

## Valoración de servicios ambientales de Lagunas Altoandinas bajo una visión ecosistémica, Microcuenca Caballo Norte, Perú

A. RODRÍGUEZ, W. UGARTE, A. PAREDES, E CANO

Universidad Nacional de Trujillo

<https://orcid.org/0000-0002-4656-9871>, <https://orcid.org/0000-0003-0631-4900>,  
<https://orcid.org/0009-0005-1196-6673>, <https://orcid.org/0000-0001-6274-752X>,  
[rodriguezcastilloandres1@gmail.com](mailto:rodriguezcastilloandres1@gmail.com)

Submitted January 27, 2024 - Accepted December 23, 2024

DOI: 10pts.15628/holos.2024.16773

### ABSTRACT

Las lagunas además de ser un ecosistema hídrico de importancia ecológica es de igual manera una fuente de aprovechamiento económico, social, cultural y ambiental. Con el propósito de evaluar bajo una visión ecosistémica el valor económico de los servicios ambientales de las lagunas Altoandinas de Quiruvilca, Perú se aplicó el método de Valoración Contingente (MVC) y así conocer su valor hipotético del mercado. Se identificaron los servicios ambientales ofrecidos por el complejo hidrológico encontrándose entre los tres

primeros el almacenamiento de agua, abastecimiento de agua de riego y abastecimiento de agua para animales. Se calculó la disposición a pagar (DAP) por los servicios ambientales, reportándose valores entre 1,00 y 50,00 soles, así como un valor anual con referencia a la disponibilidad a pagar de 3 395 797,33 soles. Con estos resultados se estima aportar información valiosa para los entes competentes y así poder fortalecer su desarrollo económico, ambiental y cultural.

**KEYWORDS:** Lagunas altoandinas, Método valoración contingente, Microcuencas, Servicios ambientales, Valoración económica.

### Avaliação dos serviços ambientais de Lagunas Altoandinas sob uma visão ecossistêmica, Microbacia Caballo Norte, PeruRESUMO

As lagoas, além de serem um ecossistema aquático de importância ecológica, são também fonte de aproveitamento econômico, social, cultural e ambiental. Com o objetivo de avaliar, sob uma visão ecossistêmica, o valor econômico dos serviços ambientais das lagoas altas andinas de Quiruvilca, Peru, aplicou-se o método de Avaliação Contingente (MVC) e assim conhecer seu hipotético valor de mercado. Foram identificados os serviços ambientais oferecidos pelo complexo hidrológico, com

armazenamento de água, abastecimento de água para irrigação e abastecimento de água para animais entre os três primeiros. Foi calculada a disposição a pagar (DAP) por serviços ambientais, reportando valores entre 1,00 e 50,00 soles, bem como um valor anual com referência à disposição a pagar de 3.395.797,33 soles. Com estes resultados estima-se fornecer informação valiosa para as entidades competentes e assim poder reforçar o seu desenvolvimento econômico, ambiental e cultural.

**Palavras chave:** Lagoas altas andinas, Método de avaliação contingente, Microbacias, Serviços ambientais, Valorização econômica.

## 1 INTRODUCCIÓN

El recurso agua a pesar de ser reconocido a través del tiempo como un elemento invaluable y necesario en la tierra para el desarrollo de cualquier tipo de organismo vivo, su calidad y cantidad han sido alteradas en los últimos tiempos ya sea por afectaciones ambientales resultado de ciertas actividades humanas como el incremento poblacional, cambio de la cubierta terrestre, desarrollo urbanístico, industrialización, entre otros, generando pronósticos para el año 2030 de un acrecentamiento de la eutrofización en todos los espejos a nivel mundial con una posible pérdida de ecosistemas (Yang et al. 2020).

Los ecosistemas de agua dulce como lagos, lagunas, acuíferos y humedales representan menos del 0,01 % del agua superficial de la Tierra, a pesar de ello es considerado como el entorno más rico en especies del planeta, presentando aproximadamente entre el 10 y el 12 % de todas las especies conocidas, con una diversidad biológica única caracterizadas por presentar un elevado nivel de endemismo (Tognelli et al. 2018). Es bien conocido que las lagunas son una fuente agotable de beneficios económicos, sociales, culturales y ambientales (Sannigrahi et al., 2020; Gioglio et al., 2019; Rewitzer et al., 2017).

Para Moreno (2021) existen los servicios ambientales de provisión los cuales son considerados como aquellos bienes o recursos que suministran los ecosistemas, los cuales se han sido aprovechados por los humanos desde sus inicios lo que genera una interacción o dependencia que ha asegurado su permanencia a través del tiempo, dichos servicios son los reconocidos en cierta manera por la población en estudio, en este sentido, Zurita et al., 2020 consideran que la sociedad muestra una creciente inquietud por el estado del medio ambiente, reconociendo que depende de los recursos naturales para generar los productos de consumo necesarios para su subsistencia.

Si bien es cierto que cada individuo o colectivo percibe e interactúa con el medio ambiente según su formación, cultura, condición socioeconómica y capacidad cognitiva (Busato et al. 2015), estos servicios evidencian cómo los ecosistemas, ya sean naturales, seminaturales o artificiales, reflejan de manera directa su contribución al bienestar humano. Estos servicios comprenden beneficios económicos, sociales y ambientales que los seres humanos obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas, (Álvarez-Codoceo et al. 2021). incluyendo provisión de recursos, regulación de procesos naturales, servicios culturales y soporte para otros servicios ecosistémicos.

La conservación que incorpora criterios de sostenibilidad debe reconocer esta relación intrínseca, pues mantener ecosistemas funcionales es crucial para sostener la calidad de vida y la resiliencia frente a amenazas como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Además, la valoración económica de los servicios ecosistémicos y los mecanismos económicos como los pagos por servicios ambientales pueden incentivar su conservación, aunque su efectividad depende del contexto específico y requiere una gobernanza ambiental adecuada. (Eckhardt 2023).

En el caso de los humedales ubicados en las zonas altoandinas, suelen distinguirse por ofrecer múltiples servicios ecosistémicos, entre los que sobresale el suministro de agua para las comunidades cercanas, además de facilitar el riego de tierras agrícolas, apoyar la generación de energía hidroeléctrica y proporcionar agua para el consumo humano en áreas situadas aguas abajo. (Fuentealba y Mejía (2016).

De igual manera aprovisionan a las comunidades de fibras vegetales, alimentos, recursos genéticos, sirviendo además de almacenamiento y regulación de caudales, con un papel muy importante en la captura de carbono; además de ser conocido como un importante patrimonio cultural gracias a su valor espiritual y religioso por parte de sus comunidades originarias, comunidades que de alguna manera deben ser tomados en cuenta para gestionar de manera efectiva cualquier ecosistema (WWF 2005).

