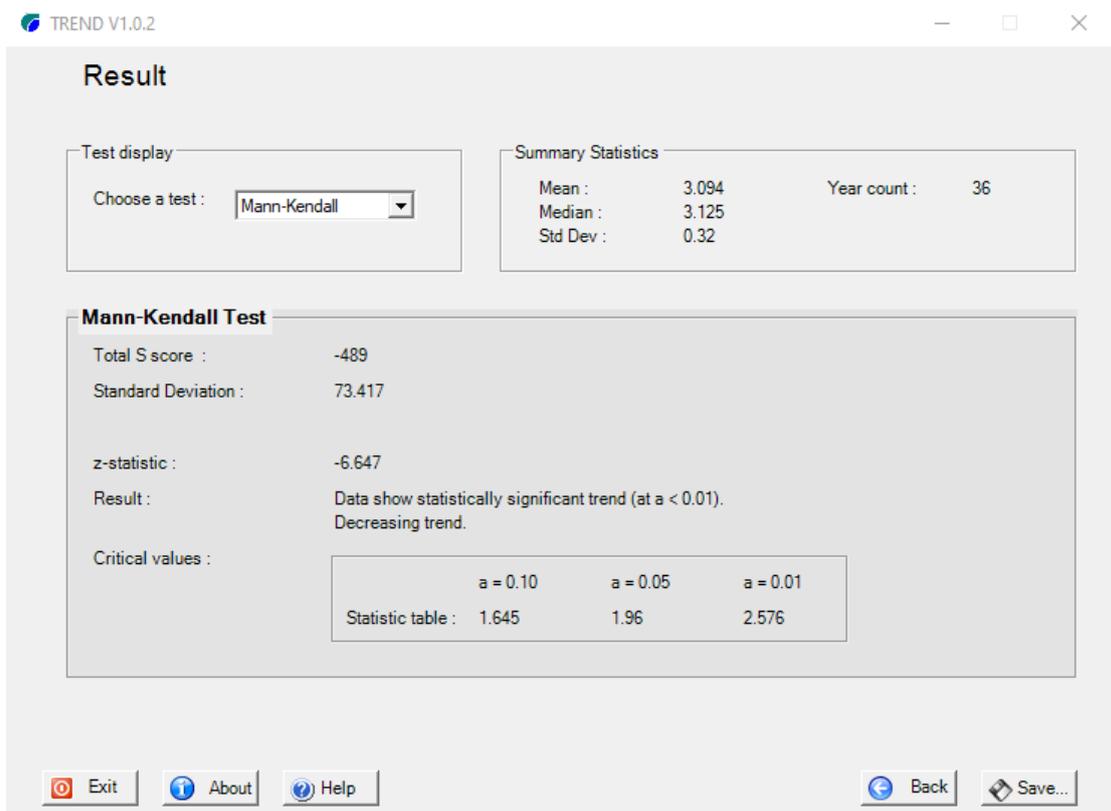
