



Valoración económica ambiental de los bofedales del distrito de Pilpichaca, Huancavelica, Perú

Economic environmental assessment of the bofedales of the district of Pilpichaca, Huancavelica, Peru

Marianella Crispin Cunya¹; Luis Alberto Jimenez Diaz^{1*}

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Recepción: 31 enero del 2018 Aceptación: 15/04/2019

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue Valorar los Servicios Ambientales de provisión de agua y almacenamiento de agua y carbono en el distrito de Pilpichaca, provincia de Huaytará departamento de Huancavelica; para determinar la importancia económica y ambiental, se consideró las 8 369,67 ha de bofedales definidos en el Zonificación Económica Ecológica del Gobierno Regional de Huancavelica, publicado en el año 2014; también, se consideró el número total de llamas y alpacas por comunidad involucrada de acuerdo al Gobierno Regional de Huancavelica para el año 2013. Para la valorización económica de los bofedales se utilizó el concepto de Valor Económico Total. Como resultado del análisis, el valor del Servicio Ambiental Provisión de agua es mayor en comparación con los Servicios ambientales de Almacenamiento de agua y carbono en el suelo de los bofedales.

Palabras clave: humedal; Perú; Medio Ambiente; Valoración económica.

Abstract

The objective of the present investigation was to Assess the Environmental Services of water supply and water and carbon storage in the district of Pilpichaca, province of Huaytará department of Huancavelica; to determine the economic and environmental importance. It was considered 8 369,67 ha of bofedales defined in the Economic Ecological Zoning of the Regional Government of Huancavelica, published in 2014; Also, the total number of llamas and alpacas per community involved was considered according to the Regional Government of Huancavelica for the year 2013. For the economic valuation of the bofedales, the concept of Total Economic Value was used. As a result of the analysis, the value of the Environmental Service Water provision is greater in comparison with the Environmental Services of Storage of water and carbon in the soil of the bofedales.

Keywords: wetland; Peru; Environment; Economic valuation.

Forma de citar el artículo: Crispin, M.; Jimenez, L. 2019. Valoración económica ambiental de los bofedales del distrito de Pilpichaca, Huancavelica, Perú. *Natura@economía* 4(1): 1-13 (2019).

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ne.v4i1.1299>

* Autor de correspondencia: Jimenez, L. Email: jdl@lamolina.edu.pe

© Facultad de Economía y Planificación, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

1. Introducción

Los bofedales, son una clase de humedal en zonas altas donde existen praderas pantanosas y frías alrededor de cuerpos de agua como lagos glaciares, manantiales, ríos riachuelos; donde el drenaje es pobre, el suelo es mineralizado y arcilloso, el cual permite almacenar agua durante todo el año, generando un hábitat para pastos (Gil, 2011), que son característicos de la puna alta y por consiguiente de gran importancia para el pastoreo de altura (Custred, 1997). En esta zona la precipitación es mayor y la evaporación menor; este tipo de humedal juega un papel importante en la regulación del ciclo hídrico y en el almacenamiento de carbono.

Las características generales de los bofedales son: almacenar agua, es un sistema frágil, pueden ser fácilmente alterados, tienen una morfología almohadillada, poseen aguas mineralizadas, tienen fluctuaciones climáticas que van desde los

-14 a 20°C; presentan inundación de carácter permanente, están ligados a emanaciones naturales de agua, se originan en las cabezas de casi todos los ríos de la zona, el 70 a 75% del total anual de precipitaciones se producen durante los meses de diciembre a marzo; el promedio del total de horas de sol es de 2971 h y durante la noche en el invierno la temperatura desciende a varios grados bajo 0°, de modo que el agua de los bofedales se congela (Gil, 2011).

Asimismo, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) considera ocho servicios ambientales de los bofedales (Tabla 1).

Experiencia sobre valoración económica de agua y carbono en los bofedales de los páramos ecuatorianos

Castro (2011) indica que los bofedales y lagunas tienen una alta importancia en el ciclo hidrológico del páramo a través de la provisión y regulación hídrica. Al igual que

Tabla 1: Servicios ambientales y funciones ecosistémicos de los bofedales

Servicios ambientales	Funciones	Ejemplos
Regulación de Gases	Regular la composición química atmosférica.	Balance CO ₂ /O ₂ .
Regulación de Clima	Regular la temperatura global, precipitación y otros procesos climáticos locales y globales.	Regulación de gases de efecto invernaderos (Captura de Carbono).
Regulación de disturbios	Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse a fluctuaciones ambientales.	Protección de sequías, respuesta del hábitat a cambios ambientales.
Oferta de agua	Almacenar y retener agua.	Provisión de agua proveniente de acuíferos.
Retención de sedimentos y control de erosión	Retención del suelo dentro del ecosistema.	La cobertura de bofedal previene la pérdida de suelo por viento. Almacenar de agua en los bofedales.
Refugio de especies	Hábitat para poblaciones residentes y migratorias.	Semilleros, hábitat de especies migratorias, locales.
Materia prima	Producción bruta primaria extractable de materias primas.	Producción de forrajes.
Recreación	Proveer oportunidades para actividades recreacionales.	Ecoturismo.
Cultural	Proveer oportunidades para usos no comerciales.	Estética, artística, educacional, espiritual, valores científicos del ecosistema.

