



## ANEXO 1

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

#### 1. Título del proyecto

Variabilidad climática y cambios de cobertura de la tierra en los caudales de cabecera de cuenca del río Cabanillas

#### 2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
	Ordenamiento territorial y medio ambiente	Planificación y gestión del territorio

#### 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

<b>Apellidos y Nombres</b>	Teófilo Chirinos Ortiz
<b>Escuela Profesional</b>	Ing. Agrícola
<b>Celular</b>	950945890
<b>Correo Electrónico</b>	tchirinos@unap.edu.pe

<b>Apellidos y Nombres</b>	Esteban Moisés Vilca Pérez
<b>Escuela Profesional</b>	Ing. Agrícola
<b>Celular</b>	951680882
<b>Correo Electrónico</b>	evilca@unap.edu.pe

<b>Apellidos y Nombres</b>	José Justiniano Vera Santa María
<b>Escuela Profesional</b>	Ing. Agrícola
<b>Celular</b>	950010189
<b>Correo Electrónico</b>	jsanta@unap.edu.pe



- I. Título (El proyecto de tesis debe llevar un título que exprese en forma sintética su contenido, haciendo referencia en lo posible, al resultado final que se pretende lograr. Máx. palabras 25)

Variabilidad climática y cambios de cobertura de la tierra en los caudales de cabecera de cuenca de río Cabanillas

- II. Resumen del Proyecto de Tesis (Debe ser suficientemente informativo, presentando -igual que un trabajo científico- una descripción de los principales puntos que se abordarán, objetivos, metodología y resultados que se esperan)

En base a la revisión de estudios previos y a información de campo se ha detectado que la escorrentía natural de las subcuencas de los ríos Cerrillos y Verde; que constituyen la cabecera de cuenca del río Cabanillas, abarcan una extensión de 1,827.42 km<sup>2</sup> y contribuyen con el 65% de las descargas de dicho río, tienen una tendencia anual decreciente; situación que pone en riesgo la seguridad hídrica de 30,884 has. bajo riego del Sistema Integral Lagunillas y el abastecimiento poblacional e industrial de las ciudades de Lampa, Juliaca y Puno. En ese sentido, la presente investigación tiene objetivo determinar la influencia de la variabilidad climática y de los cambios de cobertura de la tierra en los caudales de cabecera de cuenca del río Cabanillas, durante el período 1981 – 2016. Para ello, el proceso metodológico implicará en primer lugar la delimitación, caracterización morfométrica, el análisis de los parámetros climáticos e hidrológicos de cada una de las subcuencas; en segundo lugar, el modelamiento hidrológico del río Verde y su extrapolación a la cuenca del río Cerrillos; en tercer lugar, el análisis de variabilidad de cada subcuenca por el método de las anomalías en un contexto de fenómeno del Niño recurrente; en cuarto lugar, la generación de mapas de cobertura y uso de la tierra para cada subcuenca y diferentes períodos de tiempo según la metodología de Corine Land Cover; y en quinto lugar, la compatibilización de la cobertura y uso de la tierra con las descargas de cada subcuenca con el modelo hidrológico SWAT. Como resultado se espera tener mapas del nivel de incidencia de la variabilidad climática y de la variación de la cobertura y uso actual de la tierra en las descargas en cada subcuenca.

- III. Palabras claves (Keywords) (Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)

Cabecera de cuenca, cobertura y uso actual de la tierra, fenómeno del Niño, modelamiento hidrológico, variabilidad climática

- IV. Justificación del proyecto (Describa el problema y su relevancia como objeto de investigación. Es importante una clara definición y delimitación del problema que abordará la investigación, ya que temas cuya definición es difusa o amplísima son difíciles de evaluar y desarrollar)

- El presente trabajo se ejecuta porque se percibe una tendencia decreciente en la disponibilidad hídrica de la cabecera de cuenca del río Cabanillas, que de continuar así en el mediano o corto plazo va a afectar la seguridad hídrica de las áreas bajo riego del Sistema Integral Lagunillas y del abastecimiento poblacional, industrial y minero de las áreas urbanas, industriales y mineras que



dependen de las descargas dicho río, agudizando los conflictos por el uso del agua que ya se perciben.

