



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

Evaluación del desempeño de productos de precipitación satelital regionales y globales en la representación de episodios de sequía meteorológica en el Altiplano peruano

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Recursos Naturales y Medio Ambiente	Recursos Hídricos	1.05.11 Oceanografía, Hidrología, Recursos hídricos

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

Individual	<input type="radio"/>
Multidisciplinario	<input checked="" type="radio"/>
Director de tesis pregrado	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Laqui Vilca Wilber Fermín – Investigador Principal
Escuela Profesional	Ingeniería Agrícola
Celular	990088187
Correo Electrónico	wlaqui@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	Miguel Angel Flores Barriga - Coinvestigador
Escuela Profesional	Ingeniería Agrícola
Celular	951920981
Correo Electrónico	maflores@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	Elmer Elio Calizaya Llatasi - Coinvestigador
Escuela Profesional	Ingeniería Topográfica y Agrimensura
Celular	990870560
Correo Electrónico	ecalizaya@unap.edu.pe



I. Título

Evaluación del desempeño de productos de precipitación satelital regionales y globales en la representación de episodios de sequía meteorológica en el Altiplano peruano

II. Resumen del Proyecto de Tesis

El Altiplano peruano, es una región de recurrente ocurrencia de episodios de sequías, por lo que, es considerado como el evento climático adverso de mayor afectación en la región. En razón a ello, el presente estudio propone evaluar el desempeño de diferentes productos de precipitación satelital de escala regional y global en la representación de eventos de sequías meteorológicas en el ámbito del Altiplano peruano, esto debido a que los registros de precipitación son escasos tanto en tiempo como en espacio, por lo que, el uso de productos de precipitación satelital constituye una alternativa ante esta ausencia. A partir de una base de datos de precipitación observada y mediante el uso del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) se identificarán los episodios de sequía más representativos en el Altiplano peruano, procedimiento que también se efectuará para todos los productos de precipitación satelital de escala regional y global. A partir de un proceso comparación visual y estadístico, se determinará la capacidad de representación de la ocurrencia, comportamiento espacial y temporal de sequías de los productos de precipitación satelital, determinándose los productos de precipitación de mejor desempeño, lo que contribuirá a brindar importante información para guiar el proceso de selección de productos de precipitación satelital más adecuados para el estudio de sequías.

III. Palabras claves (Keywords)

Sequía meteorológica, precipitación satelital, SPI, Altiplano peruano

IV. Justificación del proyecto

La precipitación es una componente clave en el ciclo hidrológico y la principal variable de entrada para el monitoreo y caracterización de las sequias (Degefu et al., 2022), a nivel global, principalmente la identificación de sequías se ha efectuado a partir del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) (Mckee et al., 1993), sin embargo, en regiones como el Altiplano peruano este dato es escaso, tanto por su cantidad, calidad, así como por restricciones para su acceso o el alto costo para su adquisición (Dinku et al., 2014). En los últimos años se han desarrollado un conjunto de productos de precipitación a partir de observaciones de satélite y sensoramiento remoto a escala regional y global, y que progresivamente vienen mejorando su aproximación a los datos observados, por lo que, vienen siendo empleados para el monitoreo y caracterización de las sequías (Bayissa et al., 2017; Degefu et al., 2022; Dinku et al., 2014; Lemma et al., 2022; Shalish et al., 2022; Taye et al., 2020; Wu et al., 2019; Zhao & Ma, 2019).

Las sequías se presentan en casi todas las zonas climáticas, aun cuando las características de cada región son diferentes (Mishra & Singh, 2010). Las sequías pueden desarrollarse en periodos cortos (meses) o periodos largos de tiempo (años) por diferentes situaciones o causas, las que dependen de las características climáticas propias de cada región, inclusive del uso del agua, del uso del suelo y de las diferentes actividades económicas que se desarrollan (Carbone, Forneron, & Piccolo, 2015; Mishra & Singh, 2010; Van Loon, 2015; Wilhite & Pulwarty, 2005).



La sequía se percibe como uno de los desastres naturales más costosos y menos entendidos, dada la dificultad para definir su comienzo y fin, su lento desarrollo y las múltiples facetas que posee a nivel regional (NDMC, 2016). La sequía afecta el nivel de precipitación, almacenamiento de agua subterránea, la disponibilidad de humedad del suelo y la calidad del agua (Tallaksen & Lanen, 2004; Peña-Guerrero et al., 2020).