Fuente: Arenas y Pinedo (2013)

un cambio del uso del suelo tendrá un alto impacto tanto en la calidad de agua como en la regulación. Por ello, la valoración económica busca medir los beneficios de los servicios ambientales brindados por los bofedales, con la finalidad de promover la adopción de decisiones más equilibradas que faciliten y mejoren el uso racional y el manejo/gestión de los bofedales; para ello recurre a la valoración de los servicios ambientales.

En dicho estudio, se analizó dos escenarios (Tabla 2), una es la zona natural de Oña-Nabón-Saraguro-Yacuambi, que presenta un valor económico del servicio ambiental de provisión de agua para 218 ha de bofedal de US\$ 21 725,12/año, que da un Valor Actual Neto a perpetuidad de US\$ 344,5 miles. El valor del servicio de almacenamiento de agua en los bofedales es de US\$ 696,9 miles; que representa un valor de 3 196,8 \$/ha. El valor del servicio ambiental de almacenamiento de carbono en el suelo de los bofedales es de 13 340,62 \$/ha; que representa un valor total de US\$ 2,9 millones para toda la superficie de bofedales; de la integración de los tres Servicios Ambientales se obtiene un valor total de US\$ 3,9 millones. Por otro lado, en la zona intervenida Frente Suroccidental de Tungurahua, el valor económico del servicio ambiental de provisión de agua de las 1971 ha de bofedales de la zona de estudio es de US\$ 196,4 miles/año, que en Valor Actual Neto a perpetuidad da un valor de US\$ 2,9 millones. El valor del servicio de almacenamiento de agua en los bofedales es de US\$ 6,5 millones; que representa un valor de 3 299,21 \$/ha. El valor del servicio ambiental de almacenamiento de carbono en el suelo de los bofedales es de 7 787,26 \$/ha; lo cual representa un valor total de

US\$ 15,3 millones para toda la superficie de bofedales. De la integración de los tres Servicios Ambientales en la superficie de 1 971 ha de bofedales se generan un valor total de US\$ 24,8 millones.

En la Figura 1, se muestra el análisis proporcional, donde se puede apreciar que el valor del servicio de almacenamiento de carbono es el más importante en comparación con los servicios ambientales de almacenamiento y provisión de agua.

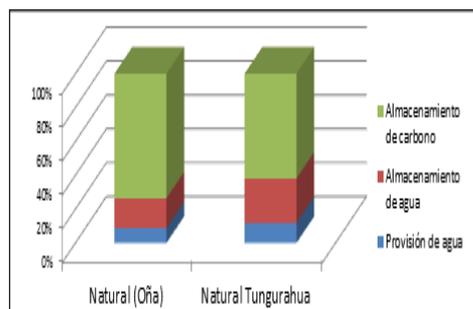


Figura 1: Integración de la valoración económica de los servicios ambientales

Fuente: Castro (2011)

Los humedales y la convención RAMSAR

La [Secretaría de la Convención de Ramsar \(2013\)](#) define como humedales “extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”, asimismo, “zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal”. Existen cinco tipos morfológicos de sistemas de humedales los cuales son: Marinos (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral); Estuarinos (incluidos deltas, marismas de marea y manglares); Lacustres (humedales asociados con lagos); Ribereños (humedales adyacentes a ríos y arroyos); y Palustres (es decir, “pantanosos” – marismas, pantanos y ciénagas). En el Perú se lleva declarado un total de 13 sitios RAMSAR (Tabla 3), los cuales en su mayoría incluye reservas nacionales.

Tabla 2: Valoración económica de los Servicios ambientales de los bofedales

Servicios ambientales	Natural (Oña)	Natural Tungurahua
Provisión de agua	\$344 535,26	\$2 918 618,29
Almacenamiento de agua	\$696 921,09	\$6 502 751,36
Almacenamiento de carbono	\$2 908 256,03	\$15 348 684,01
Valor total	\$3 949 712,38	\$24 770 053,66

Fuente: Castro (2011)

Tabla 3: Listado de sitios Ramsar del Perú

Nº Ramsar	Puesto	Sitio Ramsar	Departamento	Área (ha)	Fecha de adhesión	Coordenadas
545	PER-01	Reserva Nacional de Paracas	Ica	335000	30/03/1992	13°55'S 76°15'O
546	PER-02	Reserva Nacional Pacaya Samiria	Loreto	2080000	30 /03/ 1992	05°15'S 74°40'O
547	PER-03	Santuario Nacional Lagunas de Mejía	Arequipa	691	30 /03/ 1992	17°08'S 71°51'O
881	PER-04	Lago Titicaca (área peruana)	Puno	460000	20 /01/ 1997	15°50'S 69°30'O
882	PER-05	Reserva nacional de Junín	Junín Pasco	53000	20 /01/ 1997	13°55'S 76°15'O
883	PER-06	Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes	Tumbes	2972	20 /01/ 1997	03°25'S 80°17'O
884	PER-07	Zona reservada Los Pantanos de Villa	Lima	263	20 /01/1997	12°12'S 76°59'O
1174	PER-08	Complejo de humedales del Abanico del río Pastaza	Loreto	3827329	05 /06/2002	04°00'S 75°25'O
1317	PER-09	Bofedales y Laguna de Salinas	Arequipa	17657	28 /10/2003	16°22'S 71°08'O
1318	PER-10	Laguna del Indio – Dique de los españoles	Arequipa	502	28 /10/ 2003	15°46'S 71°03'O
1627	PER-11	Humedal Lucre – Huacarpay	Cuzco	1979	23 /09/2006	13°37'S 71°44'O
1691	PER-12	Lagunas Las Arreviatadas	Cajamarca	1250	15 /07/ 2007	05°14'S 79°17'O
1811	PER-013	Manglares de San Pedro de Vice	Piura	3399	12 /06/2008	05°31'S 80°53'O