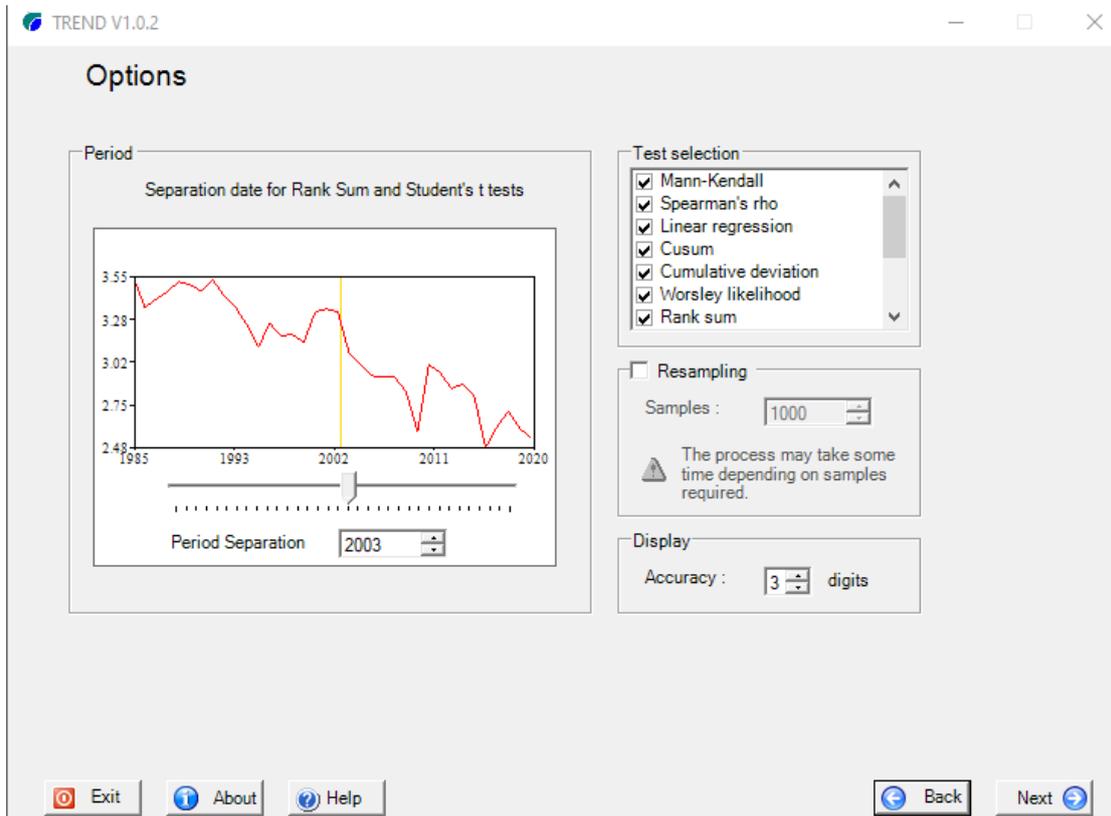
XLVIII. PROMEDIO DE 87% VALORACION