El Altiplano peruano, es una región de recurrente ocurrencia de episodios de sequías, por lo que, es considerado como el evento climático adverso de mayor afectación en la región, es así que; los efectos de la sequías 1982/1983 y 1989/1990 ocasionaron más de US\$ 128 y US\$ 89 millones en daños, respectivamente, en el complejo del Sistema Hídrico lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopó y lago Salar de Coipasa (Sistema TDPS), con lo que queda demostrado que las sequías son uno de los eventos extremos que más impacto tiene en el área del Sistema Hídrico TDPS. Asimismo, la CCE (1993) estimó que la probabilidad de ocurrencia (en los próximos 50 años, a partir del año 1993) de sequías iguales o mayores a los episodios de 1982/1983 y 1989/1990 es de 10 y 15%, respectivamente, lo que evidencia que este fenómeno podría presentarse pudiendo generar daños similares a los antes descritos, de no tomar las medidas necesarias para contrarrestar sus efectos, por tanto, es necesario monitorear y caracterizar los eventos de sequías.

El presente estudio propone evaluar el desempeño de diferentes productos de precipitación satelital de escala regional y global en la representación de eventos de sequías meteorológicas en el ámbito del Altiplano peruano, a partir de una base de datos de precipitación observada y mediante el uso del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) y determinar la capacidad de representación de la ocurrencia, comportamiento espacial y temporal de sequías de los productos de precipitación satelital, lo que contribuirá a brindar importante información para guiar el proceso de selección de productos de precipitación satelital más adecuados para el estudio de sequías.

V. Antecedentes del proyecto

En Etiopía, Degefu et al. (2022), evaluaron el desempeño de 20 productos de precipitación global y cuasi global en la representación de eventos de sequía a partir de un análisis visual y de correlación. Además, consideraron conjuntos de datos correspondientes a productos de precipitación grillados, datos de satélite, productos de reanálisis y productos de precipitación combinados con otras fuentes para los que se estimaron el Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) y compararon con los valores de SPI determinados para el conjunto de datos de referencia. Sus resultados demostraron la necesidad de evaluación comprensiva de los productos de precipitación previo a su uso en investigaciones específicas y actividades operacionales.

Bayissa et al. (2017), evaluaron la lluvia estimada a partir de satélites y su aplicación al monitoreo de sequías meteorológicas para la cuenca Upper Blue Nile en Etiopía. Los productos de precipitación de alta resolución CHIRPS, PERSIANN, TARCAT y TRMM fueron comparados con datos observados de 10 estaciones climáticas a través de estadísticos de desempeño. Determinaron que el producto CHIRPS presenta mejores capacidades para representar la precipitación, por lo que, fueron empleados para evaluar los patrones espacial y temporal de la sequía meteorológica, por tanto, concluyen que el producto de precipitación CHIRPS puede



ser utilizado como una fuente alternativa de información para el monitoreo de sequías y ayudar al desarrollo de sistemas de alerta.

Zubieta et al. (2021) analizaron el impacto del cambio climático en las sequías meteorológicas, hidrológicas y agrícolas en el Sistema Hídrico TDPS, determinando que en el periodo actual en esta región ocurrió distintos eventos de sequías, por lo que es una región propensa a la ocurrencia de este tipo de fenómenos climáticos extremos. Asimismo, determinaron que el cambio climático potenciará la ocurrencia de eventos de sequías, mostrando incrementos en su intensidad, duración y frecuencia.

Condori et al. (2021) determinaron el impacto de las sequías meteorológicas en la región Puno, a partir de la estimación del índice estandarizado de precipitación encontraron que los periodos de mayor intensidad de las sequías se registraron en los años 1982/83, 1989/90 y 1991/92 donde escalaron a niveles de severo y extremo. Sin embargo, a partir de las estadísticas de pérdidas de la Dirección Regional Agraria de Puno, no se puede afirmar que las sequías generaron pérdidas, por lo contrario, indican que las mayores pérdidas económicas se registraron en años donde no se presentaron episodios de sequías.