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Sitios_Ramsar_en_el_Per%C3%BA

Estas zonas al formar parte de los sitios Ramsar, cobran importancia por percibir fondos de cooperaciones internacionales e intercambio de experiencias, con el fin de promover la conservación y uso sostenible de los humedales¹.

En ausencia de estudios que contengan un análisis exhaustivo sobre la Valoración Económica Ambiental de los Bofedales en Huancavelica, es que la presente investigación se convierte en una herramienta de información que podría ayudar a la toma de decisiones que beneficien las comunidades del ámbito de estudio y se coadyuve a una gestión sostenible de los bofedales.

El presente estudio fue diseñado con el objetivo de valorar los servicios ambientales de provisión de agua y almacenamiento de agua y carbono en el distrito de Pilpichaca, provincia de Huaytará departamento de Huancavelica, para determinar la importancia económica y ambiental.

2. Materiales y métodos

Se consideró las 8 369,67 ha de bofedales definidos en el Zonificación Económica Ecológica del [Gobierno Regional de Huancavelica \(2014\)](#). También, se consideró el número total de llamas y alpacas por comunidad involucrada de acuerdo al Gobierno Regional de Huancavelica para el año 2013.

Para la valorización económica de los bofedales, se utilizó el concepto de Valor Económico Total, el cual diferencia entre los valores de uso y de no uso, donde el primero significa una interacción del ser humano y el recurso; los segundos son valores actuales y potenciales relacionados con un recurso ambiental que existe continuamente y no tiene que ver con su utilización. Asimismo, los valores de uso se dividen en directos e indirectos donde la valoración del bofedal se realizará en su uso más eficiente, la cual define una valoración parcial del uso de los bofedales dada por la actividad ganadera, donde esta última compete con la conservación del bofedales. En la [Figura 2](#), se presenta el flujo del análisis de valoración.

¹ <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convenci%C3%B3n-de-ramsar-y-su-misi%C3%B3n>

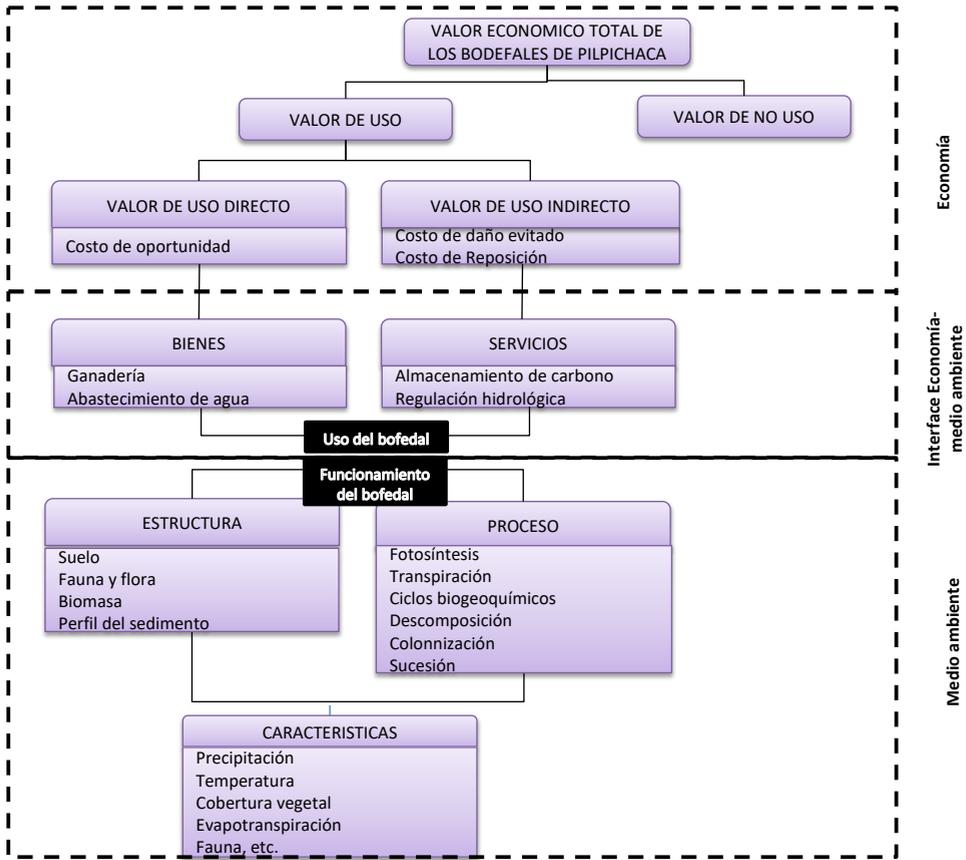


Figura 2: Estructura de valoración económica del estudio

Como parte del análisis se utilizaron diferentes técnicas y métodos económicos comúnmente utilizados (Perez, 2008), los cuales son: Método de la Productividad, Precio de mercado, Costo de oportunidad, Costo de daño evitado y Costo de reposición.

