



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Siempre
con el pueblo



Microcuenca Apacheta-Ayacucho:

Amenaza de déficit hídrico

Segunda Edición Diálogo Académico: Aportes de la Ciencia a Nuestro Desafío Climático (NDC)

Diciembre 2021 - Lima, Perú



GRUPO IMPULSOR DE
ACCIÓN CLIMÁTICA
DE LA ACADEMIA

MICROCUCENCA APACHETA-AYACUCHO: AMENAZA DE DÉFICIT HÍDRICO

Wilmer Moncada ¹  Bram Willems ² 

¹ Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

² Centro de Competencia del Agua, Lima, Perú

Email: wilmer.moncada@unsch.edu.pe, bwillems@cca.org.pe

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, la cabecera de la cuenca Cachi o microcuenca Apacheta, ubicada en la región Ayacucho, se encuentra expuesta a diferentes situaciones problemáticas como la minería ilegal, sobre pastoreo, deshielo de sus nevados y degradación de bofedales; los que afectan a la producción de agua en zonas de recarga de suelo, subsuelo y acuíferos. Estos aspectos influyen directamente en sus ecosistemas, según pisos altitudinales, pudiendo ser afectados por el incremento de la temperatura del aire o superficial del suelo debido al calentamiento global, obligando a los ecosistemas a consumir sus reservas hídricas en meses de estiaje.

Asimismo, los ecosistemas de pastizales y turberas o bofedales son frágiles, poniendo su sostenibilidad en peligro frente a estas amenazas, reduciendo notablemente las concentraciones de carbono (Huamán et al., 2020). Las precipitaciones, de acuerdo con el ciclo hidrológico en sus tres estadios (lluvioso, intermedio y seco), han disminuido en los últimos años, afectando la captación de caudal en la primera bocatoma y, por ende, el almacenamiento de agua en la presa Cuchoquesera, impactando negativamente en la demanda de agua para consumo humano, industrial y agrícola-ganadera, muchas veces por encima de su disponibilidad hídrica, así como el buen estado ecológico de la microcuenca que, a largo plazo, se puede intensificar significativamente a manera de déficit hídrico (Moncada & Willems, 2020a).

Otra de las causas más pronunciadas es el rápido derretimiento de la nieve en los nevados, provocando que su cobertura disminuya considerablemente en los últimos años, que se traduce en escorrentías superficial y subsuperficial (Pereda et al., 2018), por efecto del incremento de la temperatura superficial del suelo principalmente en la zona nival (Moncada & Willems, 2020b) y de la disminución de la precipitación, haciendo que los ecosistemas consuman sus reservas hídricas, influyendo en la disminución del caudal de la microcuenca.

En ese sentido, es necesario preservar los valores ecológicos en el cauce de la microcuenca, mostrando su sensibilidad en el momento de satisfacer adecuadamente las diferentes demandas con respecto a la oferta disponible de agua, necesarias para la propuesta de políticas de protección de la microcuenca Apacheta como fuente de producción de agua y principal proveedor a la presa Cuchoquesera.

2. HALLAZGOS

La microcuenca Apacheta de área 14 348.21 ha, altitud mínima de 4 112 m s. n. m. y altitud máxima de 5 045 m s. n. m. (Pereda et al., 2018), presenta un caudal máximo de 27 m³/s en periodos muy cortos y con caudal medio de 3.61 m³/s, lo que supone que si la oferta de caudal es mayor que la demanda, entonces la microcuenca Apacheta tendrá la capacidad de satisfacer la demanda sin necesidad de almacenamiento, situación que por el momento se presenta debido a que el caudal medio se encuentra en un porcentaje de tiempo de probabilidad de 34.7 %, según su curva de duración de flujo.