Lima, 29 de enero del 2021



ANEXO 4. Análisis de tendencia área glaciar

Visualización de la tendencia del área glaciar y resultado de Mann Kendall con el software Trend.



ANEXO 5. Análisis de tendencia para temperatura mínima

Visualización de la tendencia de la temperatura mínima para el periodo 1985 – 1999 y resultado de Mann Kendall con el software Trend.

The screenshot shows the 'Result' window of the TREND V1.0.2 software. The 'Test display' section has 'Mann-Kendall' selected. The 'Summary Statistics' section shows: Mean: -1.967, Median: -2, Std Dev: 0.45, and Year count: 15. The 'Mann-Kendall Test' section displays: Total S score: 7, Standard Deviation: 20.207, z-statistic: 0.297, and Result: Data show no statistically significant trend (at $\alpha = 0.10$). A table of critical values is provided below:

	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
Statistic table :	1.152	1.372	1.803

Navigation buttons at the bottom include Exit, About, Help, Back, and Save...

Visualización de la tendencia de la temperatura mínima para el periodo 2000-2020 y resultado de Mann Kendall con el software Trend.

The screenshot shows the 'Result' window of the TREND V1.0.2 software. The 'Test display' section has 'Mann-Kendall' selected. The 'Summary Statistics' section shows: Mean: -2.07, Median: -2.06, Std Dev: 0.503, and Year count: 21. The 'Mann-Kendall Test' section displays: Total S score: 36, Standard Deviation: 33.116, z-statistic: 1.057, and Result: Data show no statistically significant trend (at $\alpha = 0.10$). A table of critical values is provided below:

	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
Statistic table :	1.645	1.96	2.576

Navigation buttons at the bottom include Exit, About, Help, Back, and Save...