VI. Hipótesis del trabajo

Los productos de precipitación satelital de escala regional presentan mejor desempeño en la representación de la ocurrencia, comportamiento espacial y temporal de las sequías meteorológica en el Altiplano peruano, en comparación a los productos de precipitación satelital de escala global.

VII. Objetivo general

Evaluar el desempeño de diferentes productos de precipitación satelital de escala regional y global en la representación de eventos de sequías meteorológicas en el ámbito del Altiplano peruano

VIII. Objetivos específicos

- Determinar las sequías meteorológicas para el conjunto de datos observados en estaciones climáticas del Altiplano peruano, identificando las sequías más representativas.
- Evaluar espacial y temporalmente la sequía meteorológica en el Altiplano peruano estimados a partir de los productos de precipitación satelital regional y global.
- Determinar a partir de análisis estadísticos los productos de precipitación satelital de mejor desempeño en el Altiplano peruano.

IX. Metodología de investigación

9.1. Estimación de la sequía meteorológica

Las sequías meteorológicas se determinaron mediante el método de Índice de Precipitación Estandarizada (Standardized Precipitation Index, SPI), (Karavitis, Alexandris, Tsesmelis, & Athanasopoulos, 2011; McKee et al., 1993) resultando idóneo en la caracterización de la severidad de las sequías meteorológicas. Se basa en registros de precipitación mensual a largo plazo que se ajustan a una distribución

de probabilidad gamma. Esta distribución se transforma entonces en una distribución normal, con media cero (Şen, 2015a).

En la Tabla 1, se presentan la clasificación de los valores del índice de precipitación estandarizada (SPI), su correspondiente Categoría.

Tabla 1: Clasificación del SPI por Categorías

Valor SPI	Categoría
2.00 o mayor	Extremadamente húmedo
1.50 a 1.99	Muy húmedo
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo
0 a 0.99	Ligeramente húmedo
0 a -0.99	Ligeramente seco
-1.00 a -1.49	Moderadamente seco (sequía moderada)
-1.50 a -1.99	Muy seco (sequía severa)
-2.00 o menor	Extremadamente seco (sequía extrema)

Los datos a usarse para el cálculo de SPI provendrán de estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) correspondiente al periodo 1981-2016, así como la base de datos PISCO ('Peruvian Interpolation of the SENAMHIs Climatological and Hydrological Stations') (Aybar, 2019), RAIN4PE ('Rain for Peru and Ecuador') (Fernandez-Palomino et al., 2022), PERSIANN ('Precipitatio Information from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks') (Sorooshian et al., 2000), CHIRPS ('Climate Hazard Group InfraRed Precipitation') ((Funk et al., 2015), y TRMM ('Tropical Rainfall Measuring Mission') (Huffman et al., 2007).

9.1. Evaluación de desempeño de productos de precipitación

En el estudio la evaluación de desempeño de los productos de precipitación de satélite se efectuará para el periodo común 1981-2016 utilizando el conjunto de datos observados de las estaciones climáticas existentes en el Altiplano peruano, a escalas de tiempo mensual y estacional.

El desempeño de los productos de precipitación satelitales para la representación de sequías meteorológicas será evaluado con cinco criterios llamados error absoluto medio (MAE), raíz de error cuadrático medio (RMSE), índice de dispersión (SI), coeficiente de Nash-Sutcliffe (NS) y coeficiente de correlación (R), definidos de la siguiente manera:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}}$$

$$SI = \frac{RMSE}{\bar{y}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n \bar{E}T_o}}$$

$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2}}$$

Donde n representa el número de observaciones, y_i representa el valor observado de SPI en el día i , \hat{y}_i representa el valor calculado de SPI en el día i , \bar{y} es el promedio de la SPI observada y $\hat{\bar{y}}$ el promedio de la ETo calculado. El MAE es el valor promedio de las diferencias absolutas entre los valores observados y calculados, un bajo MAE implica un buen desempeño del modelo. La RMSE expresa el error en la misma unidad que describe la variable, cuanto menor sea la RMSE mejor será la aproximación. La dimensión de SI nos brinda una buena opción para la comparación del desempeño de varios modelos, siendo el valor perfecto de SI de 0. El coeficiente de NS proporciona una visión valiosa sobre los modelos aplicados mediante la comparación de las relaciones entre los errores de los modelos y la varianza de los datos observados. El valor óptimo de NS es 1, que representa el ajuste perfecto. Finalmente, R mide el grado de relación lineal entre los valores estimados y calculados, donde los valores más próximos a 1 indican una buena correlación.