- La investigación generará información relevante para diseñar estrategias que permitan plantear propuestas para restaurar la capacidad de retención y almacenamiento de agua de la cabecera de cuenca del río Cabanillas, que permitan garantizar la seguridad hídrica de los usos actuales del agua.
- El estudio va a contribuir al conocimiento científico porque va a permitir conocer el comportamiento de las variables hidroclimáticas en la cabecera de cuenca de la vertiente hídrica del Lago Titicaca, en un contexto de cambio climático y en que la cobertura de la tierra es predominante de vegetación natural

V. Antecedentes del proyecto (Incluya el estado actual del conocimiento en el ámbito nacional e internacional. La revisión bibliográfica debe incluir en lo posible artículos científicos actuales, para evidenciar el conocimiento existente y el aporte de la Tesis propuesta. Esto es importante para el futuro artículo que resultará como producto de este trabajo)

#### **Antecedentes Internacionales**

Agarwal et al. (2019) analizaron las tendencias y el punto de cambio de las series de tiempo mensual, estacional y anual de la temperatura (máxima, media y mínima), precipitación, escorrentía y evapotranspiración en la Subcuenca Kesinga de la cuenca del Mahanadi, durante el período 1970-2015. Para evaluar la importancia y la magnitud de las tendencias, aplicaron la prueba no paramétrica de Mann-Kendall (MK) y la prueba de pendiente de Sen; mientras que, para determinar el punto de cambio utilizaron la prueba no paramétrica de Pettit. Como resultado obtuvieron que el punto de cambio es en el año 2000, y que las precipitaciones en el tiempo de monzón y anuales, así como la temperatura máxima, escorrentía y evapotranspiración tienen una tendencia creciente, al revés de lo que ocurre con la temperatura mínima, la temperatura media y la precipitación de post monzón e invierno. Así también determinaron, que el cambio de la cobertura del suelo de la región bosques, pantanos y tierras de barbecho a tierras de cultivo es la posible causa del punto de corte observado en la curva de doble masa y de las discrepancias en la tendencia de la precipitación y la escorrentía.

Hernández et al., (2019), analizaron el efecto de los cambios de las variables climáticas y de la cobertura del suelo en la reducción de la escorrentía de la cuenca del río Jucar. Para ello, evaluaron el comportamiento de la precipitación, temperatura media, temperatura mínima, y temperatura máxima del período 1950 – 2007, así como el comportamiento de las descargas naturalizadas de 1940 a 2012, en el que es evidente una drástica reducción de las descargas y la ocurrencia de sequías a partir de 1980. Para determinar la incidencia de las variables climáticas y de la cobertura vegetal en la escorrentía, utilizaron el modelo lluvia-escorrentía HBV, que fue calibrado para el período 1950 – 1979 y luego adaptado para simular las descargas del período 1980 – 2007. Los resultados indican que los cambios en las variables climatológicas explican parte de las variaciones de los aportes y las otras causas posibles son los cambios en la cobertura vegetal.

Peneiro y Vick (2017) identificaron, mediante pruebas estadísticas, puntos de cambio en el comportamiento de las series históricas de temperatura mínima, media y máxima, precipitación y caudal de 24 estaciones hidrométricas y 15 estaciones meteorológicas ubicadas en la Cuenca del río San Francisco. Para ello, utilizaron el



análisis de regresión lineal y las pruebas no paramétricas de Mann-Kendall y Pettitt. Los resultados presentados, confirman que la mayoría de las localidades evaluadas no registraron tendencias climáticas significativas, particularmente en la precipitación. El análisis de los datos de caudal no revela tendencias en las ubicaciones aguas arriba de la presa Sobradinho, pero sí agua abajo a partir de 1986, fecha en que entra en funcionamiento dicha presa.