ANEXO 6. Análisis de tendencia para temperatura máxima

Visualización de la tendencia de la temperatura máxima para el periodo 1985 1999 y resultado de Mann Kendall con el software Trend.

The screenshot shows the 'Result' window of the TREND V1.0.2 software. The 'Test display' section has 'Mann-Kendall' selected. The 'Summary Statistics' section shows: Mean: 13.676, Median: 13.685, Std Dev: 0.757, and Year count: 15. The 'Mann-Kendall Test' section displays: Total S score: 29, Standard Deviation: 20.207, z-statistic: 1.386, and Result: Data show statistically significant trend (at $\alpha < 0.05$). Increasing trend. A table of critical values is provided below:

	a = 0.10	a = 0.05	a = 0.01
Statistic table :	1.152	1.372	1.803

Navigation buttons at the bottom include Exit, About, Help, Back, and Save...

Visualización de la tendencia de la temperatura máxima para el periodo 2000 - 2020 y resultado de Mann Kendall con el software Trend.

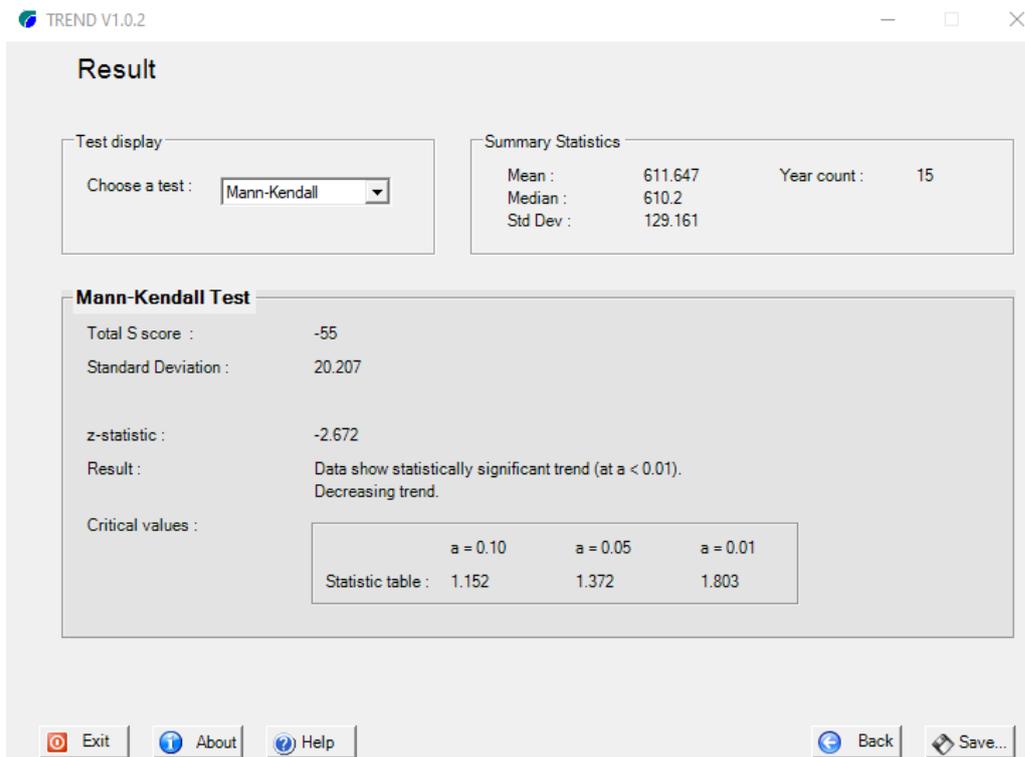
The screenshot shows the 'Result' window of the TREND V1.0.2 software. The 'Test display' section has 'Mann-Kendall' selected. The 'Summary Statistics' section shows: Mean: 10.772, Median: 10.396, Std Dev: 0.948, and Year count: 21. The 'Mann-Kendall Test' section displays: Total S score: 36, Standard Deviation: 33.116, z-statistic: 1.057, and Result: Data show no statistically significant trend (at $\alpha = 0.10$). A table of critical values is provided below:

	a = 0.10	a = 0.05	a = 0.01
Statistic table :	1.645	1.96	2.576

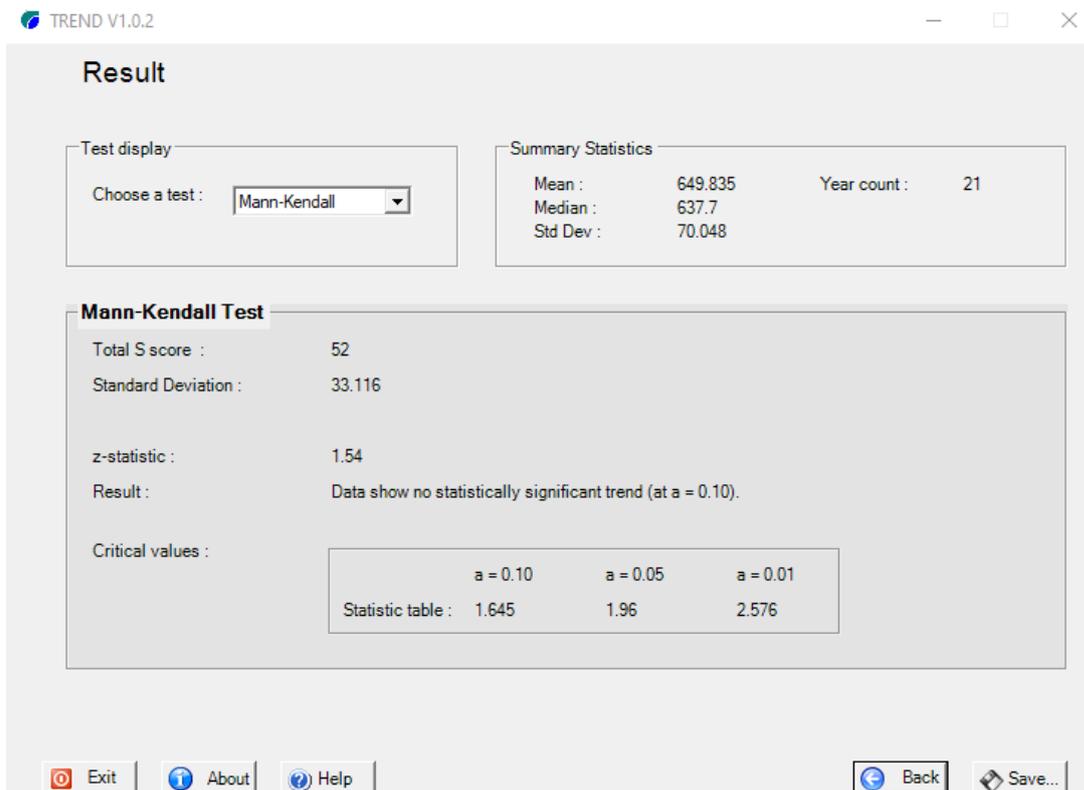
Navigation buttons at the bottom include Exit, About, Help, Back, and Save...

ANEXO 7. Análisis de tendencia para precipitación total.

Visualización de la tendencia de la precipitación 1985 – 1999 y resultado de Mann Kendall con el software Trend.



Visualización de la tendencia de la precipitación 2000 - 2020 y resultado de Mann Kendall con el software Trend.