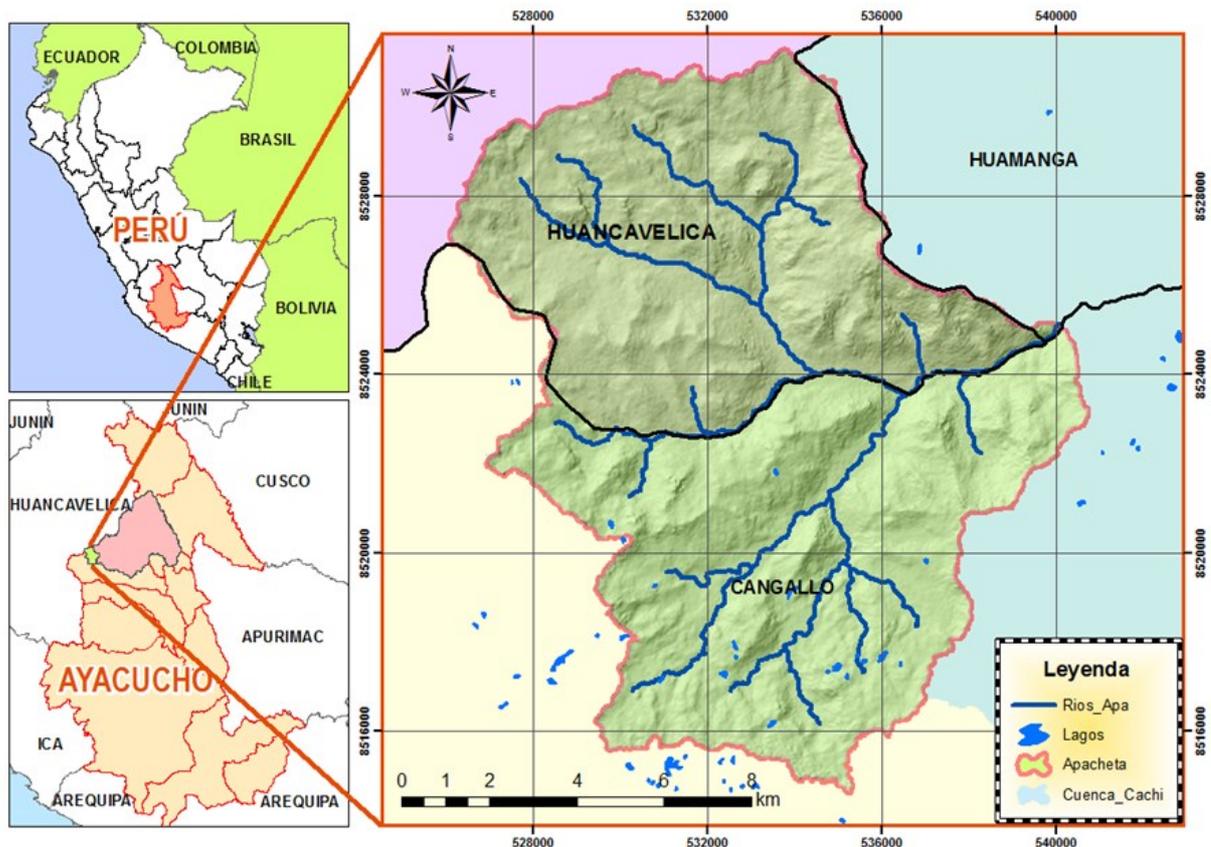


Figura 1. Ubicación política y geográfica de la microcuenca Apacheta, región Ayacucho, Perú (Pereda et al., 2018).

La aplicación del Sistema de Modelado de Precipitación y Escorrentías, versión IV (PRMS-IV) permite realizar un balance hídrico y simular el caudal de salida en la microcuenca, debidamente validado, a partir de datos de cobertura de vegetación, humedad de suelo, nieve e información climática, distribuida en 31 Unidades de Respuesta Hidrológica (HRUs) que la conforman (Leavesley et al., 1983; Markstrom et al., 2008). La evaluación del caudal diario, desde el 1 de enero de 2000 al 31 de diciembre de 2018, con un modelo de tendencia anual (figura 2), muestra un significativo decrecimiento de 1.56 m³/s, equivalente al 36.1 % con respecto a su valor inicial, en 19 años, donde los picos mínimos coinciden con las sequías, siendo la del 2016 la más reciente, posiblemente por la variación de algunos parámetros hidrológicos y climáticos, como la disminución de la precipitación, el incremento de la temperatura superficial del suelo, el aumento de la evapotranspiración, la disminución de la