Peneiro et al. (2016), evaluaron la ocurrencia de tendencias en las series temporales anuales de precipitación, temperatura mínima, temperatura media, temperatura máxima y caudales registrados en 18 estaciones meteorológicas y 27 estaciones hidrométricas localizadas en la cuenca hidrográfica Tocantins - Araguaia. En ese sentido, mediante un análisis de Regresión Lineal y las pruebas no paramétricas de Mann-Kendall y Pettitt identificaron posibles puntos de cambio en el comportamiento de dichas series temporales que, según su ubicación, tenían diferentes períodos de intervalo de tiempo. Los resultados muestran que en la mayoría de los sitios evaluados no se registraron tendencias, principalmente en la precipitación. Por otro lado, el análisis de los caudales y de la temperatura mostró ubicaciones con tendencias significativas. Los datos de caudal mostraron comportamientos diferentes para las tendencias entre los ríos Tocantins y Araguaia, destacando que antes y después de la represa Tucuruí, en el río Tocantins, hubo una tendencia positiva y negativa a partir de 1986, respectivamente, coincidiendo con el inicio de operación de la central hidroeléctrica de Tucuruí.

Figuroa (2016), analizó la variabilidad hidrometeorológica de la parte alta de la cuenca del río Chixoy, para lo cual, primero hizo la caracterización morfométrica de la cuenca y luego la sistematización, priorización y consistencialización de los datos diarios, mensuales y anuales de la precipitación y el caudal diario de 12 estaciones meteorológicas y 05 estaciones hidrométricas. Posteriormente se determinó los índices y tendencias de la precipitación y de las descargas con el Software RClimDex, asimismo se hizo el análisis de caudales extremos mediante métodos estadístico y software. Como resultado de ello, se determinó que la precipitación anual tenía una tendencia creciente en toda la cuenca, asimismo que los caudales medios también tenían una tendencia creciente, principalmente en las estaciones que se encontraban en la parte baja, debido al incremento de la pluviosidad.

Escalante y Amores (2014) realizaron el análisis de la variación espacial y temporal de las variables hidroclimáticas de la costa de Chiapas, debido a que dicha zona había sido afectada por algunos eventos de estiaje e inundaciones. Para ello, recolectaron datos de precipitación, temperatura máxima y mínima de 51 estaciones meteorológicas de 1960 al 2010, así como las descargas de 12 estaciones hidrométricas de 1964 al 2005. Para el análisis de tendencia aplicaron la prueba de Mann-Kendall a las series anuales y estacionales de precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, evapotranspiración y escurrimientos. En general, detectaron que en la mayor parte de la Costa de Chiapas se aprecian tendencias en las variables climáticas y en los escurrimientos a nivel de estaciones, que se traduce en áreas con mayor variabilidad climática que otras

Méndez y Martínez (2010), analizaron las tendencias hidroclimáticas recientes de dos cuencas representativas de isla en Puerto Rico, utilizando como indicadores la temperatura, la precipitación y los caudales de distintas estaciones. Inicialmente analizaron cada una de las estaciones de manera individual y luego hicieron un análisis de maneja conjunta a nivel de cuenca. Entre los resultados se tiene, que en ninguna de las cuencas pudieron establecer tendencias claras en la precipitación total anual. El análisis da como resultado que en una de las cuencas la temperatura



media anual aumenta ligeramente; mientras que, en la otra ocurrió lo contrario. Por otro lado, el caudal que discurre por los cauces de las cuencas ha disminuido en ambos casos; por lo que concluyen, que los factores climáticos por sí solos, no explican las variaciones que se observan en los caudales de los ríos estudiados.

Delgado (2011), determinó los efectos de la variabilidad climática y del cambio de cubierta del suelo sobre el balance hidrológico de las cuencas Sant Ponç y La Baells, ubicadas en la cabecera del río Llobregat. Para ello, evaluó las series de datos de temperatura, amplitud térmica, evapotranspiración, descargas y aportes del período 1949-2004, con el fin de caracterizar su variabilidad y determinar si ha habido cambios y tendencias; luego, identificó y analizó los cambios en la cubierta del suelo durante los últimos 50 años; y finalmente utilizó el modelo HYLUC para simular el efecto de la variabilidad climática y de los cambios en las cubiertas del suelo, sobre el balance hidrológico de la cuenca de Sant Ponç, especialmente durante el período seco de la serie.