La cordillera de los Andes es considerada como una zona importante debido a que la mayoría de las grandes culturas y economías se abastecen del recurso agua, siendo este recurso fundamental para que se lleven a cabo las actividades productivas en los valles y zonas costeras, siendo considerados además como ecosistemas funcional y biológicamente complejos, esto debido a que además de abastecer del vital líquido a una gran cantidad de servicios presentan una alta diversidad de especies; por lo que sus servicios ambientales generalmente son costosos y difíciles de sustituir cuando los mismos son degradados (Zapata - Paullini et al. 2023).

Por lo antes expuesto puede decirse que los humedales son uno de los ecosistemas con mayor productividad y valor económico a nivel mundial, esto debido a que proveen beneficios y servicios fundamentales, en donde se extrae parte del dióxido de carbono emitido a la atmósfera, favoreciendo a la presencia de la diversidad biológica, por lo que cualquier tipo de afectación ambiental observado en dicho ecosistema afecta de manera directa su valor económico (Guerrero et al. 2022).

Por esta razón por la cual, la valoración económica de un ecosistema puede ser considerada útil desde el punto de vista político favoreciendo la toma de decisiones en temas de planificación y gestión ambiental porque lleva la discusión al área financiera (Iwan et al. 2017); es decir, la valoración económica viene a ser un instrumento que permite valorar en términos financieros los bienes y servicios ecosistémicos, así posean o no un valor en el mercado; en este sentido la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos como componente de la economía ambiental es una herramienta que favorece marcadamente el proceso de toma de decisiones económicas y ambientales; de igual manera, favorece el mejoramiento de la administración de los recursos naturales y los posibles riesgos de desastres ecológicos (Portela et al. 2019).

Cualquier método utilizado para la valoración económica ambiental se basa en la idea del valor económico total de un recurso natural o servicio ecosistémico, valor que es asignado por todas las personas que se benefician de dicho servicio, ya sea de manera directa, indirecta o con la posibilidad de utilizarlo en el futuro. (Girmaye et al. 2023).

Al respecto, un estudio en la cuenca del río Cachi, Ayacucho, Perú, aplicó el Método de Valoración Contingente para estimar la disposición a pagar (DAP) y a aceptar (DAA) por la conservación de servicios ecosistémicos hídricos vinculados a usos agropecuarios. Los resultados mostraron que el 90.6% de los productores están dispuestos a pagar hasta S/ 74.87 por hectárea por campaña para mantener la calidad del agua, mientras que el 92% de los pobladores altoandinos aceptarían una compensación mínima de S/ 162.05 por hectárea al mes para conservar humedales y pastizales. (Ccasani Sierra, Et al 2023).

Con el propósito de evaluar bajo una visión ecosistemita el valor económico de los servicios ambientales de las lagunas altoandinas de la microcuenca Caballo Norte, Perú, se aplicó el método de Valoración Contingente (MVC). Estas lagunas, ubicadas a más de 4,000 m.s.n.m., presentan características geoquímicas y climáticas particulares que las hacen vulnerables a cambios ambientales y a la presión antrópica, afectando sus servicios ecosistémicos esenciales como la

regulación hídrica y el hábitat para fauna acuática. Sin embargo, existe una brecha en la valoración económica integral de estos cuerpos de agua, lo que limita la incorporación de su conservación en políticas públicas y estrategias de gestión ambiental efectivas.

El Método de Valoración Contingente (MVC) sí tiene conocidas limitaciones, como la susceptibilidad a sesgos en las respuestas debido a su carácter hipotético, así como la dificultad de captar con precisión las preferencias reales de los encuestados y los posibles errores en la estimación del valor económico (Mitchell & Carson, 1989). Sin embargo, debido a las condiciones específicas del estudio y la falta de otros métodos aplicables en este contexto, el MVC se considera la opción más adecuada y viable para efectuar la valoración económica de los servicios ecosistémicos en esta investigación.

## 2 METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el distrito de Quiruvilca, Perú, en las lagunas El Toro, Los Ángeles y Las Verdes (3), ubicadas desde los 3990 a los 4099 m.s.n.m. de la región ecológica Puna o Jalca (Tabla 1, Fig. 1) comprensión de la microcuenca Caballo Moro, cuenca del río Santa, Vertiente Pacífico (Rodríguez et al. 2018).