cobertura nival o el incremento de la temperatura máxima del aire en la microcuenca Apacheta. Este escenario futuro se evidencia con la información brindada por la oficina de operaciones y mantenimiento (OPEMAN) de la cuenca Cachi, encargados del manejo de datos de aforo y de la estación hidrometeorológica Apacheta, siendo la no automatización de estos una limitación para los resultados, dado que no se pueden expresar en tiempo real.

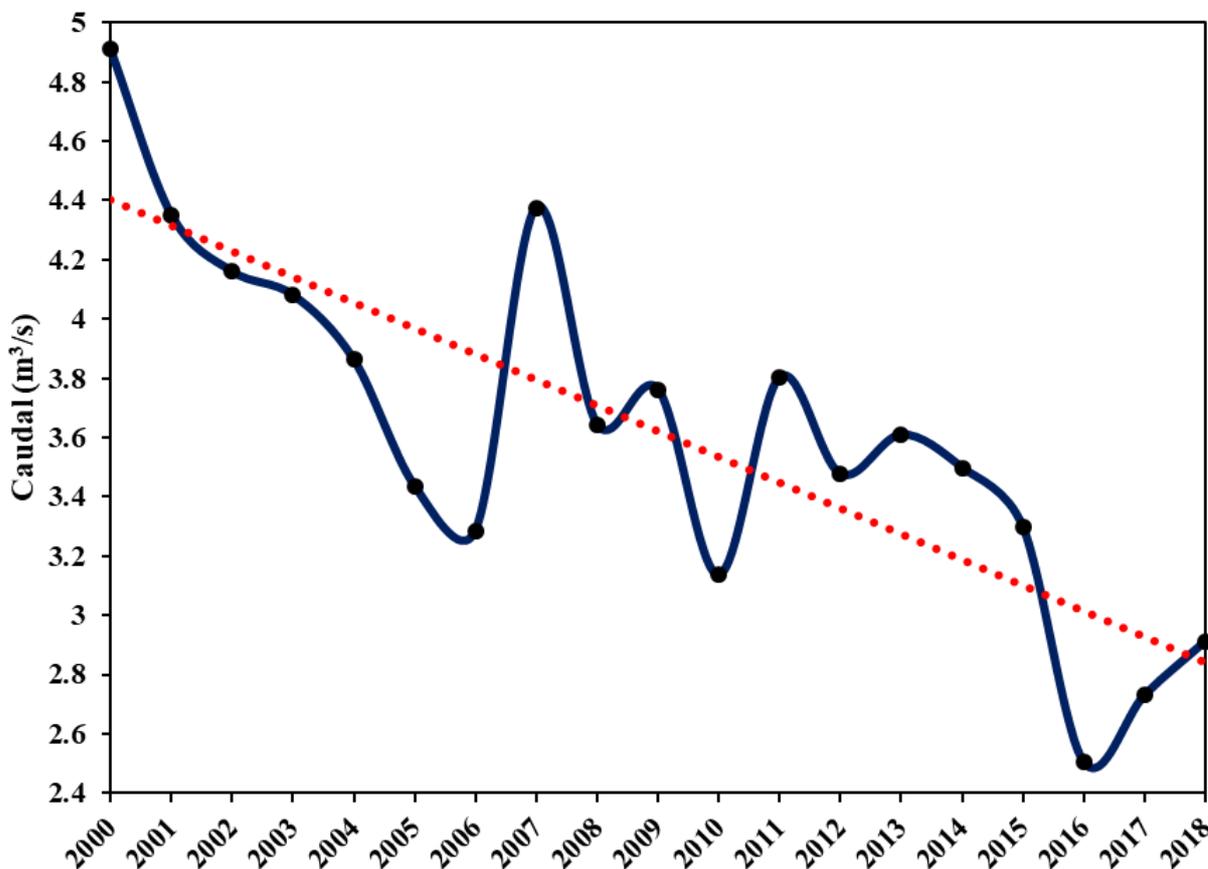


Figura 2. Tendencia anual del caudal medio anual simulado con PRMS-IV en la microcuenca Apacheta, desde el año 2000 al 2018.