Aparecida (2009), analizó las tendencias hidroclimáticas recientes y los cambios en el uso de los suelos de las cuencas de cabecera de los ríos Duero y Tajo, con datos de precipitación y temperatura correspondiente al período 1974 y 2004 de cinco estaciones meteorológicas y una estación hidrométrica para cada cuenca. Para ello, realizó un análisis de la relación entre precipitación media areal y aportaciones mediante ecuaciones de correlación; para finalmente concluir con un análisis cualitativo de la relación entre descargas con precipitación, temperatura y cobertura vegetal y uso actual de suelo. En base a ello, concluyó que la reducción de las descargas en las cabeceras de cuenca es consecuencia de las variaciones de diversos factores, que actúan conjuntamente con mayor o menor peso, según sea el caso; asimismo, que las cabeceras de cuenca son altamente sensibles al cambio, por lo que el análisis de su evolución y de sus tendencias son fundamentales para la planificación y gestión de los recursos hídricos.

Grosso et al. (2005), realizaron el análisis de las series temporales anuales de caudal y precipitación de algunas cuencas del Estado de Sao Paulo, con el objetivo de definir los períodos secos y húmedos, así como realizar un estudio exploratorio de los valores medios de estos parámetros. El análisis estadístico se realizó con los datos disponibles de cada cuenca; para lo cual, primero realizaron el análisis de consistencia mediante el método de doble masa y la completación de datos por medio de regresiones lineales. Luego procedieron a definir los períodos húmedos y secos, y posteriormente hicieron el análisis de autocorrelación de los datos, el análisis de tendencias (Man-Kendall) y las pruebas de cambios repentinos (Pettit), de manera independiente. Finalmente, cruzaron información de la variabilidad y tendencias de la precipitación con los caudales de cada una de las cuencas estudiadas, encontrando resultados muy dispersos que variaron según las particularidades de cada cuenca.

### **Antecedentes Nacionales**

Villar (2019), determinó el impacto de la variabilidad climática (temperatura y precipitación) en la producción agroalimentaria del período 2000 al 2050 en la Provincia Acomayo-Cusco. Para ello, utilizó la información de temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima y precipitación correspondiente a la estación meteorológica de Acomayo del 2000 al 2017, así como datos de producción proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Riego, de dicho período. Con dicha información, primero realizó la evaluación de variabilidad y tendencia de cada parámetro climático mediante sendas rectas de regresión; para luego, analizar el efecto de los factores climáticos en la producción agroalimentaria, mediante una



regresión múltiple.

### **Antecedentes regionales**

SENAMHI (2019), generó información hidroclimática para el distrito de Vilque del departamento de Puno, debido a que dicho distrito no cuenta con ninguna estación hidrometeorológica. Para ello, utilizó la información de la red de estaciones terrenas institucional del período 1995-2018; así como, de la base de datos grillados de PISCO correspondiente a la precipitación. Para ello, determinó los parámetros morfométricos de la zona de estudio, realizó el tratamiento de datos climático, extrapola los valores de las variables, generó caudales para cada unidad hidrográfica a partir de los datos del río Coata, y realizó la evaluación de sequías. Como resultado se tuvo la determinación del comportamiento promedio de la precipitación a nivel distrital, la disponibilidad hídrica por unidad hidrográfica y la persistencia de las sequías a nivel distrital.

Belizario (2014), evaluó el comportamiento de las variables climáticas del periodo 1966-2012 y su efecto en la actividad agrícola, con series históricas de temperatura y precipitación pluvial de nueve estaciones meteorológicas de las cuencas de los ríos Huancané y Ramis. Estas series hidrológicas, así como las de rendimiento de los cultivos, los sistematizó, corrigió y completó mediante un análisis de consistencia y homogeneidad. Los resultados obtenidos muestran que las temperaturas máximas tienden a incrementar en  $0.04^{\circ}\text{C/año}$ , las temperaturas medias incrementan  $0.025^{\circ}\text{C/año}$  y las mínimas no presenta cambios significativos; por otro lado, las precipitaciones tienden a disminuir, generando impactos significativos en los cultivos.