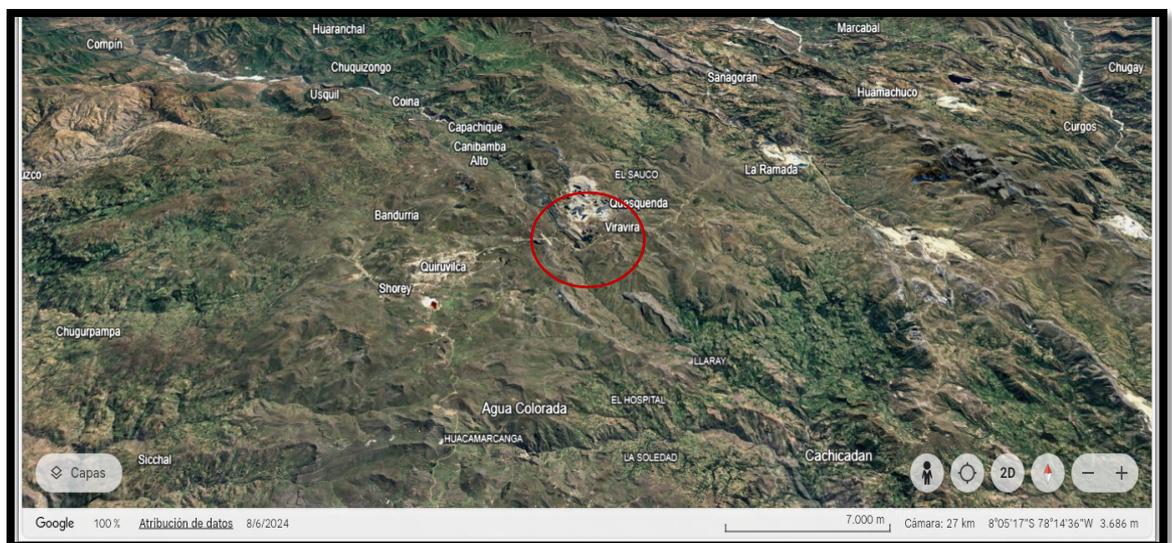
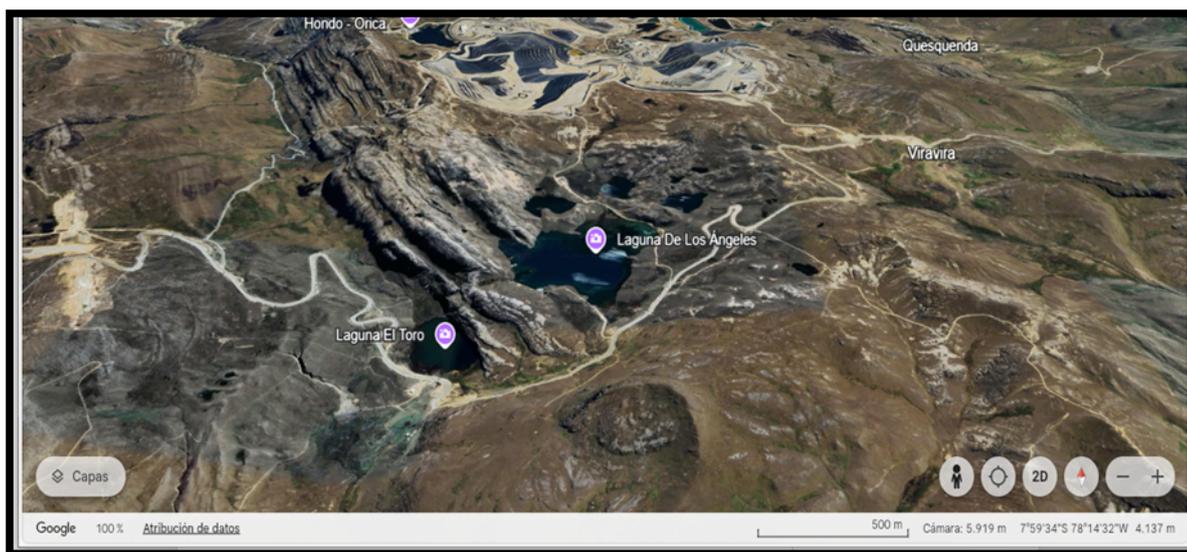
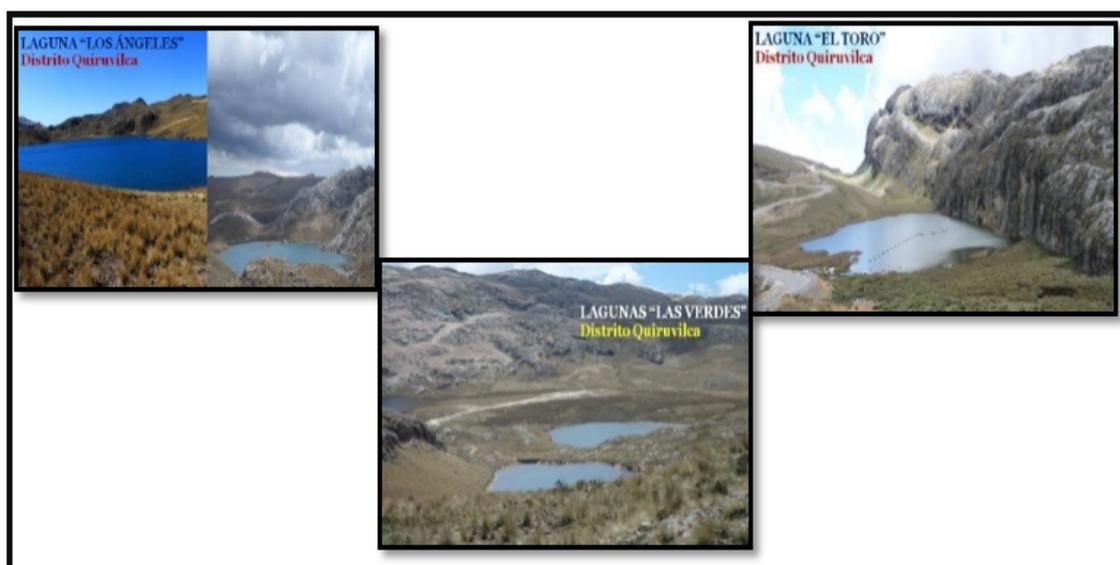


Fig. 1 Ubicación geográfica del complejo lagunar Quiruvilca, Micro – cuenca Caballo Moro, Perú



**Fig. 2** Ubicación geográfica y altitud de las lagunas en el complejo lagunar Quiruvilca.



**Fig. 3** Imágenes de las Lagunas

La muestra fue seleccionada bajo la premisa de que cada mês el complejo de lagunas es visitado por 100 usuarios aproximadamente oriundos del Distrito de Quiruvilca-Región La Libertad. Considerando este escenario, el tamaño muestral fue calculado utilizando la tabla Fisher-Arkin-Colton (Pérez y Pari 2011), lo que permitió determinar una muestra total de 90 usuarios con un error del 10%. Respecto a la valoración económica se aplicó el método de valoración contingente (MVC), un enfoque ampliamente utilizado en la valoración de bienes y servicios ambientales que

no poseen un mercado directo (Mitchell & Carson, 1999; Hanemann, 1996). Este método se fundamenta en la hipótesis de que los potenciales usuarios pueden expresar sus preferencias mediante sus valores hipotéticos en escenarios ficticios, reflejando de esta manera el valor que atribuyen a un bien natural (Girmaye et al., 2023). La aplicación del MVC generalmente se realiza a través de encuestas estructuradas, las cuales buscan generar un posible mercado para servicios ecosistémicos que, en la realidad, no tienen un valor de mercado explícito (Loomis & Ekstrand, 1997). A cada encuestado se le plantean preguntas sobre la cantidad mínima o máxima de dinero que estarían dispuestos a pagar por un bien o servicio, en función de un escenario hipotético de conservación o mejora (Bennett & Blore, 2000). La capacidad de pago reportada en estas encuestas no solo refleja las prioridades y preferencias de los usuarios, sino que también se considera un indicador del valor económico que los individuos asignan a dichos servicios (Lindhjem et al., 2014). La utilidad de este método radica en su capacidad para capturar el valor total del bien, incluyendo los beneficios no consumidos o no comerciados en los mercados tradicionales, facilitando así la incorporación de estos valores en la formulación de políticas públicas y estrategias de gestión ambiental (OECD, 2011).

Previamente, se aplicó una encuesta a 30 individuos con la finalidad de verificar la calidad del cuestionario y detectar posibles modificaciones antes de su aplicación en el campo. En esa fase inicial, se utilizó un formato abierto para preguntas relacionadas con la disposición a pagar (DAP), en las que los encuestados expresaron libremente los valores que estarían dispuestos a pagar por los servicios del complejo lagunar. Posteriormente, se realizó una última encuesta que incluyó un bloque de antecedentes, que describía el bien a valorar y buscaba conocer el nivel de conocimiento de los encuestados sobre el uso y conservación del complejo lagunar. El segundo bloque correspondió a la valoración económica, en la que se planteó un escenario hipotético de pago en efectivo por el uso del servicio, empleando un modelo de pregunta tipo referéndum. En este, se presentó a los encuestados una cantidad fija predeterminada en nuevos soles y se les preguntó explícitamente:

"¿Estaría dispuesto a pagar la suma de (cantidad en nuevos soles) para disfrutar de los servicios ecosistémicos del complejo lagunar? Responda sí o no."