X. Referencias

- Aybar, C., Fernández, C., Huerta, A., Lavado, W., Vega, F., & Felipe-Obando, O. (2019). Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. *Hydrological Sciences Journal*, 1-16. doi:10.1080/02626667.2019.1649411
- Bayissa, Y., Tadesse, T., Demisse, G., & Shiferaw, A. (2017). Evaluation of Satellite-Based Rainfall Estimates and Application to Monitor Meteorological Drought for the Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Remote Sensing*, 9(7), 669. <https://doi.org/10.3390/rs9070669>
- Cairns, J; McCormick, P; Niederlehner, B. 1993. A proposed framework for developing indicators of ecosystems health. *Hydrobiologia*; 236: 1-44.
- Carbone, M. E., Forneron, C. F., & Piccolo, M. C. (2015). Impacto de los eventos de sequía en la region de la cuenca hidrografica de la laguna Sauce Grande (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Investigaciones Geográficas*, 63, 131-142.
- Condori-Apaza, V., Mamani-Luque, O., Alfaro-Alejo, R., Laqui, W. & Condori, W. (2021). Analysis and impact of meteorological droughts in the agriculture of Puno region, Peru. *E3S Web Conf.*, 304 (2021) 03002. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130403002>
- Degefu, M. A., Bewket, W., & Amha, Y. (2022). Evaluating performance of 20 global and quasi-global precipitation products in representing drought events in Ethiopia I: Visual and correlation analysis. *Weather and Climate Extremes*, 35, 100416. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100416>
- Dinku, T., Block, P., Sharoff, J., Hailemariam, K., Osgood, D., del Corral, J., Cousin, R., & Thomson, M. C. (2014). Bridging critical gaps in climate services and applications in africa. *Earth Perspectives*, 1(1), 15. <https://doi.org/10.1186/2194-6434-1-15>
- Fernandez-Palomino, C. A., Hattermann, F. F., Krysanova, V., Lobanova, A., Vega-Jácome, F., Lavado, W., Santini, W., Aybar, C., & Bronstert, A. (2022). A Novel High-Resolution Gridded Precipitation Dataset for Peruvian and Ecuadorian Watersheds: Development and Hydrological Evaluation, *Journal of Hydrometeorology*, 23(3), 309-336. Retrieved Jan 31, 2023, from <https://journals.ametsoc.org/view/journals/hydr/23/3/JHM-D-20-0285.1.xml>
- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate



- hazards infrared precipitation with stations—A new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2(1), 150066. <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>
- Huffman, G. J., Bolvin, D. T., Nelkin, E. J., Wolff, D. B., Adler, R. F., Gu, G., Hong, Y., Bowman, K. P., & Stocker, E. F. (2007). The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scales. *Journal of Hydrometeorology*, 8(1), 38-55. <https://doi.org/10.1175/JHM560.1>
- Karavitis, C. A., Alexandris, S., Tsesmelis, D. E., & Athanasopoulos, G. (2011). Application of the Standardized Precipitation Index (SPI) in Greece. *Water*, 3(3), 787.
- Lemma, E., Upadhyaya, S., & Ramsankaran, R. (2022). Meteorological drought monitoring across the main river basins of Ethiopia using satellite rainfall product. *Environmental Systems Research*, 11(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40068-022-00251-x>
- McKee, T. B., Doesken, J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Paper presented at the Eight Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA.
- Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 391(1–2), 202-216. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.012>
- NDMC. (2016). Drought Basics. The National Drought Mitigation Center. Retrieved from <http://drought.unl.edu/>
- Şen, Z. (2015a). Chapter Two - Basic Drought Indicators. In *Applied Drought Modeling, Prediction, and Mitigation* (pp. 43-105). Boston: Elsevier.
- Shalish, A., Bhowmick, A., & Elias, K. (2022). Meteorological Drought Monitoring Based on Satellite CHIRPS Product over Gamo Zone, Southern Ethiopia. *Advances in Meteorology*, 2022, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2022/9323263>
- Sorooshian, S., Hsu, K.-L., Gao, X., Gupta, H. V., Imam, B., & Braithwaite, D. (2000). Evaluation of PERSIANN System Satellite-Based Estimates of Tropical Rainfall. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(9), 2035-2046. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(2000\)081<2035:EOPSSE>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(2000)081<2035:EOPSSE>2.3.CO;2)
- Tallaksen, L. M., & Lanen, H. A. J. V. (Eds.). (2004). *Hydrological Drought – Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater* (Developments in Water Science ed. Vol. 48). Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- Taye, M., Sahu, D., Zaitchik, B. F., & Neka, M. (2020). Evaluation of Satellite Rainfall Estimates for Meteorological Drought Analysis over the Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Geosciences*, 10(9), 352. <https://doi.org/10.3390/geosciences10090352>
- Van Loon, A. F. (2015). Hydrological drought explained. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 2(4), 359-392. doi:10.1002/wat2.1085
- Wilhite, D., & Pulwarty, R. (2005). Drought and Water Crises. In *Drought and Water Crises* (pp. 389-398): CRC Press.
- Wu, W., Li, Y., Luo, X., Zhang, Y., Ji, X., & Li, X. (2019). Performance evaluation of the CHIRPS precipitation dataset and its utility in drought monitoring over Yunnan Province, China. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10(1), 2145-2162. <https://doi.org/10.1080/19475705.2019.1683082>
- Zhao, H., & Ma, Y. (2019). Evaluating the Drought-Monitoring Utility of Four Satellite-Based Quantitative Precipitation Estimation Products at Global Scale. *Remote Sensing*, 11(17), 2010. <https://doi.org/10.3390/rs11172010>
- Zolá, R.P., Bengtsson, L., 2006. Long-term and extreme water level variations of the shallow Lake Poopó, Bolivia. *Hydrol. Sci. J.* 51, 98–114. <https://doi.org/10.1623/hysj.51.1.98>



Zubieta, R., Molina-Carpio, J., Laqui, W., Sulca, J. y Ilbay, M. (2021). Comparative analysis of climate change impacts on meteorological, hydrological, and agricultural droughts in the Lake Titicaca basin. *Water*, 13 (2), 175. <https://doi.org/10.3390/w13020175>

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Conocer si los productos de precipitación satelital pueden constituirse como fuentes alternativas de información para el análisis y caracterización de sequías en regiones con escasa información climática es de fundamental importancia, ya que permitirá efectuar con bastante aproximación el monitoreo y caracterización de las sequías meteorológicas en el Altiplano peruano, lo que es fundamental para el planeamiento y manejo de los sistemas de recursos hídricos, además de ser de utilidad para la toma de decisiones de entidades relacionadas con la gestión de los recursos hídricos y gestión de riesgo de desastres.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Mejorar el conocimiento del uso de productos de precipitación satelital para la representación de sequías meteorológicas bajo las condiciones del Altiplano peruano.

ii. Impactos económicos

La mejora del conocimiento del uso de información de precipitación alternativa permitirá a las entidades públicas y privadas efectuar el monitoreo de sequías y a partir de ello proponer un sistema de alerta temprana y realizar una adecuada planificación de la elaboración de los planes de prevención y contingencia ante la ocurrencia de sequías.

iii. Impactos sociales

La mejora del conocimiento del uso de productos de precipitación satelital para la representación de sequías permitirá que las entidades pertinentes brinden información oportuna de la ocurrencia de sequías a la población y a partir de dicha comunicación las poblaciones realicen la planificación de la implementación de acciones para contrarrestar los impactos de las sequías.

iv. Impactos ambientales

La mejora del conocimiento del uso de fuentes de información alternativas como la precipitación satelital permitirá que las entidades competentes efectúen el monitoreo de las sequías y con ello efectúen acciones para la conservación de las fuentes de agua a través de una adecuada planificación del uso y aprovechamiento de los recursos hídricos para la conservación de los ecosistemas.