Arizaca (2013) evaluó los efectos de las variaciones de los elementos climáticos sobre la producción de los cultivos de papa y quinua en la vertiente del Lago Titicaca del Perú, a partir de los datos de clima del SENAMHI-Puno. Para ello seleccionó nueve estaciones meteorológicas representativas de los principales pisos ecológicos de la región, utilizando modelos estadísticos de regresión lineal múltiple, para lo cual previamente efectuó las pruebas de bondad de ajuste de los datos de producción y meteorológicos. Como resultado encontró, que las estaciones analizadas muestran en promedio una tendencia creciente de  $0.8^{\circ}\text{C/año}$  para la temperatura media, de  $1.4^{\circ}\text{C/año}$  para la máxima y de  $1.0^{\circ}\text{C/año}$  para la mínima; así también, que la precipitación total mensual tiene una tendencia positiva de  $0.209^{\circ}\text{C/año}$ , para el período 1963 -2012

### **VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)**

La variabilidad climática y los cambios de cobertura de la tierra influyen significativamente en los caudales de cabecera de cuenca del río Cabanillas, 1981-2016

### **VII. Objetivo general**

Determinar la influencia de la variabilidad climática y de los cambios de cobertura de la tierra en los caudales de cabecera de cuenca del río Cabanillas, 1981 – 2016.



### VIII. Objetivos específicos

- Establecer la influencia de la variabilidad climática en los caudales de cabecera de cuenca del río Cabanillas, 1981 – 2016.
- Establecer la influencia de los cambios de cobertura de la tierra en los caudales de cabecera de cuenca del río Cabanillas, 1981 – 2016.

### IX. Metodología de investigación (Describir el(los) método(s) científico(s) que se empleará(n) para alcanzar los objetivos específicos, en forma coherente a la hipótesis de la investigación. Sustentar, con base bibliográfica, la pertinencia del(los) método(s) en términos de la representatividad de la muestra y de los resultados que se esperan alcanzar. Incluir los análisis estadísticos a utilizar)

- **Acciones previas**
  - \* Se recopilará información cartográfica, temática y de la delimitación territorial de la zona de estudio en formato digital del Instituto Geográfico Nacional, Autoridad Nacional del Agua y otras bases de datos.
  - \* Se recogerá información de los parámetros climáticos e hidrológicos del SENAMHI, de los parámetros sociales del INEI, de las licencias de agua otorgadas por la ANA, de la actividad económico-productiva del MIDAGRI entre otros mediante fichas de registro de datos.
  - \* Se sistematizará información sobre los estudios de cobertura de la tierra y uso del suelo realizados por el PELT, el GORE PUNO y otros en formato digital.
  - \* Se procederá a la caracterización morfométrica de las subcuencas a partir de los Modelos de Elevación digital del MINAM; así como a la caracterización climatológica de la zona de estudio.
- **Establecimiento de la influencia de la variabilidad climática en los caudales de cabecera de cuenca del río Cabanillas, 1981 – 2016.**
  - \* Se realizará el análisis de homogeneidad, consistencia, completación y extensión de los datos hidrometeorológicos recopilados con el Ms Excel y los softwares Trend e Hydracces.
  - \* Se analizará la variabilidad de los parámetros climatológicos relevantes en condiciones del Fenómeno del Niño en cada subcuenca, mediante el método de las Anomalías con el Ms Excel.
  - \* Se generará un modelo hidrológico con los caudales, precipitación y evapotranspiración del río Verde, mediante un modelo hidrológico semi distribuido de la Plataforma Rs Minerve.
  - \* Se extrapolará el modelo hidrológico del río Verde a la subcuenca del río Cerrillos, para la generación de caudales de este último.
  - \* Se correlacionará la serie histórica de los parámetros relevantes del clima con las descargas de las subcuencas, para determinar el grado de influencia de aquellos sobre estos últimos.
- **Establecimiento de la influencia de los cambios de cobertura de la tierra en los caudales de cabecera de cuenca del río Cabanillas, 1981 – 2016**
  - \* Con la información de cobertura de la tierra y uso actual del suelo, elaborados a partir de las imágenes satelitales Landsat 5 y 8, se generarán mapas de



cobertura de la tierra y uso actual del suelo para cada subcuenca y para diferentes períodos de tiempo, según la metodología Corine Land Cover.