Para cada monto, si el encuestado respondía "sí", se asumía que ese valor representaba un mínimo en su disposición a pagar; si respondía "no", ese monto indicaba una barrera. Este método de pregunta dicotómica con monto fijo es ampliamente utilizado en el método de Valoración Contingente (MVC) para estimar la disposición a pagar máxima de los individuos y, en consecuencia, calcular el valor económico de los servicios ecosistémicos evaluados

## 2.1 Análisis estadístico

Una vez culminadas las encuestas, se procedió a codificar cada pregunta para generar una matriz de datos utilizando el software Microsoft Excel Starter 2013. A partir de estos datos, se calculó el valor mínimo, máximo, media y desviación estándar de la disposición a pagar (DAP) de los encuestados. Para determinar el modelo estadístico que mejor ajustaba a los datos, se realizaron análisis comparativos utilizando modelos lineal, logarítmico y polinómico, evaluando su desempeño mediante el coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ). Es importante destacar que, para la selección del modelo, se consideraron también estudios preexistentes en valoración contingente que sugieren la utilización de diversos enfoques econométricos para captar la relación entre la condición de pago y las variables explicativas (Alberini, 1995; Groothuis & Whitehead,

2002; Haab & McConnell, 2002). Además, se abordaron respuestas del tipo “no sé” mediante la técnica propuesta por Grootuis y Whitehead (2002), para reducir posibles sesgos en la estimación. Finalmente, se calculó el Excedente del Consumidor (EC) mediante la integración de la curva de demanda ajustada, siguiendo las recomendaciones de la literatura especializada en econometría de valoración no de mercado, lo que permitió estimar con mayor precisión la disposición a pagar de los entrevistados por los servicios ecosistémicos del complejo lagunar (Alberini, 1995; Haab & McConnell, 2002).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Identificación de los Servicios Ambientales

Según los investigado en campo se pudo conocer que la población de Quiruvilca se aproxima a 13 000 habitantes quienes en su mayoría disfruta de un capital natural que se ve reflejado como servicios ambientales, a través del cual se brindan oportunidades en el marco de un desarrollo sostenible enmarcados en la generación de riquezas fundamentados en la responsabilidad social y un cuidadoso aprovechamiento de sus recursos naturales. En el complejo lagunar de Quiruvilca inicialmente se reconoció una diversidad de servicios ambientales para posteriormente conocer la valoración económica de los mismos según el método de valoración.

A continuación, se exhiben los resultados obtenidos de las 90 encuestas aplicadas a personas de las localidades de Quiruvilca las cuales se benefician de los servicios ambientales del complejo lagunar en estudio.

Con respecto a conocer cuál es la importancia ambiental que representa el complejo lagunar de Quiruvilca (IMAMB) para los habitantes se reporta que el 14,4 % expresa que es poco importante y el 26,7 expresa que es algo importante, para un 20 % (18 pers.) es bastante importante (Fig. 4)

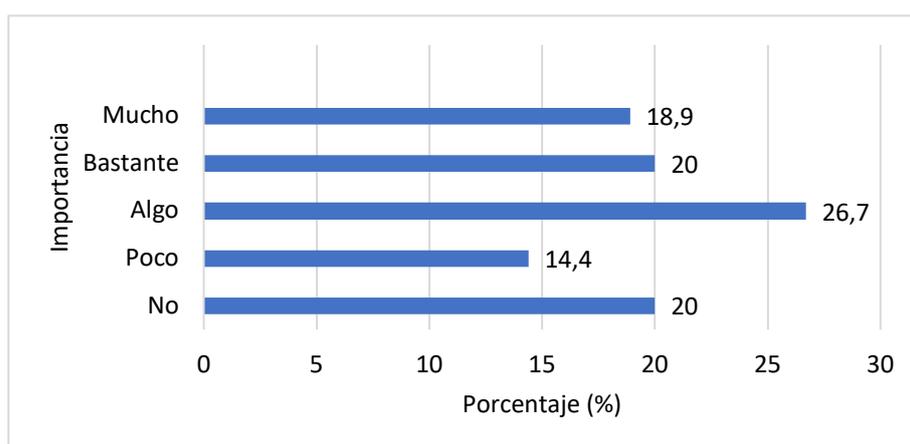


Figura 4: Porcentaje de respuestas obtenidas sobre la importancia ambiental del complejo lagunar Quiruvilca.

Fuente: Elaboración propia

Con el propósito de dar a conocer cuál era el nivel de conocimiento de los encuestados sobre si conoce o no que era servicio ambiental (SERAMB) se reportó que el 61 % reconoce que si conoce que es un servicio ambiental y el 30% no. De igual manera con la finalidad de conocer un poco más a detalle sobre el conocimiento que la población tiene sobre si el complejo lagunar

provee o no servicios ambientales a la población (PROSERAM) el 92,2 % (83 Pers.) manifiestan que si proveen este tipo de servicios y un 4,4 % (4 Pers.) indican que no proveen ningún tipo de servicio ambiental; de igual manera con la intención de verificar el conocimiento que estos presentaban sobre los tipos de servicios ambientales los mismos expresaron tener algún conocimiento al respecto (Tabla 1), reportándose en un 22,2 % “el servicio Consumo- Agricultura- Belleza Escénica y Consumo personal en primer lugar y en segundo lugar el consumo para la Agricultura en un 13,3 %. De igual manera manifiestan que el grado de importancia del complejo lagunar es muy alto para el 34,4 % (31 pers.) y alto para el 50,5 % (45 pers.).