ANEXO 8. Tabla de temperaturas máximas mensuales por año

TEMPERATURAS MÁXIMAS °C												
AÑO/MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1985	11.71	12.17	12.61	11.78	11.37	10.92	10.54	12.35	12.20	13.69	12.33	13.40
1986	13.73	12.12	12.20	12.20	12.05	12.17	10.95	12.33	12.26	13.87	14.38	14.34
1987	12.88	13.97	13.57	13.67	13.40	11.87	13.18	14.61	14.97	15.00	14.69	15.33
1988	13.89	14.03	13.55	12.39	12.30	12.85	12.70	14.61	14.79	14.57	14.48	14.06
1989	12.90	13.33	12.96	12.29	12.33	11.71	12.07	12.87	14.63	14.68	14.92	15.03
1990	13.76	14.57	15.00	14.07	13.77	11.73	12.18	13.15	13.81	13.77	14.59	14.58
1991	14.75	14.66	14.26	13.73	13.39	13.09	12.85	13.91	13.17	14.46	14.48	15.85
1992	14.64	15.22	16.24	15.93	15.77	13.53	12.89	12.36	13.87	13.47	14.97	14.76
1993	13.18	14.52	13.65	13.18	14.15	13.16	12.84	12.77	13.77	14.52	15.10	14.70
1994	13.10	12.83	12.79	12.63	13.18	11.71	12.62	13.55	13.29	14.34	14.52	14.47
1995	13.59	13.91	12.53	14.40	13.44	13.09	13.70	15.49	14.31	15.81	15.54	14.37
1996	13.32	13.54	14.29	13.46	13.02	12.71	12.65	12.70	14.41	14.55	14.01	13.53
1997	13.26	12.52	11.73	12.15	11.62	12.15	13.03	12.16	14.46	15.85	15.64	16.26
1998	16.48	15.66	16.56	15.76	15.47	13.81	14.40	14.97	16.57	15.42	15.23	14.86
1999	14.56	13.79	13.58	12.82	12.91	12.40	12.25	13.46	13.95	13.97	14.82	14.19
2000	13.59	13.23	12.81	13.32	13.62	12.36	12.03	12.84	15.23	13.17	16.28	13.80
2001	11.68	12.18	12.22	12.65	11.90	11.60	11.41	12.08	13.44	14.04	15.01	14.20
2002	14.81	13.70	13.43	13.57	12.75	12.37	10.25	9.19	9.64	10.16	10.40	10.63
2003	9.83	9.86	9.44	10.42	10.54	10.24	9.78	9.65	10.13	11.08	10.97	10.39
2004	8.72	9.90	10.98	11.01	10.75	9.17	8.65	9.58	9.28	10.73	10.42	9.47
2005	10.42	9.44	10.73	11.26	11.53	10.68	11.26	11.05	10.91	10.43	10.64	9.61
2006	9.52	10.51	10.60	10.57	10.90	10.08	10.37	10.67	10.65	10.55	10.29	10.06
2007	10.56	9.98	9.48	10.08	11.19	11.66	10.36	11.34	8.73	10.32	10.22	9.43
2008	8.48	9.35	9.34	9.89	9.71	10.08	10.47	11.13	10.38	10.25	11.13	9.88
2009	9.50	9.96	10.24	10.08	10.48	10.33	10.07	10.79	11.09	11.49	10.38	9.87
2010	9.98	10.71	10.66	10.91	11.22	11.69	11.60	11.76	11.46	10.63	10.80	10.12
2011	9.70	9.13	8.65	10.06	10.99	10.86	10.07	11.41	9.66	10.19	10.80	9.81
2012	9.07	8.81	9.25	9.39	10.64	9.91	9.87	10.57	10.43	10.96	11.31	9.52
2013	9.19	9.97	10.74	11.25	11.03	9.70	9.49	10.13	11.12	10.63	11.32	9.85
2014	9.79	9.88	10.70	10.70	10.98	11.70	9.93	10.01	9.80	10.93	12.14	
2015	9.27	10.69	10.56	9.21	9.79	11.72	10.00	10.75	11.81	11.56	11.98	10.84
2016	11.52	11.43	12.20	11.87	12.19	11.72	10.99	11.57	11.40	10.64	11.62	11.30
2017	10.10	10.90	9.96	10.45	10.56	11.68	11.97	12.12	10.80	11.21	12.40	10.98
2018	9.81	10.03	10.58	11.59	11.81	10.49	10.62	10.09	11.45	11.18	11.82	12.20
2019	10.60	10.55	10.93	11.82	11.45	12.03	11.19	11.99	12.57	11.93	11.50	10.31
2020	11.43	10.17	10.51	10.46	11.80	11.82	12.00	12.47	11.23	10.85	12.87	11.07