Esquematización de la valoración del servicio ambiental de provisión de agua

Para el análisis del servicio ambiental de provisión de agua se usó la siguiente fórmula (Barrantes y Vega, 2001):

$$VP = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i \beta_i A_{bi}}{O_{di}}$$

Donde:

VP = Valor de la productividad hídrica del bofedal (US\$/m³).

β_i = Costo de oportunidad de la ganadería (US\$/ha/año).

A_{bi} = Area bajo cobertura de bofedal (ha).

O_{di} = Oferta disponible captada por el bofedal (m³/año).

α_i = Índice de protección hidrológico.

Se requiere un análisis de oferta hídrica la cual está dado por la siguiente fórmula (Barrantes y Vega, 2001):

$$OT = \sum_{I=1}^n 0.001P_i * A$$

Donde:

OT = Oferta total hídrica en el área de importancia ($m^3/año$).

P_i = Precipitación en el bofedal i ($mm/año$)

A = área del bofedal i (m^2).

Para efectos del análisis de la provisión de agua se requiere contar con el valor determinado de la oferta hídrica disponible el cual pasa por un análisis de evapotranspiración de [Barrantes y Vega \(2001\)](#):

$$Od = \sum_{i=1}^n (OT)_i - 0.001ET_i * A_i$$

Donde:

Od = Oferta hídrica disponible en el área de importancia ($m^3/año$).

ET_i = Evapotranspiración en el área de importancia ($mm/año$).

A_i = Area del bofedal i (m^2).

A continuación, se presentan las fórmulas determinadas a partir [Holdridge \(1978\)](#):

$$EVTp = 58,93 * T$$

EVT = Evapotranspiración

$$RE = EVTr/p$$

$$F = EVTr/EVTp$$

Donde:

T = Temperatura

$EVTp$ = Evapotranspiración potencial

P = Precipitación

$EVTr$ = Evapotranspiración real

RE = Razón evapotranspiración potencial y precipitación

F = Relación $EVTr$ y $EVTp$

Fórmula de Holdridge (1978) en [Barrantes y Vega \(2001\)](#).

Se complementó el análisis del servicio ambiental de provisión de agua con la evaluación del costo de oportunidad de la actividad económica que compite con el uso del bofedal, dada por la siguiente expresión:

$$CO = \frac{\sum_{i=1}^j \{[(Wt)]_r - \sum_{i=1}^j \{[(Wa)]_r - Cp_r\}_r\}}{A}$$

Donde:

Wt_r = Ingreso total por la venta del producto i

Ct_r = Costos efectivos de producción de i para la venta

Costo de oportunidad de la ganadería

Wa_r = Ingreso total por venta del subproducto i

Cp_r = Costos de producción de subproductos

A = Superficie de pastoreo de la ganadería/ha ([Barragan, 2008](#))

Almacenamiento de agua en el suelo de los bofedales

El servicio ambiental de almacenamiento de agua en el suelo de los bofedales actúa como un gran reservorio natural que regula los flujos del ciclo hidrológico (Célleri, 2009; Buytaert *et al.*, 2006; Biao *et al.*, 2010), la cual puede compararse con la capacidad total de un reservorio o represa. Este valor puede ser calculado considerando los costos unitarios de construcción de una represa (Biao *et al.*, 2010). El método utilizado es el del costo de reposición la cual considera un proyecto que puede sustituir el servicio ambiental (Pérez, 2008). La fórmula utilizada es la siguiente:

$$V_{\text{(almacenamiento agua represa)}} = \delta * A(10000) * \rho * (0.01) * C_{\text{(unit represa)}}$$

Dónde:

- V Es el valor en dólares (\$) del servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua.
- δ Es el porcentaje de almacenamiento de agua en el suelo de los bofedales.
- A Es la superficie de bofedales medida en has dentro la zona de estudio.
- p Es el nivel freático del suelo medido en cm para la zona de bofedales.
- C Es el costo unitario en (\$/m³) para una represa.

La información referida al costo unitario de la represa proviene del estudio de factibilidad de la Presa Tambo perteneciente al Proyecto Tambo Ccaracocho.