**Tabla 1: Tipos de servicios ambientales que brinda el complejo Lagunar Quiruvilca expresados en frecuencias y porcentajes según la encuesta aplicada.**

Servicios ambientales	Frecuencia	Porcentaje (%)
Ninguna	1	1,1
<b>Consumo</b>	<b>20</b>	<b>22,2</b>
<b>Agricultura- Belleza Escénica</b>		
Consumo-Agricultura-Turismo- Belleza Escénica	8	8,9
Agricultura-Pesca	3	3,3
<b>Consumo</b>	<b>20</b>	<b>22,2</b>
Consumo-Agricultura-Turismo	2	2,2
Consumo-Agricultura-Pesca	11	12,2
<b>Consumo-Agricultura</b>	<b>12</b>	<b>13,3</b>
Consumo-Agricultura-Pesca- Belleza Escénica	8	8,9
Agricultura-Pesca-Belleza Escénica	1	1,1
Consumo-Pesca	3	3,3
Turismo	1	1,1
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Estimación de la disposición a pagar (DAP)

Una vez conocido los tipos de servicios que se presta en el área de estudio de manera gratuita se preguntó si se tenía alguna disposición o no a pagar para disfrutar de los servicios ecosistémicos el 64,4 % (58 pers.) manifestó estar dispuesto a pagar por los servicios ambientales prestados y un 32,2 % (29) manifestó no estarlo, de igual manera se pudo conocer que un 13,3 % (12,0 pers.) está dispuesto a pagar 5 nuevos soles (S/) y un 26,7 % (24,0 pers.) está dispuesto a pagar 10,0 nuevos soles (S/), sin embargo, se pudo reportar las intenciones de pagar más por dichos servicios (Tabla 2).

**Tabla 2. Disposición a pagar por los servicios ecosistémicos del complejo lagunar**

Disposición (S/)	Frecuencia	Porcentaje (%)
<b>5,00</b>	<b>12,0</b>	<b>13,3</b>
<b>7,00</b>	1,0	1,1
<b>8,00</b>	1,0	1,1
<b>9,00</b>	1,0	1,1

10,00	24,0	26,7
15,00	11,0	12,2
20,00	11,0	12,2
25,00	4,0	4,4
30,00	4,0	4,4
35,00	1,0	1,1
40,00	4,0	4,4
45,00	1,0	1,1
50,00	9,0	10,0
60,00	4,0	4,4
70,00	1,0	1,1
90,00	1,0	1,1
TOTAL	90,0	100,0

Fuente: Elaboración propia

Obtenidos los datos antes mencionados, se procedió a obtener los modelos estadísticos lineal, logarítmico y polinómico escogiendo al logarítmico como el más adecuado para el cálculo del DAP (Tabla 3).

Tabla. 3: Modelo estadístico para la DAP indicando su valor R<sup>2</sup>

MODELO	EXPRESIÓN	R <sup>2</sup>
Lineal	$y = -1,2167x + 82,663$	0,8001
Logarítmica	$y = -37,65\ln(x) + 161,46$	<b>0,9805</b>
Polinómica	$y = 0,0216x^2 - 3,0403x + 106,22$	0,9631

Por lo tanto, la ecuación de la curva de demanda fue la siguiente:

$$y = -37.65\ln(x) + 161.4 \quad (1)$$

Por su parte, el excedente del consumidor (Ec) se obtuvo de la aplicación integral a dicha función:

$$\int_5^{90} (37,65 \ln(x) + 161,46) dx \quad (2)$$

Reportándose un resultado integral del EC igual a 25 468,48 y en su forma individual, es decir, por cada persona entrevistada (ECI) igual a 282,98, siendo estos necesarios para poder calcular la disposición a pagar (DAP) por los servicios ecosistémicos del complejo lagunar de Quiruvilca en nuevos soles; obteniéndose un valor anual de 3 395 797,33 nuevos soles.

## 4 DISCUSIÓN

En todo proceso de gestión de ecosistemas es de gran importancia conocer el papel que desempeña la valoración económica y la disposición a pagar por parte de los habitantes o visitantes en los procesos de gestión de los ecosistemas (Pratiwi et al., 2019; Meya, 2020).

Según los resultados del análisis del comportamiento de los encuestados al responder las preguntas sobre las características que presentan los ecosistemas acuáticos del complejo de la microcuenca Caballo Norte estos dejaron en evidencia sus conocimientos sobre los mismos y su disposición a pagar por los servicios ambientales que en estas se brindan.

Con respecto al primer bloque de la encuesta "aspecto ambiental" conformado por diversas preguntas siendo la primera si dicho complejo lagunar carecía o no de alguna importancia ambiental para la población, se pudo observar que estos manifiestan un grado relativamente bajo sobre dicha importancia ambiental observándose que para un 14,4 % (13 pers.) es poco importante y el 26,7 % (24 pers.) expresa que es "algo" importante; resultados que en cierto modo muestran el desconocimiento o falta de educación con respecto al tema por parte de muchos de los pobladores encuestados; según Boca, y Saraçlı (2019) la educación ambiental es una valiosa herramienta para modificar las actitudes de las personas logrando que estas sean capaces de valorar los problemas del desarrollo, desempeñando hoy un importante papel en pro de la sostenibilidad en especial para lagunas de este tipo de gran importancia ecológica, según Becerra et al (2020) las lagunas altoandinas son ecosistemas importantes para la vida y el bienestar humano las cuales se desprenden de los servicios ecosistémicos que prestan a familias altoandinas en especial a las asentadas en sus cercanías, así como a los visitantes temporales

Posteriormente con la intención de conocer el nivel de conocimiento de los pobladores sobre que era un servicio ambiental (SERAMB) se reportó que el 61 % reconoce que si conoce que es un servicio ambiental y un 30 % no. Con la intención de profundizar sobre el conocimiento de los encuestados sobre si los mismos creían que el complejo lagunar proveía servicios ambientales se pudo observar que estas no están muy correlacionadas con las respuestas anteriores pues que el 92,2 % (83 Pers.) manifieste que el complejo lagunar si proveen este tipo de servicios y que un 4,4 % (4 Pers..) indiquen que no proveen ningún tipo de servicio ambiental pone en evidencia que los encuestados no muestran claridad sobre el concepto del servicio ambiental pero tienen alguna idea al respecto, sin embargo, deja claro que la gente conoce la situación y el problema pero conceptualmente no está en la capacidad de identificarlo.

En el caso de si conocen o que servicio ambiental presta el complejo lagunar en estudio y verificar a través de las demás preguntas la existencia o no de algún sesgo en las respuestas el 22,2 % (20 pers.) reconoce al servicio ambiental de consumo agrícola y belleza escénica, de igual manera otro 22,2 % reconoce el servicio de consumo y un 13,3 % (12 pers.) al consumo agrícola. Con esta pregunta se propuso determinar si los encuestados presentan la capacidad de comprender todo lo relacionado a la diversidad de servicios que el complejo lagunar puede brindar a los visitantes en diversos aspectos, resultados que pusieron a la palestra la posibilidad de que los pobladores valoren más el servicio de consumo de la laguna el Toro por esta ser la principal fuente de recurso hídrico para la población de Quiruvilca, además de ser la agricultura la principal actividad antrópica que allí se efectúa, dato que resulta ser muy valioso pues esto demuestra que, al realizar la valoración monetaria, se está considerando este aspecto, lo que indica que la pregunta se está aplicando de forma adecuada, resultados que se ven fortalecidos por la existencia alrededor de las lagunas altoandinas de una diversidad de flora y fauna que le permiten convertirse en una

ecosistema con capacidades productivas diferentes, lo que ayuda a generar productos de agrícola y pecuario de consumo obligado por parte de la población que se establecen a su alrededor (López 2019), por su parte Costanza et al. (2017) reconoce que los servicios ecosistémicos como todas aquellas características, funciones o procesos ecológicos de un ecosistema favorecen de manera directa o indirecta al desarrollo humano