La figura 3 muestra el pronóstico del caudal medio mensual simulado en el punto de aforo en la primera bocatoma Apacheta (línea roja), los datos ajustados al modelo (línea azul), los datos modelados que siguen la estacionalidad (línea verde) y la sombra gris correspondiente al rango de probabilidad de los datos pronosticados, verificándose el mismo comportamiento de la línea de tendencia anual (figura 1), donde se espera que a finales del 2023 el caudal medio anual de salida sea de 2.33 m³/s, con una disminución del 46.1 % muy cerca al caudal ecológico, que es 2.24 m³/s. Es importante resaltar que las predicciones se han realizado dentro del plazo de 5 años, que es el tiempo necesario para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes, priorizando a nivel del Gobierno Regional de Ayacucho una cartera de proyectos relacionados con la siembra y cosecha del agua de acuerdo con el Reglamento de la Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MINAM, 2016), y la priorización de la protección y conservación de áreas de recarga hídrica como las cabeceras de cuenca dentro del programa Sierra Azul.

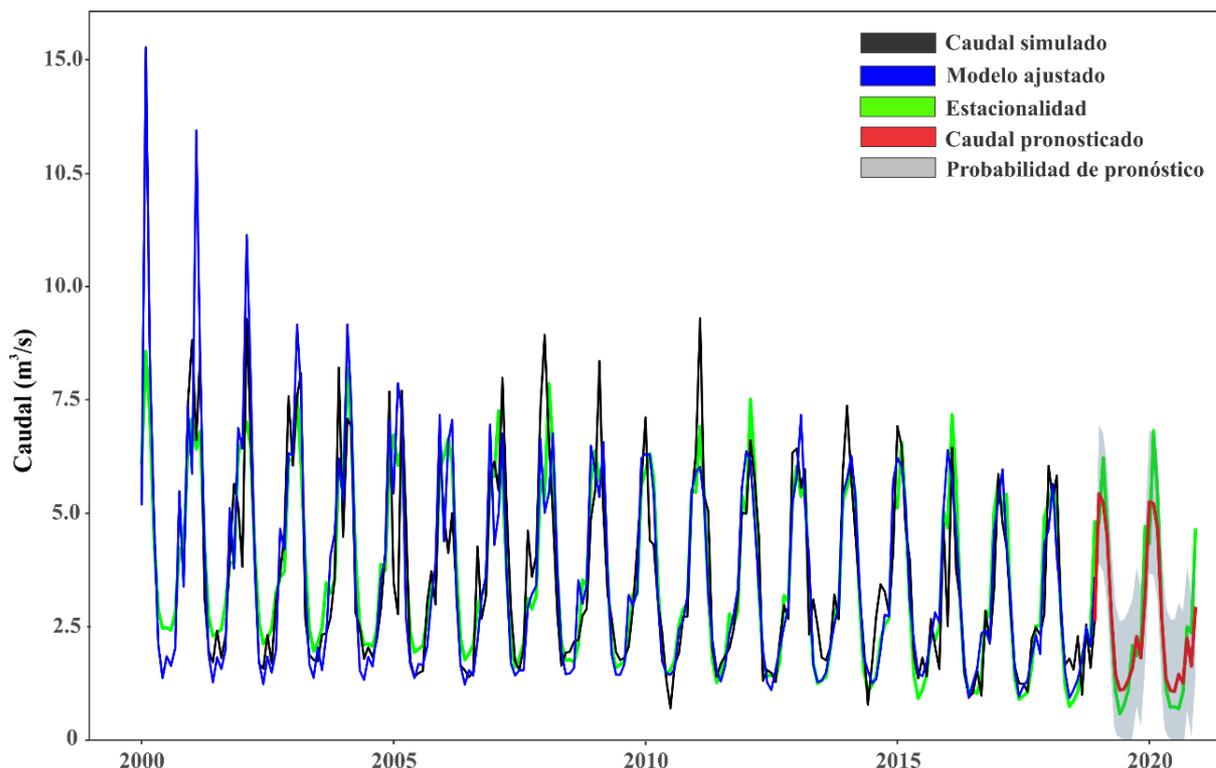


Figura 3. Pronóstico del caudal medio mensual de salida simulado con PRMS-IV en la microcuenca Apacheta, desde enero de 2000 a diciembre de 2018.

Al comparar la estacionalidad del caudal de salida con el caudal ecológico de la microcuenca Apacheta (figura 4), se observa que ambos mantienen un similar patrón de comportamiento durante los doce meses del año. A pesar de ello, el caudal de salida se acerca al caudal ecológico en los meses de mayo, junio, julio y agosto, lo cual indica que en estos meses el caudal de salida es muy bajo con una tendencia de escasez de agua, ya que estos meses corresponden al estadio seco (Moncada et al., 2020). La determinación del caudal ecológico garantiza un caudal necesario para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los ecosistemas de la microcuenca.

Considerando que la bocatoma Apacheta fue construida en el año 1985, no tiene las consideraciones de los parámetros impuestos en la normativa de la Resolución Jefatural 267-2019-ANA (ANA, 2019), lo cual evidencia la no sostenibilidad del trasvase a la presa de Cuchoquesera, siendo preocupante en los últimos años, tal como se demuestra en la evaluación de la tendencia anual y el pronóstico del caudal de salida en la microcuenca Apacheta.

En base a estos posibles escenarios y teniendo en cuenta el crecimiento poblacional en la ciudad de Ayacucho, se estima que a finales del año 2025 el caudal medio anual se encontrará por debajo del caudal ecológico. Entonces, si se considera que la oferta de agua disminuye y que la demanda debido al crecimiento poblacional aumente, se espera una probable escasez de agua en la microcuenca Apacheta, dado que no tendrá la capacidad de satisfacer dicha demanda.