Almacenamiento de carbono en el suelo de los bofedales

Para este análisis se utilizaron los datos que fueron proveídos por el Gobierno Regional de Huancavelica. El método utilizado es el costo del daño evitado a nivel global. Este costo consiste en el valor del beneficio social global que origina mitigar los Gases de Efecto Invernadero y evitar impactos asociados al cambio climático. Por otro lado, para hacer

comparativo el valor de este servicio con los otros dos servicios ambientales de los bofedales se utiliza el método precios de mercado, donde al determinar el volumen de carbono en el suelo de bofedales será multiplicado por el precio de mercado al cual se cotiza. A continuación, se muestra la fórmula a utilizar:

$$V_{\text{carbono}} = \text{Contenido } C \text{ en bofedales (ton CO}_2\text{/ha)} * \text{costo social del C} (\$/\text{ton CO}_2)$$

Para determinar la primera parte de la ecuación se utiliza:

$$\text{Contenido } C \text{ en bofedales (ton CO}_2\text{/ha)} = (\rho * h * C * 100) * 44/12 \quad \text{Ecuación 15}$$

Dónde:

- p Es la densidad del suelo medido en (g/cm³).
- h Es la profundidad a la cual se tomó la muestra (cm).
- C Es el porcentaje en peso de carbono orgánico en el suelo. La relación 44/12 proviene de la relación de estequiometría de pesos moleculares con la finalidad de conocer cuánto CO₂ puede originarse por la descomposición del carbono orgánico. El factor 100 es el resultante de la compensación de las unidades: cm, m y ha.

Definición de escenarios

En la zona de estudio, existe un conflicto por el agua entre los departamentos de Huancavelica e Ica, la misma que implica obras civiles de conducción del agua de las alturas hacia los valles de Ica, que afecta el curso natural del agua y por ende la existencia de los bofedales. En ese sentido, se plantea escenarios a fin de mostrar cual es la afectación de una intervención en uno varios parámetros respecto al escenario real. En la [Tabla 4](#) se presentan los escenarios analizados.

Tabla 4: Escenarios de producto del análisis del estudio

Valor del servicio ambiental	Escenario Real	Escenario sostenible de carga animal	Escenario de intervención	
			Reducción de bofedal en 20%.	Reducción de bofedal y afectación de parámetros de análisis.
Provisión de agua	Usando data real	Solo llama	Se usará el mismo número de cabezas, mismos ingresos y costos, mismos valores de precipitación y evapotranspiración en menor área de bofedal.	Se considera 20% menos de área de bofedal y una reducción del 10% de la población de alpacas y llamas respecto al escenario real.
		Solo alpaca		
		Carga recomendada llama y alpaca		
Almacenamiento de agua	Usando data real, donde el parámetro porcentaje de almacenamiento de agua en el bofedal es igual a 86,07%.		Se considera todos los parámetros reales igual que el escenario real pero con un menor área de bofedal.	Se considera 20% menos de área de bofedal y una reducción del parámetro porcentaje de almacenamiento de agua en el suelo de bofedales pasando de un 86,07% a 76,07%.
Almacenamiento de carbono	Usando data real, donde el parámetro % de carbono orgánico en el suelo es igual a 24,89%.		Se considera todos los parámetros reales igual que el escenario real pero con un menor área de bofedal.	Se considera 20% menos de área de bofedal y una reducción del parámetro % de carbono orgánico en el suelo pasando de un 24,89% a 14,89%.

Fuente: Elaboración propia, escenarios de intervención son supuestos para mostrar los cambios en caso se diera cualquier de los cambios

3. Resultados y discusión

Escenario real

La cantidad total de alpacas y llamas presentes en la zona de estudio asciende a 71 137 y 6 231 unidad animal generando un ingreso bruto de US\$ 8 634 560 y US\$ 456 582 respectivamente por la venta del animal, US\$ 23 146 por fibra de alpaca y US\$ 1 073 por fibra de llamas, US\$ 10 155 por la carne de alpaca y US\$ 580 por la carne de llama, US\$ 1 132 por el cuero de alpaca y US\$ 22 por el cuero de llama, todos estos productos con destino al mercado. Asimismo, US\$ 7 715 por fibra de alpaca y US\$ 189 por fibra de llamas, US\$ 6 770 por la carne de alpaca y US\$ 870 por la carne de llama, US\$ 1 698 por el cuero de alpaca y US\$ 51

por el cuero de llama, todos estos productos para autoconsumo. Se descuenta al ingreso bruto total el costo por crianza de las especies pecuarias, dando como resultado un ingreso neto total de US\$3 492 856, donde el beneficio económico proviene de la comercialización del animal vivo, las fibras, la carne y el cuero como subproductos.

El costo-beneficio por hectárea es alrededor de US\$417,32 producto de la división de US\$3 492 856 entre 8 369,67 ha de bofedal, el cual representa el Valor Económico Parcial por unidad de área que los pobladores obtienen por dedicarse a la comercialización de alpacas, llamas y sus respectivos subproductos.

Del balance hídrico (oferta hídrica disponible) se obtuvo que el valor de productividad hídrica es US\$ 0,05 m³ de agua, que expresado como un valor total para los bofedales de la zona de estudio es equivalente a US\$ 2 759 355,92. Asimismo, en los bofedales, las especies ganaderas compiten con el uso natural del suelo en tanto el pisoteo y los hábitos alimenticios de las alpacas y llamas perjudican la cobertura vegetal y disminuyen la productividad hídrica. De igual manera la cobertura total se expresa en términos monetarios de US\$ 733 499,68. En la [Figura 3](#) se presenta la relación del Valor de Productividad (VP) y Valor de Cobertura (VC).