En el segundo bloque de la encuesta se tuvo como intención abordar el estudio específico de la valoración del servicio ambiental objeto de estudio, por lo que las preguntas estuvieron orientadas en obtener datos que estuvieran más asociados a este aspecto, una vez obtenidas las respuestas el método de Valoración Contingente estas permitieron determinar un valor aproximado en nuevos soles (moneda peruana), lo que permitió conocer los cambios en el bienestar de la población a través del mejoramiento de la calidad de los servicios ambientales prestados por parte del complejo lagunar Quiruvilca (mercado hipotético).

Este valor viene expresado como la cantidad de dinero que los visitantes estuvieran dispuestos a pagar por un bien, expresado como la disposición a pagar (DAP); este tipo de cálculos en la actualidad son muy aplicados frente a las soluciones que sugiere la ingeniería esto con la finalidad de regular los servicios ambientales prestados por los ecosistemas y así poder abordar muchos de los problemas a los que se enfrenta la comunidad urbana o rural Zhang et al (2023), en particular, el uso de ecosistemas relacionados con el agua, a menudo denominados ecosistemas azules, pudiendo además controlar y regular los problemas climáticos (Haque et al 2022).

Con la intención de dilucidar si los encuestados presentaban disponibilidad para pagar por disfrutar de los servicios ambientales que el complejo lagunar actualmente le ofrece de manera gratuita se les preguntó si estos estaban dispuestos o no con realizar un pago por el disfrute de los servicios ambientales que provee o puede proveer el complejo lagunar, lo que dejó como evidencia que importante porcentaje de encuestados si está de acuerdo en pagar una suma de dinero por disfrutar de los servicios del complejo lagunar, observándose que un 64,4 % de estas manifestaron estar de acuerdo con pagar y un 32,2 % no.

Con respecto a cuanto estarían a pagar por disfrutar dichos servicios ecosistémicos las respuestas obtenidas fueron de "formato abierto" por lo que los valores fueron variados encontrándose valores entre 1 y 50 nuevos soles (Tabla 4), resultados que vienen a ser la valoración económica que los encuestados le dan al servicio prestado por el complejo lagunar en estudio, es decir, que existe una amplia gama de posibles pagadores con una desviación estándar del valor medio que estuvo en  $S/7,96849$ , con respecto a estos datos obtenidos, se puede decir que la variable que apoya este resultado es la edad de los encuestados la cual estuvo comprendida en un 44,4 % por encuestados con edades entre 40 y 60 años y un 27,8 % entre 26 y 39 años con empleo, lo que fortalece la capacidad de pagar por el servicio prestado, según López (2019) es importante evitar tener como limitante pocos estratos de edad de la población que de una u otra manera puedan afectar negativamente los resultados de la investigación.

Con respecto al caso de conocer la disponibilidad al pago por el uso de cualquier servicio ecosistémico por los recursos hídricos, pueden realizarse a través de mecanismos conocidos como pago por servicios Ambientales (PSA), a través de los cuales, los empresarios dueños de ciertos recursos naturales tienen la posibilidad de recibir subsidios con dinero público, y así hacer posible de que se implementen en un área específica cualquier tipo de desarrollo sostenible en materia de conservación ambiental, estableciéndose además el número de servicios con los que se favorecen los pobladores de las diversas comunidades que se desarrollan en tierras adyacentes a los recursos hídricos como lagos, lagunas y humedales. (Huenchuleo y De Kartzow, 2018).

Después de recopilar los datos relacionados con la cantidad de dinero que los encuestados están dispuestos a pagar por los servicios ambientales analizados, se procedió a calcular la disponibilidad a pagar (DAP). Para ello, se aplicaron modelos estadísticos lineal, logarítmico y polinómico, seleccionando finalmente el modelo logarítmico como el más adecuado para este cálculo. Esto permitió ajustar los datos a una función predeterminada que confirma cuál se adapta mejor a la lista de valores y al perfil de la curva de los datos medidos. Como resultado, se obtuvo la función matemática correspondiente junto con su coeficiente de determinación  $R^2$  (Tabla 3), evidenciando que la función exponencial es la que mejor se ajusta a los datos, con un valor de  $R^2$  de 0,9805.

De acuerdo con los datos obtenidos en este estudio mediante las encuestas sobre la disponibilidad a pagar (DAP), se calculó un valor anual de 3,395,797.33 nuevos soles. Para comprender mejor las decisiones de manejo, es fundamental considerar que el método de Valoración Contingente (MVC) permite relacionar el valor económico con los planes actuales y futuros de uso sostenible de un ecosistema. Por lo tanto, la información generada a través del MVC contribuye al proceso de toma de decisiones en la formulación de políticas de desarrollo, fomentando la incorporación del valor del capital natural en la contabilidad nacional. Además, respalda la elaboración de posibles indicadores ambientales y plantea la opción de recibir compensaciones económicas por los servicios ambientales proporcionados (Arias-Arévalo, et al. 2017). Por su parte Girmaye et al (2023) los servicios ecosistémicos con más probabilidades de ser valorados en los mercados son los que tienen un valor de uso directo y consuntivo, mientras que los valores de uso no consuntivo rara vez se valoran, por lo que puede decirse que una de las características valiosas de este estudio además de que los encuestados conocen los servicios ambientales que se prestan en el complejo lagunar en cuestión es la disponibilidad a pagar por dichos servicios, dada la preferencia que se pudo observar en ellos al momento de tomar una elección de la cantidad a pagar, caso contrario al reportado por Zegarra (2017) el cual al valorar económicamente el servicio ecosistémico hídrico de la laguna Rontoccocha aplicando el mismo método aplicado en este estudio para calcular el método de valoración contingente (MVC) al preguntar la disposición a pagar (DAP) sobre la mejora ambiental y conservación de la misma, el 90,2 % de los entrevistados respondió afirmativamente, pero a medida que los montos aumentaban, la probabilidad de pagar disminuía.

## 5 CONCLUSIONES

El estudio valoró económicamente los servicios ambientales hidrológicos de un complejo lagunar altoandino, identificando los principales bienes y servicios ecosistémicos asociados a la flora, fauna, provisión y almacenamiento de agua, regulación hídrica, control de inundaciones, recreación y turismo, entre otros. Esto responde a la necesidad de cuantificar el valor económico de los servicios ecosistémicos de lagunas altoandinas para apoyar la conservación sostenible y la gestión ambiental en la microcuenca Caballo Norte, Perú.