- \* Los diferentes tipos de cobertura de la tierra y uso actual del suelo se compatibilizarán con los caudales generados mediante el modelo hidrológico SWAT.

#### X. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)

- Agarwal, P., Pal, L., & Alam, M. A. (2019). Regional Scale analysis of hydro-meteorological variables in Kesinga sub-catchment of Mahanadi Basin, India. *Environmental Earth Sciences*, 78(15). <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8457-z>
- Agencia Estatal de Meteorología. (2018). Anomalía climática. Youtube.
- Aguamarket. (n.d.). Caudal natural [Diccionario]. Retrieved February 9, 2021, from <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?id=4788&termino=caudal+natural>
- Aparecida, L. (2009). Evolución climático-hidrológica reciente y cambios en los usos del suelo en diversas cuencas de cabecera de los ríos Duero y Tajo [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca]. <https://gredos.usal.es/handle/10366/76508>
- Arizaca Oblitas, J. E. (2013). Efectos del cambio climático en la producción de cultivos en la vertiente del Lago Titicaca [Tesis doctoral en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/249>
- Belizario, G. (2014). Impactos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno - Perú [Tesis doctoral en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Universidad Nacional del Altiplano]. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12303/Yana\\_Aydee\\_Quispe\\_Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12303/Yana_Aydee_Quispe_Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Camacho-Sanabria, J. M., Juan, J. I., Pineda, N. B., Cadena, E. G., Bravo, L. C., & Sánchez, M. (2015). Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y Bosques*, 21(1), 93–112. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712015000100008](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712015000100008)
- Consorcio Tecnalia - IH Cantabria. (2020). Guía para el análisis detallado de riesgo climático [Guía metodológica]. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1631>
- Correa, K., Avalos, G., Cubas, F., de La Cruz, G., & Díaz, A. (2020). Orientaciones para el análisis del clima y determinación de los peligros asociados al cambio climático [Nota Técnica]. senamhi. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-12.pdf>
- Delgado, M. J. (2011). Efecto de la variabilidad climática y de los cambios en las cubiertas del suelo sobre el balance hidrológico en la cabecera del río Llobregat [Tesis doctoral en Ciencia y Tecnología Ambiental, Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=Yj3z1KpuBYc%3D>



- Escalante-Sandoval, C., & Amores-Rovelo, L. (2014). Análisis de tendencia de las variables hidro climáticas de la Costa de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(1), 61–75.
- Figuroa, J. D. (2016). Análisis de la variabilidad hidrometeorológica en la parte alta de la cuenca del río Chixoy [Tesis de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4376/>
- Fundación M. J. Bustamante De La Fuente. (2010). Cambio climático en el Perú, Regiones del Sur (I. Vegas, Ed.). <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/cambio-climatico-peru-regiones-sur>
- Gobierno Regional Puno. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. (2016). Zonificación Ecológica Económica departamento de Puno. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Grosso, J. D., Moraes, J. M. de, Beduschi, C. E., & Martinelli, L. A. (2005). Análise de séries temporais de vazão e precipitação em algumas bacias do estado de são paulo con diferentes graus de intervenções antrópicas. *Geociencias - UNESP*, 24(2), 181–193. <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/9733>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2013). Glosario. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI\\_AR5\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf)
- Hernández-Bedolla, J., Solera, A., Paredes-Arquiola, J., & Roblero-Escobar, C. X. (2019). Análisis del cambio en las aportaciones hidrológicas en la cuenca del río Júcar a partir de 1980 y sus causas. *Ingeniería Del Agua*, 23(2), 141. <https://doi.org/10.4995/ia.2019.10582>
- Herrera, J. (2015). Generación y calibración de caudales medios mensuales mediante el modelo GR2M, en la cuenca del rio Coata (Vol. 0, Issue 0) [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/5508>
- Ibañez, A. J. (2018). Predicción de los cambios de cobertura y uso de la tierra al 2026 en cuenca de río Tocache [Universidad Nacional Agraria]. [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1413/AJIB\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1413/AJIB_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Instituto de Hidrología, M. y E. A. (2022). Cobertura de la tierra. <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>
- Instituto de Hidrología, M. y E. A.-U. N. de C. (2018). Variabilidad Climática y el cambio climático en Colombia. In Bogotá, D.C. [Documento Técnico]. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023778/variabilidad.pdf>
- Mamani, S. (2018). Modelamiento hidrológico semi distribuido con aplicación de Hydro-Bid: caso rio Verde Puno-Perú. <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/3729/ANA0002190.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Méndez, P. (2010). Tendencias hidro climáticas recientes y transformación del paisaje en la isla de Puerto Rico [Universidad de Salamanca]. <https://gredos.usal.es/handle/10366/83178>
- Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Intendencia de Recursos Hídricos. (2007). Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los ríos Cabanillas y Lampa - Tomo II [Hidrología].