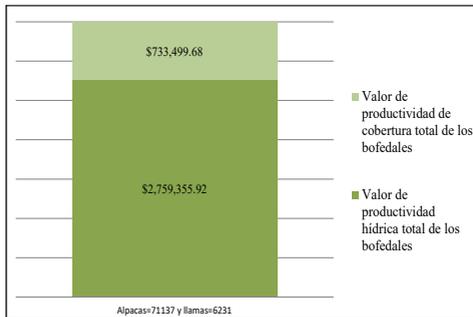


Figura 3: Relación del VP y VC para el área de bofedales – Escenario real

El VP excede es 3,8 veces más VC lo cual indica que aparentemente es más rentable el establecimiento de un valor económico en función a la productividad hídrica. Sin embargo, disgregar ambos servicios ecosistémicos es imposible ya que están vinculados por procesos ecológicos naturales.

Escenario de intervención: reducción del área de bofedal

Se considera que el área de bofedal se reduce en un 20% producto de la intervención de manera sostenible, donde en términos de valor no habría variación respecto al escenario real dado, que al haberse reducido el área del bofedal también se redujo en la misma proporción la oferta hídrica y el valor de los otros servicios ambientales, sin afectar drásticamente los parámetros ambientales.

Escenario de intervención: Reducción del área de bofedal y número de cabezas de ganado

Se considera que el área de bofedal se redujo en un 20% producto de la intervención de las obras físicas de trasvase o conducción del agua de las zonas altas hacia las zonas bajas, modificando físicamente el área de los bofedales; afectando a los pobladores y por ende migran buscando otras oportunidades, abandonan la actividad ganadera. La cantidad total de alpacas y llamas presentes en la zona de estudio fue 64 023 y 5 608 unidad animal respectivamente. Del balance hídrico, el valor de productividad hídrica fue igual a US\$ 0,056 m³ de agua y como valor total para los bofedales fue igual a US\$ 2 483 420,33.

Asimismo, las especies ganaderas compiten por el uso de suelo natural en el bofedal, en tanto el pisoteo y los hábitos alimenticios de las alpacas y llamas perjudican la cobertura vegetal y disminuyen la productividad hídrica. El valor de cobertura total es igual a US\$ 660 149,71. Es así, que hubo una variación en la misma proporción que se redujo el número de cabezas de ganado, más no por la reducción del área de bofedal al igual que los resultados del valor de los otros servicios ambientales. En la [Figura 4](#), se muestra los escenarios analizados; siendo el valor de provisión de agua el que tiene mayor participación respecto al valor de almacenamiento de agua y almacenamiento de carbono.

Comparación del valor del servicio ambiental de provisión de agua

A un tipo de cambio igual a 2,9 soles por dólar se homogenizó todas las unidades para poder realizar la comparación. Un estudio en Ferrobamba muestra que el valor de la productividad hídrica del bofedal es mayor en comparación con las otras zonas, esto es debido a que el costo de oportunidad de la ganadería es mayor en Ferrobamba comparado con Pilpichaca, Oña-Nabón y Tungurahua. Cabe resaltar que Ferrobamba y Pilpichaca son considerados como parte del Corredor Económico de los Camélidos Sudamericanos ([Tabla 5](#)).

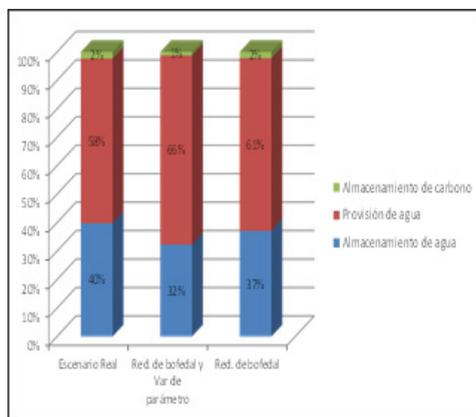
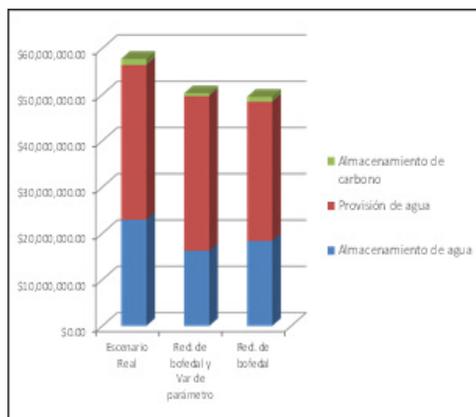


Figura 4: Integración de los valores de los servicios ambientales de provisión de agua, almacenamiento de agua y almacenamiento de carbono

Comparación del valor del servicio ambiental de almacenamiento de agua

El valor unitario del almacenamiento de agua en Pilpichaca es menor en un 15% aproximadamente en comparación con los resultados obtenidos en Oña-Nabón y Tungurahua, esto debido a que el costo de represamiento es menor en Pilpichaca comparado con las otras zonas (Tabla 6).