Se estimó una disposición a pagar (DAP) anual por el uso de los servicios ambientales hidrológicos del complejo lagunar que oscila entre 1 y 50 nuevos soles por persona, con un valor total anual aproximado de 3,395,797.33 nuevos soles, evidenciando la alta valoración social y económica de estos ecosistemas, aunque se identificaron y valoraron múltiples servicios ecosistémicos, el estudio se limitó a la valoración contingente y no incorporó análisis

complementarios como la evaluación de impactos ambientales futuros o la integración de métodos biofísicos que podrían enriquecer la precisión de la valoración.

Es necesario profundizar en la dinámica temporal de los servicios ecosistémicos bajo escenarios de cambio climático y presión antropogénica, así como evaluar la efectividad de políticas públicas basadas en estos valores económicos. Se sugiere ampliar la investigación hacia estudios interdisciplinarios que integren aspectos sociales, ecológicos y económicos para fortalecer la gestión integral de las lagunas altoandinas. Los resultados obtenidos pueden servir como insumo clave para la toma de decisiones de las autoridades competentes, promoviendo el uso y conservación sostenible de ecosistemas límnicos similares a lo largo del tiempo.

## 6 REFERENCIAS

- Alberini, A. (1995). Diseños óptimos para encuestas de valoración contingente de elección discreta: modelos de límite único, límite doble y bivariantes. *Journal of Environmental Economics and Management*, 28(3), 287–306. <https://doi.org/10.1006/jeem.1995.1019>
- Alberini, A. (1995). Contingent valuation of environmental resources in Italy. *Environmental and Resource Economics*, 6(3), 265–283. <https://doi.org/10.1007/BF01109127>
- Arias-Arévalo P, Gómez-Baggethun E., Martín-López, B. Pérez-Rincón, M (2018). Widening the Evaluative Space for Ecosystem Services: A Taxonomy of Plural Values and Valuation Methods. *Environmental Values*, 27 (1):29-53. Doi: 10.3197/096327118x15144698637513
- Becerra V, Beizaga W., Vargas R. (2020). *Ecosistémicos: Caso de lagunas altoandinas*. El Antoniano. 135(1):18-49.
- Bennett, J., & Blore, I. (2000). Incorporating user preferences into environmental management: Evaluating alternative natural resource management strategies using contingent valuation. *Ecological Economics*, 33(3), 323–338. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00145-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00145-2)
- Boca G; Saraçlı S (2019). Environmental Education and Student's Perception, for Sustainability. *Sustainability*, 11(6):1553. doi:10.3390/su11061553
- Busato, M. A., Ferraz, L., & Frank, N. L. P. (2015). REFLEXÕES SOBRE A RELAÇÃO SAÚDE E AMBIENTE: A PERCEPÇÃO DE UMA COMUNIDADE. HOLOS, 6, 460–471. <https://doi.org/10.15628/holos.2015.214>
- Ccasani Sierra M., Gonzales Castillo, J., Orihuela Romero, C., & Hilario Valenzuela, P. (2023). Valoración económica de los servicios ecosistémicos del recurso hídrico de la cuenca del río Cachi, Ayacucho, Perú. *Manglar*, 20(3), 247-256. <http://dx.doi.org/10.57188/manglar.2023.028>
- Costanza R, de Groot R, Braat L, Kubiszewski I, Fioramonti L, Sutton P, Farber S, Grasso, M (2017). Twenty years of ecosystems services: How far have we come and how far do we still need to go?, *Ecosystem Services*, 28: 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>

- Eckhardt, K. (2023). El rol de los ecosistemas para el bienestar humano y los mecanismos económicos para revertir su degradación. *Sílex*, 13(2), 94–121. <https://doi.org/10.53870/silex.2023132308>
- Fuentealba, B., & Mejía, M. (2016). Caracterización ecológica y social de humedales altoandinos del Parque Nacional Huascarán. *Aporte Santiaguino*, 9(2), 303-316. <https://doi.org/10.18259/aps.v9i2.203>
- Girmaye Z, Solomon E, Getu A, Girma G (2023). Economic valuation of urban forest using contingent valuation method: The case of Hawassa city, Ethiopia, *Trees, Forests and People* 12:100398. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2023.100398>
- Girmaye, B., Andrade, E., & Tuff, C. (2023). Valuation of ecosystem services using contingent valuation method: A review. *Environmental Science & Policy*, 138, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.12.009>
- Guerrero OA, Mora M GC, Torres B I (2022). Caracterización y clasificación geo ecológica y ambiental: humedales altoandinos de la provincia de Loja-Ecuador. *AXIOMA*, (26): 19-28. <https://doi.org/10.26621/ra.v1i26.742>
- Gioglio, R., Sohngen, B., Haab, T. y Bruskotter, J. (2019). Economic valuation of natural areas in Ohio. College of food, agricultural and environmental sciences, The Ohio State University, 1-30. [https://www.researchgate.net/publication/337410342\\_ECONOMIC\\_VALUATION\\_OF\\_NATURAL\\_AREAS\\_IN\\_](https://www.researchgate.net/publication/337410342_ECONOMIC_VALUATION_OF_NATURAL_AREAS_IN_)
- Groothuis, P. A., & Whitehead, J. C. (2002). Assessing the reliability of contingent valuation surveys: An experiment with multiple bidders. *Environmental and Resource Economics*, 20(4), 377–396. <https://doi.org/10.1023/A:1021199921658>
- Haab, T. C., & McConnell, K. E. (2002). Valorando recursos ambientales y naturales: la econometría de la valoración no de mercado. Edward Elgar Publishing.
- Haque Md N, Saroar Mustafa F, Md A Morshed S R (2022). Environmental benefits of blue ecosystem services and residents' willingness to pay in Khulna city, Bangladesh. *Heliyon*, 8(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09535>
- Hanemann, W. M. (1996). Valuing the environment through contingent valuation. *Journal of Economic Perspectives*, 10(3), 19–43. <https://doi.org/10.1257/jep.10.3.19>
- Huenchuleo C, de Kartzow A. (2018). Valoración económica de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Aconcagua, Chile. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 9(2): 58-85. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-02-03>