ANEXO 9. Tabla de temperaturas mínimas mensuales por año.

TEMPERATURA MÍNIMA °C												
AÑO/MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1985	-1.87	-1.82	-1.91	-1.43	-2.33	-4.12	-4.30	-3.28	-2.91	-2.06	-2.18	-2.3
1986	-1.29	-2.12	-2.43	-1.59	-4.24	-3.49	-5.47	-3.37	-3.09	-3.01	-1.96	-1.4
1987	-0.91	-0.98	-1.81	-1.62	-2.13	-3.47	-3.46	-3.82	-2.58	-1.35	-0.33	0.2
1988	0.74	0.43	-0.11	-0.58	-1.25	-3.77	-4.18	-3.84	-2.59	-1.59	-1.17	-1.0
1989	-1.34	-1.23	-1.69	-1.54	-2.36	-2.79	-4.24	-3.59	-2.59	-1.89	-1.52	-0.7
1990	-0.64	-0.50	-1.88	-0.62	-1.47	-2.48	-3.88	-3.84	-3.32	-1.58	-0.99	-1.2
1991	0.14	0.32	0.01	-1.09	-2.25	-4.31	-4.31	-4.20	-3.49	-2.47	-1.73	-0.8
1992	0.00	-0.15	-0.46	-1.50	-1.07	-1.74	-4.33	-4.41	-3.60	-1.95	-1.87	-0.8
1993	-1.43	-1.60	-1.56	-0.58	-2.18	-3.83	-3.76	-4.34	-2.79	-1.27	-0.61	0.4
1994	-0.15	-0.04	-1.54	-0.72	-2.14	-4.30	-4.33	-4.19	-2.82	-2.17	-1.57	-0.8
1995	-0.86	-0.45	-1.01	-1.09	-3.75	-3.58	-2.66	-3.23	-2.81	-1.63	-1.15	-1.2
1996	-0.35	-0.76	-0.15	-1.27	-1.36	-4.44	-5.01	-3.30	-3.88	-1.46	-1.33	-0.8
1997	0.04	-1.75	-1.75	-2.60	-3.67	-3.96	-4.00	-3.75	-1.78	-1.47	-0.83	0.9
1998	2.01	1.95	2.42	0.57	-2.54	-2.55	-2.98	-2.63	-2.50	-1.11	-1.03	-0.2
1999	-1.47	-1.12	-0.69	-1.83	-2.33	-3.77	-3.67	-3.71	-3.45	-1.67	-1.36	-0.9
2000	-1.43	-0.87	-1.37	-2.15	-1.85	-2.62	-4.29	-2.94	-2.93	-2.12	-1.75	-1.1
2001	-2.16	-0.83	-1.51	-2.77	-2.34	-3.62	-2.77	-4.40	-2.82	-1.71	-0.48	-0.9
2002	-0.71	0.32	-0.10	-1.26	-1.36	-2.04	-3.42	-5.19	-5.41	-5.18	-3.88	-3.8
2003	0.56	0.53	0.06	-0.35	-1.83	-3.16	-3.41	-3.54	-2.86	-1.55	-1.29	0.4
2004	0.33	0.08	-0.07	-0.51	-1.84	-3.66	-4.00	-3.66	-3.48	-1.65	-0.50	-0.3
2005	-0.01	0.73	0.05	-0.35	-1.48	-4.11	-4.16	-3.93	-3.34	-1.01	-0.54	-0.2
2006	-0.05	0.03	-0.32	-1.72	-3.15	-3.03	-4.57	-4.36	-3.93	-5.03	-3.33	-4.1
2007	-4.08	-3.46	-4.46	-3.46	-4.88	-5.18	-3.99	-3.55	-3.44	-2.04	-1.22	-1.2
2008	-0.79	-1.89	-1.28	-1.59	-3.04	-3.76	-4.22	-3.25	-3.66	-2.15	-2.98	-2.1
2009	-1.71	-1.50	-2.40	-1.98	-1.82	-4.07	-3.31	-4.06	-2.84	-2.64	-2.12	-0.8
2010	-1.24	-0.84	-1.30	-1.65	-1.90	-2.78	-3.92	-4.50	-3.14	-1.02	-1.75	-1.0
2011	-0.92	-0.94	-0.82	-1.36	-1.92	-3.25	-3.39	-3.73	-2.91	-1.64	-1.04	-0.7
2012	-0.64	-1.07	-1.70	-1.06	-2.21	-2.72	-3.16	-3.51	-3.83	-1.87	-1.82	-1.1
2013	-0.86	-1.03	-0.61	-1.99	-2.03	-3.23	-3.74	-4.17	-2.95	-1.24	-1.10	-0.7
2014	-0.35	-0.60	-1.07	-1.36	-2.44	-2.67	-3.45	-2.97	-2.11	-1.97	-0.88	
2015	-0.28	-0.53	-1.32	-1.29	-1.95	-1.94	-4.07	-2.97	-1.99	-2.05	-1.00	-0.8
2016	-0.69	-0.26	-1.56	-1.61	-1.77	-2.90	-2.77	-2.78	-2.69	-0.98	-0.76	-0.2
2017	-0.19	-0.16	-0.36	-0.10	-0.83	-3.02	-3.76	-3.66	-2.01	-2.08	-1.76	-0.6
2018	-0.31	-0.61	0.31	-1.59	-2.37	-3.06	-4.12	-3.82	-3.74	-1.79	-0.60	-0.7
2019	-0.25	-0.23	-0.36	-0.81	-1.97	-5.02	-5.37	-5.28	-3.62	-2.83	-1.09	-0.2
2020	-0.18	0.54	-0.32	-0.87	-3.21	-3.30	-5.66	-4.29	-2.80	-2.17	-1.98	-1.2