XIII. Recursos necesarios

Investigador principal
Coinvestigadores

MATERIALES DE CAMPO:

Sistema de posicionamiento global (GPS)
Cámara digital
Cuaderno de campo
Tablero
Fichas técnicas
Movilidad

MATERIALES DE GABINETE:

Computadora de alto rendimiento
Impresora y plotter
Disco externo de almacenamiento
Hojas bond 75 gr.
Calculadora
Útiles de escritorio

SOFTWARE:

Software Arc GIS 10.5
QGis
Google Earth PRO
R y R Studio
Microsoft Excel 2020
Microsoft Word 2020

XIV. Localización del proyecto

El área de estudio corresponde a la cuenca del lago Titicaca (CLT), que se localiza en el Altiplano Peruano/Boliviano, entre latitudes 14° S – 17° S y longitudes 69° W - 71° W (Fig. 1). El Altiplano es la mayor y más alta cuenca endorreica del mundo, ocupando la parte occidental de Bolivia y parte sureste del Perú, donde el clima se clasifica como semiarido frío, y se caracteriza por tener dos estaciones bien marcadas, la estación húmeda de noviembre a marzo y la estación seca de abril a octubre (Zolá y Bengtsson, 2006).

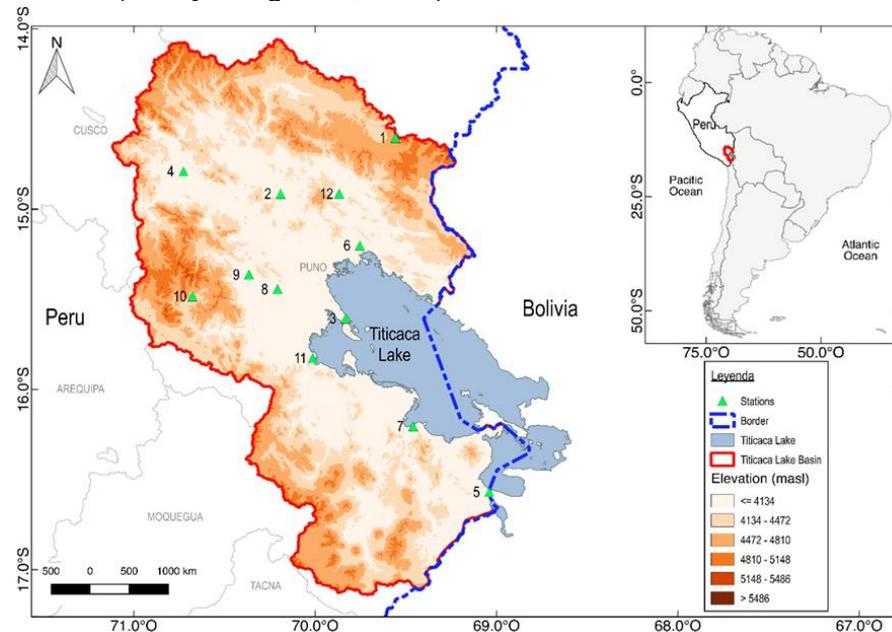


Figura 1. Localización del ámbito de estudio.



XV. Cronograma de actividades

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Elaboración del proyecto	X											
Presentación del proyecto	X											
Revisión bibliográfica	X	X	X									
Elaboración de instrumentos / recopilación de datos			X	X	X							
Aplicación de instrumentos / análisis y procesamiento				X	X	X	X	X	X			
Evaluación de resultados						X	X	X	X	X	X	X
Elaboración de artículo científico / traducción al inglés								X	X	X	X	X
Presentación del manuscrito												X
Someter manuscrito a revista indexada												X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Papelería en general	Glb	1,000.00	1	1,000.00
Datos climáticos e hidrológicos	Glb	5,000.00	1	5,000.00
Computadora de alto rendimiento	Und	10,000.00	1	10,000.00
Memoria externa 2TB	Und	500.00	4	2,000.00
Viáticos (04 personas)	Día	100.00	32	3,200.00
Gastos de transporte (trabajo de campo)	Glb	3,000.00	1	3,000.00
Capacitaciones en uso de software	Und	6,000.00	1	6,000.00
Servicio de impresión	Glb	1,000.00	1	1,000.00
Servicio de traducción y publicación	Glb	6,000.00	1	6,000.00
TOTAL				37,200.00