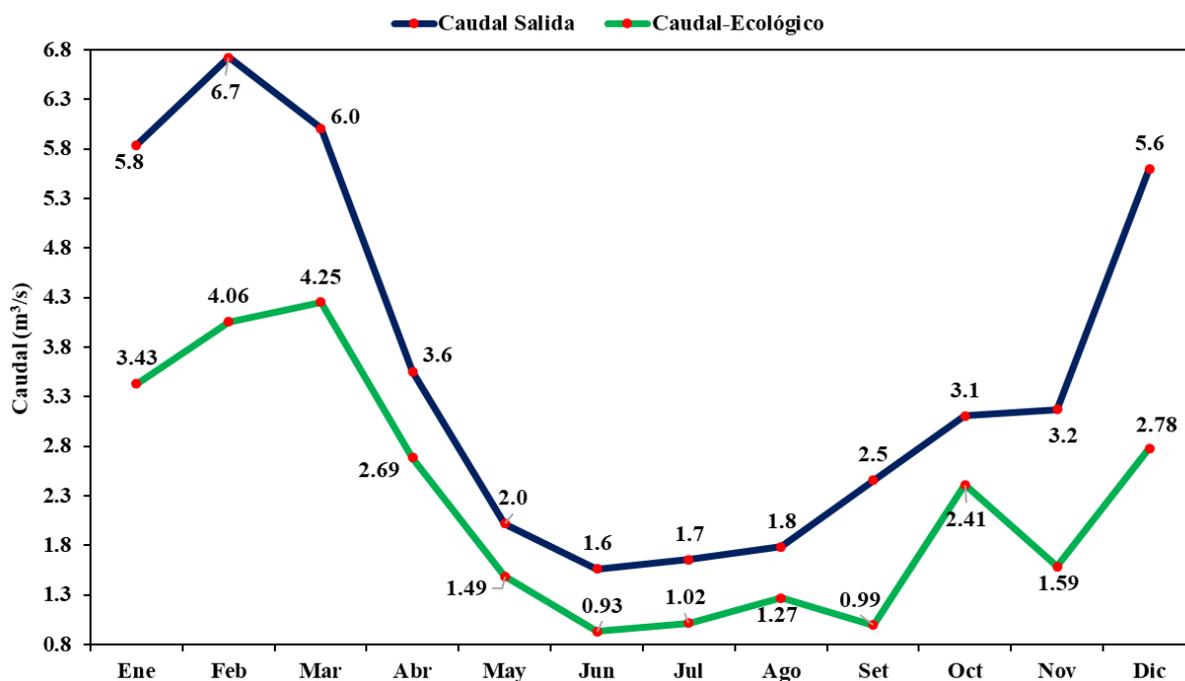


Figura 4. Comparación del caudal de salida estacional con el caudal ecológico de la microcuenca Apacheta.

Medida de adaptación/mitigación

- **AGU2:** Implementación de intervenciones para la siembra y cosecha de agua. La intervención de la academia fortalecería los programas con el sustento técnico-científico, dado que muchas de las qochas sufren degradación y escases de agua en épocas de estío.
- **AGU24:** Conservación y recuperación de la infraestructura natural para la regulación y provisión del servicio ecosistémico hídrico en cuencas vulnerables al cambio climático. La recuperación de las técnicas ancestrales y su aplicación permitiría hacer frente a la escases hídrica.
- **AGU25:** Implementación de Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones, sequías, aluviones y peligros de origen glaciar en cuencas vulnerables al cambio climático. Esto permitirá el manejo de datos hidrometeorológicos en tiempo real, provenientes de estaciones de medición de manera automatizada, para la realización de pronósticos de ocurrencia de eventos extremos, como es el caso de heladas, muy frecuentes en estas zonas altoandinas.
- **AGU29:** Promover el incremento de los mecanismos de articulación multisectorial y multiactor para Gestión Integrada de Recursos Hídricos, ante los efectos del cambio climático. La participación de la academia fortalecería estos mecanismos, además de contribuir de manera acertada en la toma de decisiones.
- **BOS2:** Restauración de ecosistemas para mantener la conectividad del paisaje y reducir impactos ante eventos climáticos extremos.
- **ECE1:** Combinación de energías renovables. Por ejemplo, el uso de la energía eólica ayudaría en la mitigación de la escasez hídrica, transformando el vapor de agua en las nubes a su estado líquido.