[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/estudio\\_hidrologico\\_lampa\\_0\\_0\\_3.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/estudio_hidrologico_lampa_0_0_3.pdf)

Montealegre, J. E. (2009). Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala. [Informe final de las actividades desarrolladas en el marco del contrato de prestación de servicios No IDEAM 022 - 2009 INFORME].

Obando, W. (2016). Propuesta de herramientas hidrológicas en la normatividad vigente para el aprovechamiento de los recursos hídricos [Universidad Nacional Agraria La Molina].  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2760/P10-O23-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización Meteorológica Mundial. (2017a). Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normales climáticas.

Organización Meteorológica Mundial. (2017b). Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre la generación de un conjunto definido de productos nacionales de vigilancia del clima.  
[https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=4215](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4215)

Palacios, J. (2019). Evaluación de la dinámica del cambio de la cobertura y uso de la tierra.  
[http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/riesgos/2019/01\\_2019\\_EVALUACION\\_CCUT\\_BALSAPUERTO-MOYOBAMBA.pdf](http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/riesgos/2019/01_2019_EVALUACION_CCUT_BALSAPUERTO-MOYOBAMBA.pdf)

Penereiro, J. C., Martins, L. L. S., & Beretta, V. Z. (2016). Identificação de variabilidades e tendências interanuais em medidas Hidro-climáticas na região hidrográfica do Tocantins- Araguaia, Brasil. Revista Brasileira de Climatologia, 18(0). <https://doi.org/10.5380/abclima.v18i0.38840>

Penereiro, J. C., & Vick, V. F. (2017). Detecção de tendências hidroclimáticas interanual na bacia do rio São Francisco. Revista DAE, 65(208), 88–107. <https://doi.org/10.4322/dae.2017.009>

Pilares, I. (2018). Disponibilidades Hídricas Reguladas del Reservorio Lagunillas y Río Verde para usos múltiples en la cuenca del río Cabanillas [Universidad Nacional Agraria - La Molina].  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3675>

Rodríguez, E., & Suazo, L. (2017). Introducción al cambio climático (Primera Ed). [https://www.shareweb.ch/site/DRR/Documents/Related\\_Sectors/Publication\\_Introduction\\_Climate\\_Change\\_Zamorano\\_Spanish.pdf](https://www.shareweb.ch/site/DRR/Documents/Related_Sectors/Publication_Introduction_Climate_Change_Zamorano_Spanish.pdf)

Ruiz-Ochoa, M. A., Vargas-Corredor, Y. A., Orduz-Amaya, L. P., Torres-Corredor, J. S., Ruiz-Ochoa, M. A., Vargas-Corredor, Y. A., Orduz-Amaya, L. P., & Torres-Corredor, J. S. (2022). Variabilidad climática en la planificación hídrica de la cuenca del río Cravo Sur (Casanare, Colombia). Información Tecnológica, 33(4), 117–124. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000400117>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2019). Caracterización hidroclimática del distrito de Vilque - Puno.  
<http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>

Universidad de Colima. (2022). Glosario de términos de uso frecuente en la investigación.  
[https://recursos.ucol.mx/tesis/glosario\\_terminos\\_investigacion.php?buscar=M](https://recursos.ucol.mx/tesis/glosario_terminos_investigacion.php?buscar=M)



**INDICADORES DE RESULTADOS**

Velásquez, J. J. (2019). Análisis de los cambios de cobertura y uso actual de la tierra de la Cuenca del río Coata mediante imágenes satelitales, período 2003-2018. Universidad Nacional del Altiplano.