Comparación del valor del servicio ambiental de almacenamiento de carbono

El valor unitario obtenido en Pilpichaca es igual a 160,83 \$/ha frente a 13 340,62 \$/ha y 7 787,26 \$/ha de Oña – Nabón y Tungurahua respectivamente. Esta diferencia es por el valor del costo social del carbono considerado. Es decir, en el año 2014 el costo social fue del carbono fue mayor respecto al año 2011. Esta diferencia se debe a muchos factores, pues a lo largo del tiempo se viene desarrollando y fortaleciendo el mercado del carbono y por ello la fluctuación (Tabla 7).

En resumen, los bofedales son vitales para el servicio ambiental hídrico, no solo por el volumen de agua que almacenan sino por la función de regulación hídrica que tienen, dado que existe una alta precipitación (942,89mm) y una baja evapotranspiración lo cual nos lleva a una saturación permanente de los suelos de los bofedales, bajo esta situación se dan altos rendimientos hídricos que se traducen en provisión de agua. La función de regulación de los bofedales permite que la variabilidad de caudales en épocas de avenidas y estiajes no se conviertan en excesos o déficit de agua, sino que permite almacenar agua y proveerla en la época seca (Stolk *et al.*, 2006).

Tabla 5: Comparación del valor del servicio ambiental provisión de agua con otros resultados

Autores	Castro (2011)		Arenas y Pineda (2011)	Crispin (2015)
	Oña-Nabón	Tungurahua	Ferrobamba	Pilpichaca
Rubro comparado				
Valor de la productividad hídrica del bofedal (\$/m ³)	0,03	0,02	0,15	0,05
Precipitación (mm/año)	505,1	800	862,2	942,89
Area de bofedal (ha)	218	1971	469	8369,67

Fuente: Elaboración en base a la revisión de literatura

Tabla 6: Comparación del valor del servicio ambiental almacenamiento de agua en los suelos de los bofedales

Autores	Castro (2011)		Crispin (2015)
	Oña-Nabón	Tungurahua	Pilpichaca
Rubro comparado			
Valor unitario del almacenamiento de agua (\$/ha)	3196,9	3299,21	2744,39
Costo unitario de represamiento del agua (\$/m ³)	1,86	1,86	1,59

Fuente: Elaboración Propia en base a la revisión de literatura

Tabla 7: Comparación del valor del servicio ambiental almacenamiento de carbono en los suelos de los bofedales

Autores	Castro (2011)		Crispin (2015)
	Oña-Nabón	Tungurahua	Pilpichaca
Rubro comparado			
Valor unitario del almacenamiento de carbono (\$/ha)	13 340,62	7 787,26	160,83
Costo social del carbono (\$/t CO ₂)	15	15	0,31

Fuente: Elaboración en base a la revisión de literatura

Por otro lado, la alta carga de materia orgánica en el suelo de los bofedales, da un servicio ambiental de almacenamiento de carbono, ya que al almacenarse se evita la descomposición y por ende la emisión de CO₂, el cual es considerado un Gas de Efecto Invernadero (GEI), donde el servicio ambiental de almacenamiento de carbono es un valor de uso indirecto dado que da pauta a una regulación de gases y su influencia en el cambio climático. De lo mencionado, se concluye que la importancia de los bofedales radica en la provisión y almacenamiento de agua y en menor medida la de almacenamiento de carbono el cual es totalmente diferente a lo obtenido por [Castro \(2011\)](#).

Del análisis comparativo, si solo se toma en cuenta los valores analizados por [Castro \(2011\)](#), el valor del servicio de almacenamiento de carbono es mayor comparado con los otros servicios; sin embargo, en el presente estudio el valor del servicio de almacenamiento de carbono menor en comparación con los otros servicios. Pero independientemente del resultado específico de la valoración por servicio ambiental, lo cierto es que existe un valor de los servicios ambientales de los bofedales, ya sea dado por el costo de oportunidad de la ganadería la cual se materializa en el servicio de provisión de agua el cual puede ser mayor comparado con los otros servicios; o donde Servicio

de Almacenamiento de Carbono es mayor comparado con los otros servicios. Esto es debido a las fluctuaciones del precio del carbono y de ahí la importancia de la fijación de carbono en el suelo de los bofedales. Visto de cualquier ángulo, sea cual fuese el servicio ambiental de mayor valor, lo cierto es que hay una gran importancia de la existencia de los bofedales por los servicios ambientales que provee.

A partir de estos resultados se apela a formalizar que los bofedales sean parte integrante de los Sitios Ramsar y con ello una mayor oportunidad de promoción sobre la conservación y uso sostenible de los bofedales de Pilpichaca.

Porqué los bofedales de Pilpichaca deben ser incluidos como Sitio Ramsar en el Perú

- De los 13 sitios Ramsar que tiene el Perú, ninguno está ubicado en la zona altoandina por encima de los 3000m.s.n.m.
- Permitiría la canalización de fondos de la cooperación internacional e intercambio de experiencias que permita la conservación y el uso racional de todos los humedales. Además de contribuir con el desarrollo sostenible.
- Los gobiernos locales podrían servirse de una herramienta política para poder orientar los esfuerzos para la protección

y uso racional de los bofedales, de tal manera que no afecte los ingresos de las familias Altoandinas.