- Iwan A, Guerrero E M, Romanelli A, Bocanegra E (2017). Valoración económica de los servicios ecosistémicos de una Laguna del sudeste bonaerense (Argentina). *Investigaciones Geográficas*, (68): 173–189. <https://doi.org/10.14198/INGEO2017.68.1>
- Lindhjem, H., Navrud, S., & Mungatana, E. D. (2014). Using contingent valuation methods for ecosystem valuation: Robustness of estimates and factors influencing willingness to pay. *Ecological Economics*, 107, 137–151. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.09.002>
- Loomis, J., & Ekstrand, L. (1997). Willingness to pay for improving environmental quality at marine recreation sites. *Land Economics*, 73(3), 351–369. <https://doi.org/10.2307/3146870>
- López M (2019). La valoración de los servicios ecosistémicos desde la cosmovisión indígena totonaca. *Madera y bosques*, 25(3).
- Mitchell, R. C., & Carson, R. T. (1999). Using surveys to value public goods: The contingent valuation method. *Resources for the Future*.
- Meya JN. (2020). Environmental Inequality and Economic Valuation. *Environmental and Resource Economics*, 76(2-3):235–270. doi:10.1007/s10640-020-00423-2
- Moreno Mera, G (2021). Percepción de los servicios ambientales de provisión en la reserva natural Pacoche. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 23(2): 267-285. DOI: [www.doi.org/10.36390/telos232.05](http://www.doi.org/10.36390/telos232.05)
- OECD. (2011). Valuation of environmental health benefits: Framework and guidance. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264131571>
- Pérez C, Pari R. (2011). Población y muestra. Metodología de la investigación. Escuela profesional de ingeniería económica. Universidad nacional del altiplano – Puno. <http://es.scribd.com/doc/63990567/Metodologia-de-La-Investigacioj-Poblacion-y-Muestra>
- Pérez, M., & Pari, R. (2011). Diseño de muestras en encuestas ambientales: Aplicación de la tabla Fisher-Arkin-Colton. *Revista de Ecología y Estadística*, 34(2), 45–60.
- Portela Peñalver L, Rivero Galván A, Portela Peñalver, L (2019). Valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos en montañas de Guamuhaya, Cienfuegos, Cuba. *Universidad y Sociedad* 11(3): 47-55. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Pratiwi, S R, Purnomo, E, Usman, S (2019). Economic valuation of critical land. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 399, 012117. doi:10.1088/1755-1315/399/1/012117
- Rewitzer, S., Huber, R., Grêt-Regamey, A. y Barkmann, J. (2017). Economic valuation of cultural ecosystem service changes to a landscape in the Swiss Alps. *Ecosystem Services*, 26, 197–208. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.014>

- Rodríguez, A. et al. (2018). Evaluación del potencial productivo de las principales lagunas del Departamento de La Libertad. Facultad de Ciencias Biológicas – Departamento de Pesquería. Universidad Nacional de Trujillo. EN PRENSA
- Sannigrahi, S., Zhang, Q., Joshi, P. K., Sutton, P. C., Keesstra, S., Roy, P. S., Pilla, F., Basu, B., Wang, Y., Jha, S., Paul, S. K. y Sen, S. (2020). Examining effects of climate change and land use dynamic on biophysical and economic values of ecosystem services of a natural reserve region. *Journal of Cleaner Production* 257, 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120424>
- Tognelli, MF, Anderson EP, Jiménez-Segura LF, Chuctaya J, Chocano L, Maldonado-Ocampo JA et al. (2018). Assessing conservation priorities of endemic freshwater fishes in the Tropical Andes region. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(7): 1123–1132. <https://doi.org/10.1002/aqc2971>
- WWF. 2005. Los humedales altoandinos – WWF [https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/humedales\\_altoandinos\\_\\_espanol\\_9.pdf](https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/humedales_altoandinos__espanol_9.pdf)
- Yang S, Zheng Y, Mao Y, Xu L, Jin Z, Zhao M, Kong H, Huang X, Zheng, X. (2020). Domestic wastewater treatment for single household via novel subsurface wastewater infiltration systems (SWISs) with NiiMi process: Performance and microbial community. *Journal of Cleaner Production* 123434. doi:10.1016/j.jclepro.2020.123434
- Zapata-Paulini J, Cabanillas-Carbonell M, Iparraguirre-Villanueva O, Sierra-Liñan F, Baltazar-Clemente S, Alvarez-Risco A, Yáñez J (2023) Augmented reality for innovation: Education and analysis of the glacial retreat of the Peruvian Andean snow-capped mountains, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(3). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100106>.
- Zegarra Y (2017). Valoración económica del servicio ecosistémicos hídrico de la laguna Rontoccocha, provincia de Abancay, región Apurímac en el periodo 2015-2016. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco.
- Zhang G, Zhang Q, Yang X, Fang R, Wu H, Li S (2023). Living environment shaped residents' willingness to pay for ecosystem services in Yangtze River Middle Reaches Megalopolis, China. *Geography and Sustainability*, 4 (3): 213-221. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2023.03.007>.
- Zurita Mézquita, E. C., López-Mateo, C., Ríos-Manríquez, M., & Sánchez-Fernández, M. D. (2020). RESPONSABILIDAD SOCIAL DEL GOBIERNO MUNICIPAL CON EL MEDIO AMBIENTE Y LOS SERVICIOS PÚBLICOS: PERCEPCIÓN CIUDADANA. *HOLOS*, 7, 1–20. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.9549>

**COMO CITAR ESTE ARTIGO**

Rodríguez Castillo, A., Ugarte López , W., Paredes Pérez , A., & Cano Urbina, E. Valoración de servicios ambientales de Lagunas Altoandinas bajo una visión ecosistémica, Microcuenca Caballo Norte, Perú. HOLOS, 10(39). Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/16773>

**SOBRE OS AUTORES**

Andrés Rodríguez Castillo, Universidad Nacional de Trujillo. Professor. Mestrado em Aquicultura. Doutor em Ciências Biológicas. Segunda especialidade em Gestão da Biodiversidade. Prêmio Nacional ANR 2011 com o livro "Ecologia Aquática do Peru. Bolsa da AECI-Universidad Alcalá de Henares-Espanha" Gestão Econômica do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4656-9871>

Wilmer Ugarte López , Universidad Nacional de Trujillo. Professor. Doutor em Gestão Ambiental. Especialista do Colégio de Engenheiros do Peru.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0631-4900>

Aurora Paredes Pérez , Universidad Nacional de Trujillo. Estudos em Gestão Ambiental. Prêmio Nacional do Livro Universitário - ANR (2011) - "Ecologia Aquática do Peru". Coautor do livro "Avaliação do Potencial Produtivo das Principais Lagoas de La Libertad -Peru.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-1196-6673>

Eduardo Cano Urbina, Universidad Nacional de Trujillo. Professor. Doutor em Economia.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-6459-7211>

**Editor:** Francinaide de Lima Silva Nascimento

**Ad Hoc Reviewer:** Carlos Eduardo Menezes da Silva e Ligia Mara Gonzaga



Submitted January 27, 2024

Accepted December 23, 2024

Published June 8, 2025