Villar, L. (2019). Efectos de la variabilidad climática (Temperatura y Precipitación) en la seguridad alimentaria en Acomayo - Cusco [Tesis de Magister Scientiae en Nutrición Pública, Universidad Nacional Agraria - La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3866>

Zarza, L. (2022). ¿Qué es El Niño? <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-nino>

**XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)**

- Elaboración de propuestas de restauración del ecosistema de la cabecera de cuenca del río Cabanillas

**XII. Impactos esperados**

**i. Impactos en Ciencia y Tecnología**

El conocimiento del comportamiento de las variables hidroclimáticas en la cabecera de cuenca de la vertiente del Lago Titicaca en un contexto de cambio climático.

**ii. Impactos económicos**

El trabajo de investigación no genera impactos económicos de manera directa; sino a partir de las propuestas de restauración del ecosistema que se puedan plantear.

**iii. Impactos sociales**

El trabajo de investigación no genera impactos sociales de manera directa; sino a partir de las propuestas de restauración del ecosistema que se puedan plantear.

**iv. Impactos ambientales**

El trabajo de investigación no genera impactos ambientales de manera directa; sino a partir de las propuestas de restauración del ecosistema que se puedan plantear.

**XIII. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)**

Movilidad



Laptop

Libreta de apuntes

Fichas de recojo de datos

**XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)**

**A. Ubicación política**

El área de estudio abarca políticamente:

- Región: Puno
- Provincia: Lampa
- Distritos: Paratía, Santa Lucía

**B. Delimitación hidrográfica**

El área de estudio corresponde a las Subcuencas de los ríos:

- Cerrillos
- Verde

Que hidrográficamente pertenecen a:

- La Subcuenca del río Cabanillas
- Cuenca del río Coata
- Vertiente: Lago Titicaca

**C. Ubicación geográfica**

- UTM WGS84 N 8275270 a 8379870
- UTM WGS84 E 306116 a 324518

**D. Demarcación administrativa**

- La Autoridad Local de Aguas de Juliaca es la encargada de administrar los recursos hídricos de la Cuenca del río Coata, del cual forma parte el área de estudio.

**E. Delimitación altitudinal**

- El ámbito de estudio se extiende desde los 3950 a 5400 m.s.n.m.



Figura 1: Ubicación sub cuencas de los ríos Verde e Ichocollo.

### XV. Cronograma de actividades

Actividad	Mes												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Visita de reconocimiento del área de estudio	X												
Recopilación de información		X	X										
Caracterización morfométrica de las subcuencas				X									
Análisis de la información hidrometeorológica					X								
Análisis de variabilidad climática					X								
Generación modelo hidrológico_subcuenca río Verde						X							
Extrapolación modelo hidrológico_subcuenca río Cerrillo						X							
Análisis correlación clima - descargas						X							
Validación datos cobertura de la tierra y uso de la tierra							X	X					
Elaboración de mapas de cobertura de la tierra y uso actual del suelo								X	X				
Análisis de correlación de tipo de cobertura y uso actual del suelo con descargas									X				
Elaboración de borrador de informe final										X			
Elaboración de artículo científico											X	X	
Presentación artículo científico													X

### XVI. Presupuesto

DESCRIPCION	U.M.	CANT	CU (S/.)	TOTAL (S/.)
MATERIALES, SERVICIOS DE PAPELERIA				
a. Materiales de escritorio		Glob.	2000	2000
b. Impresiones		Glob.	500	500



c. Reproducción de mapas, planos, textos		Glob.	1000	1000
<b>SERVICIOS DIVERSOS Y RECURSOS HUMANOS</b>				
a. Asesoramiento/capacitaciones	Unid	2	1000	2000
b. Viáticos	Día	10	100	1000
c. Personal de apoyo-campo	Día	10	300	3000
d. Personal de apoyo-gabinete	Día	20	150	3000
e. Alquiler movilidad	Día	10	150	1500
f. Imprevistos		Glob.	3000	3000
<b>TOTAL</b>				<b>17,000</b>