- **USCUSS7:** Plantaciones forestales con fines de protección y/o restauración. Se debe realizar con plantas nativas, atractores de agua, por ejemplo, los queñuales.

3. OPCIONES DE ACCIÓN

En un contexto de cambio climático con una posible disminución del caudal de salida en la microcuenca Apacheta que afecte de manera directa el trasvase a la presa Cuchoquesera y por ende al consumo poblacional, agrícola y ganadera, es necesario manifestar lo siguiente:

- Frente a los escenarios futuros de déficit hídrico en la microcuenca Apacheta, se recomienda el almacenamiento de agua mediante el uso de técnicas ancestrales, además del fortalecimiento de programas de siembra y cosecha de agua, la búsqueda de fuentes de agua subterránea o la construcción de presas, promovidas por el gobierno local, gobierno regional u ONG de manera mancomunada con los investigadores especialistas en el tema, pertenecientes a entidades científicas y académicas nacionales o internacionales.
- Fortalecer la buena conducta comunal en la construcción de zonas de embalse de agua o también de sistemas Qochaqocha con técnicas ancestrales, pero dado que solo captarán la mayor parte de volumen de agua en épocas de precipitación y se verán degradadas por la sedimentación y la velocidad del viento en época de estíos, es necesario aportarles un valor agregado desde la academia para su realización responsable y con criterio técnico y científico, garantizando su funcionalidad al 100 %.
- Desarrollar una política regional de protección y conservación de las cabeceras de cuenca en la región Ayacucho, en especial de la microcuenca Apacheta como zona de recarga hídrica y principal proveedor de la presa Cuchoquesera.