- Los gobiernos locales tendrían una base legal construir un sistema de pagos ambientales que involucre al Gobierno Regional de Ica y Huancavelica. Además, ser una alternativa de solución al conflicto por el agua, el cual es un tema conocido a nivel de ambas regiones

4. Conclusiones

- Se ha evaluado y determinado que existe una importancia económica y ambiental de los bofedales de Pilpichaca el cual está dado por el valor de provisión de agua, el valor de almacenamiento de agua y el valor de almacenamiento de carbono.
- El valor de provisión de agua como participación del valor total es siempre mayor en cualquiera de los escenarios analizados. El valor de almacenamiento de agua para el escenario real asciende a US\$ 22 969 667, para el escenario de intervención con variación de área de bofedal y parámetros ambientales es igual a US\$ 16 240 758 y para el escenario donde varía el área de bofedal es igual a US\$ 18 375 733, donde se puede concluir que el efecto de una variación de área de bofedal y los parámetros ambientales es mayor en comparación si solo varía el área de bofedal. Asimismo, este valor es el segundo de mayor importancia después del de provisión de agua.
- En relación al valor de almacenamiento de carbono el escenario real asciende a US\$ 1 346 068; mientras que para un escenario de intervención con reducción de área de bofedal y parámetros ambientales es igual a US\$ 626 824 y para el escenario de solo una variación en área de bofedal el valor asciende a US\$ 1 076 854. Es el de menor valor económico, esto debido a que el precio de carbono utilizado para el presente análisis es bastante menor, esto obedece a que los derechos de emisión (CER) es fluctuante en el tiempo y depende de muchos factores.
- Se Justifica declarar un sitio Ramsar a los bofedales de Pilpichaca dada la

importancia económica, ambiental, social y política. Ambiental por la función de regulación hídrica, almacenamiento de agua y carbono; económico por que existe una actividad económica ganadera vinculado con los bofedales, la misma que a la fecha falta mucho por mejorar para ser una actividad económica sostenible; social, porque se podría orientar esfuerzos tanto nacional como internacional para proteger los bofedales y promover el uso racional de los mismos la cual involucre a las comunidades y por último política, dado que al contar con la declaración de un Sitio Ramsar los bofedales de Huancavelica se pueden justificar varias herramientas de intervención y negociación con otras regiones aledañas con el afán de establecer un sistema de pagos por servicios ambientales como por ejemplo Huancavelica e Ica.

5. Literatura citada

- Arenas, F; Pinedo, P. 2013. Valoración Económica Ambiental de los Bofedales de la Subcuenca del Río Ferrobamba – Apurímac. Tesis Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 167 pp.
- Barrantes, G; Vega, M. 2001. Evaluación del Servicio Ambiental Hídrico en la Cuenca del Río Savegre con fines de Ordenamiento Territorial. Desarrollo Sostenible de la Cuenca hidrográfica del Río Savegre. Costa Rica.
- Biao, Z; Wenhua, L; Gaodi, x; Yu, X. 2010. Water conservation of forest ecosystems in Beijing and its value. *Ecological Economics* 69: 1416-1426.
- Buytaert, W; Célleri, R; De Bièvre, B; Hofstede, R; Cisneros, F; Wyseure, G; Deckers, J. 2006. Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth Science Reviews* 79: 53-72.
- Castro, M. 2011. Una valoración Económica del almacenamiento de agua y carbono en los bofedales de los Páramos Ecuatorianos.
- Célleri, R. 2009. Estado del conocimiento técnico sobre los servicios ambientales

hidrológicos generados en los Andes. Servicios ambientales para la conservación de los recursos hídricos: lecciones desde los Andes. Síntesis Regional CONDESAN.

valoraci%C3%B3n%20social%20de%20la%20flora%20del%20humedal%20el%20Coroncoro%20de%20Villavicencio.pdf

- Crispin, M. 2015. Valoración económica ambiental de los bofedales del distrito de Pilpichaca Huancavelica Perú. Tesis de Magister Scientiae, Universidad Nacional Agraria La molina, Lima. Perú. 167pp.
- Custred;Glynn. 1997. Las punas de los Andes Centrales. en: Flores Ochoa. Jorge, Comp. Pastores de puna. Uywamichiqpunarunakuna. LIMA: IEP; 1977: 55-86.
- Gobierno Regional de Huancavelica. 2014. Zonificación Ecológica y Económica de Huancavelica.
- Holdridge, LR. 1978. El diagrama de las zonas de vida. En ecología basada en zonas de vida. San José, IICA. p. 13-28.
- Gil, JE. 2011. Bofedal: Humedal altoandino de importancia para el desarrollo de la Región Cusco. Cusco.
- Pérez, O. 2008. Valoración económica de los Recursos Naturales y del Ambiente - Importancia y limitaciones, metodología y técnicas, estudios de caso y aplicaciones.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Oficina Regional para América Latina y el Caribe). 2005. Borrador 6.1. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Informe técnico. 17 p.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2013. Manual de la Convención de Ramsar, 6ta edición. Ramsar. Irán.
- Stolk, M.E.P.; Vewelij, M.; Baker, C.; Oosterberg, W. 2006. Valoración Socioeconómica de los Humedales en América Latina y el Caribe. Wetlands International. Los países Bajos. Disponible en: <http://www.estadis.net/3/actas/POS/04.%20E1%20an%C3%A1lisis%20de%20Correspondencias%20y%20la%20>