ANEXO 10. Precipitación mensual por año

PRECIPITACIÓN mm												
AÑO/MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1985	145.8	113.8	109	97.7	12.1	40.8	6.3	5.9	46.9	61.1	116.6	118
1986	131.7	128.6	152.2	67.1	18	0	5.1	16.2	62.8	40.1	59.3	127.5
1987	157.6	50.5	101.6	41.9	13.1	8.9	35.8	4.8	14.7	48.1	119.6	125.9
1988	112.8	93.9	115.4	76.8	24.2	0	0	0	5.6	22.9	30.4	81.8
1989	105.3	59.1	136	26.2	31.4	0	0	41.5	29.1	48.4	48	95.1
1990	167.4	82.5	22.9	46.7	8.3	49.7	3.2	24.5	8.1	76.3	70.7	119.5
1991	99.8	67.1	78.4	60.2	26	31.4	0	0	26.6	35.4	51.1	52.5
1992	74.8	90.1	83.6	42.9	0	14.1	0	30	8.3	34.9	69.8	83.8
1993	127	83.7	100.3	61.4	26.5	1.5	8.6	31.8	7.7	41.8	71.1	101.1
1994	150.2	188.4	114.4	76.5	0	3.9	0		7.3	23.7	39.2	
1995	80.54	84.68	128.5	52	9.2	0	5.2	0	8.4	14.4	40.6	78.5
1996	132.2	98.6	56.2	28.6	19	0	0.5	31.4	17	27.9	62.5	23.3
1997	144.7	100	102.3	37.9	9.1	0	1.4	14.4	18.1	23.4	48.6	110.3
1998	76.4	102.1	76.6	35	0.5	6.2	0	0.5	8.91			49.2
1999	136.9	103.9	103.6	46.7	12.62	1.4	2.91	1.5	40.7	41.72	54.73	67.5
2000	93.28	97.81	95.43	23.73	7.12	18.12	4.13	12.7	20.4	75.03	26.1	112.51
2001	132.9	46.2	86.4	49.91	62.6	0.53	13.21	13.61	11.92	50.21	63.7	59.82
2002	65.9	125.7	107.9	42.3	10.1	0.52	27.2	19.7	39.57	48.85	115.3	74.4
2003	184.83	71.41	114.02	52.3	2.96	9.4	0.02	19.42	13.14	79.33	43.11	85.43
2004	236.3	126.8	79.42	39.82	11.7	21.4	6	11.4	31.2	45.8	60.2	83.81
2005	79.6	152.9	56	17.71	1.12	0.2	0	14.01	7.91	51.9	63.01	148.11
2006	165	83.1	61.3	62.6	2.8	5.4	0	20.81	29.2	71.3	69.2	98.1
2007	113.6	79.2	96.9	33.6	16.3	0	9.8	0.01	14.7	39.7	61	89.6
2008	168.2	62.7	60.31	40.61	24.7	2.8	1.8	7.7	7.11	48.3	56	133.7
2009	135.1	79.9	63.71	52.6	17.6	0	0	0	16.6	26.8	125.3	98.5
2010	115.4	95	103.2	22.6	14.4	0	6	0.01	2.41	38.4	40.4	90.9
2011	98.1	109.6	142.3	28.5	0	10.1	1.7	4.8	67.9	59.2	14.4	101.1
2012	76.3	106.8	84.5	86.1	4.8	9	6.81	0.2	18.72	24	69.6	167.7
2013	170.11	68.6	69.6	12	4.7	3.8	7.1	16.5	11.2	77.9	71.9	77.4
2014	144.3	124.9	114.6	37.4	16.3	2.4	23.5	8.1	52.8	42.8	55.2	5.4
2015	159.7	89.1	107.1	91.5	45.7	7.2	33.6	31.9	24.3	38.9	62.4	75.1
2016	127.3	109.8	37	56.9	5.2	0	13.1	13.8	34.1	73.8	49	83.4
2017	119.5	93.6	113.6	81.3	24.5	2	3.7	9.8	62.5	54.2	56.7	113.6
2018	104.8	177.9	124.3	23.3	5.4	42.1	10.1	30.1	29.6	89.3	76.3	58.4
2019	145.9	132	107.5	38.8	29.4	2	2.4	6.5	1.1	50.6	65.5	145.7
2020	93.10	156.4	143.3	48.4	21.3	9.7	0	6.7	18.4	32.5	19.1	124.5

ANEXO 11. Panel Fotografico



Figura 1. Coordenadas de la laguna glaciar.



Figura 2. Formación de grietas.



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE
TESIS**

Código:
Versión:
Fecha:
Página:

Yo, Haydeé Suárez Alvites, docente de la Facultad Ingeniería Ambiental y Escuela Profesional Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada

“RETROCESO DE LA COBERTURA GLACIAR DEL NEVADO SALLUYO DE LA CORDILLERA APOLOBAMBA Y LA INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS, EN EL PERÍODO 1985-2020”, de la estudiante CCALLATA TAYPE ISABEL KAREN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizo dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas para la Universidad César Vallejo.

Lima, 16 de marzo del 2020

.....
Firma

Mg. Sc. Ing. Haydeé Suárez Alvites

DNI: 07088154