Figura 5. Río Apacheta en la bocatoma Apacheta, el pronóstico del caudal aforado estima un déficit hídrico.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA (Autoridad Nacional del Agua). 2019. Resolución No. 267–2019: Aprobación de lineamientos generales para determinar caudales ecológicos. Diario Oficial El Peruano (Normas Legales), XXXVI (1517): 8-9. Viernes 6 de diciembre. Lima / Perú. <https://busquedas.elperuano.pe/download/full/50KiirONKuAAsuYUVHSGla>.

Huaman, Y., Moreira-Turcq, P., Espinoza, R., Llanos, R., Apaéstegui, J., Turcq, B., & Willems, B. (2020). Influencia de los cambios climáticos en la acumulación de carbono en Bofedales Altoandinos durante los últimos 2 500 años. *Ecología Aplicada*, 19(1), 35-41. <https://doi.org/10.21704/rea.v19i1.1444>

Leavesley, G. H., Lichty, R. W., Troutman, B. M., & Saindon, L. G. (1983). *Precipitation-runoff modeling system; user's manual* (USGS Numbered Series N.º 83-4238; Water-Resources Investigations Report, p. 214). U.S. Geological Survey, Water Resources Division. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/wri834238>

Markstrom, S., Niswonger, R., Regan, R. S., Prudic, D., & Barlow, P. (2008). *GSFLOW—Coupled Ground-Water and Surface-Water Flow Model Based on the Integration of the Precipitation-Runoff Modeling System (PRMS) and the Modular Ground-Water Flow Model (MODFLOW-2005)* (p. 254). U.S. Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/tm/tm6d1/pdf/tm6d1.pdf>

MINAM (Ministerio del Ambiente). 2016. Decreto Supremo N° 009-2016-MINAM: Aprobación del Reglamento de la Ley N° 30215, “Ley de Mecanismos de Retribución por

Servicios Ecosistémicos". Diario Oficial El Peruano (Normas Legales), XXXIII (13745): 593739-593745. Lima / Perú.

<https://busquedas.elperuano.pe/download/full/CljZHnW9awWAX9rwPZcaou>.

Moncada, W., & Willems, B. (2020a). Tendencia anual del caudal de salida, en referencia al caudal ecológico en la microcuenca Apacheta / Ayacucho / Perú, del 2000 al 2018. *Ecología Aplicada*, 19(2), 93-102. <https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1560>

Moncada, W., & Willems, B. (2020b). Spatial and temporal analysis of surface temperature in the Apacheta micro-basin using Landsat thermal data. *Revista de Teledetección*, 0(57), 51-63. <https://doi.org/10.4995/raet.2020.13855>

Moncada, W., Willems, B., & Rojas, J. (2020). Estimación de estadios estacionales a partir de parámetros climáticos medidos en la estación meteorológica de la microcuenca Apacheta, Región Ayacucho, 2000 al 2018. *Revista de Investigación de Física. UNMSM*, 23(2), 17-- 25. https://fisica.unmsm.edu.pe/rif/previo_files/2020-2/03moncada.pdf

Pereda, A., Moncada, W., & Verde, L. (2018). *Respuesta nival de la cabecera de cuenca Cachi-Apacheta de Ayacucho: Vol. I*. Editorial Académica Española. <https://www.morebooks.shop/store/es/book/respuesta-nival-de-la-cabecera-de-cuenca-cachi-apacheta-de-ayacucho/isbn/978-620-2-12620-5>