

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



T E S I S

**CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS
AMBIENTALES HIDRICOS DE LA LAGUNA QUELLUACocha, DISTRITO DE
NAMORA, CAJAMARCA**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO FORESTAL

Presentado por el Bachiller:

SEGUNDO MANUEL FLORES CARDENAS

Asesor:

M. Sc. Ing. WILFREDO POMA ROJAS

CAJAMARCA - PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
FORESTAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca , a los quince (15) días del mes de julio del año dos mil diecinueve , se reunieron en el ambiente 2A- 201 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del jurado designado por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°343-2018-FCA-UNC, Fecha de 20 de Agosto del 2018, con el objeto de evaluar la sustentación de la Tesis titulada: "CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES HÍDRICOS DE LA LAGUNA QUELLUACocha , DISTRITO DE NAMORA-CAJAMARCA " , para optar el Título profesional de **INGENIERO FORESTAL**, del Bachiller: **SEGUNDO MANUEL FLORES CÁRDENAS**.

A las diez (10) horas y veinte (20) minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y la deliberación del Jurado, el Presidente anuncio la aprobación por unanimidad con el calificativo de catorce (14)

Por lo tanto, el graduando queda expedito para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

A las doce (12) horas y cinco (05) Minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, 15 de julio del 2019



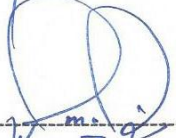
Ing. M.Sc. Walter Roncal Briones
PRESIDENTE



Ing. Luis Dávila Estela
VOCAL



Ing. Honorio Sangay Martos
SECRETARIO



Ing. M.Sc. Wilfredo Poma Rojas
ASESOR

DEDICATORIA

*A mi padre, por enseñarme el significado de la
responsabilidad y el sentido de justicia.*

*A mi madre, por enseñarme que el valor de la
vida es brindar amor a manos llenas.*

*A mis hermanos y hermanas, por ser siempre
Inspiración y motivación para caminar hacia el
Lado correcto de la vida.*

*Por el estímulo y el apoyo incondicional en todo
Momento, y por ser ellos la inspiración para
Finalizar este proyecto.*

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento:

A Dios con total gratitud por los milagros de los que he sido testigo durante estos años de estudio y trabajo. Gracias le doy por lo que soy hoy.

A todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal, que fueron parte en el camino de mi formación profesional.

A mi asesor M.SC. Ing. Wilfredo Poma Rojas, por su paciencia y constante apoyo a mi proceso de formación.

Y a cada una de las personas que de manera directa o indirecta hicieron posible la culminación de este estudio y detrás de ello el sueño de un hombre en busca de respuestas para un mundo más igualitario.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pag.
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de la investigación	2
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis de la investigación	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Los ecosistemas.....	7
2.2.2. Valor económico total de los humedales	7
2.2.3. Importancia de estudiar los servicios ambientales	9
2.2.4. Clasificación de los servicios ambientales.....	10
2.2.5. Servicios ambientales de los humedales.....	10
2.2.6. Laguna	11
2.2.6.1. Servicios ambientales de las lagunas altoandinas más aprovechados	12
2.2.7. Valoración económica de los servicios hidrológicos	13
2.2.8. Métodos de valoración económica de servicios ambientales hídricos	14
2.2.9. Métodos basados en precios de mercado.....	14
2.2.10. Métodos de valoración contingente.....	15
2.2.11. Método de valor de productividad.....	15
2.2.12. Método de valor de almacenamiento de agua	16
2.2.13. Balance hídrico.....	16

III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	18
3.2. Materiales y equipos	19
3.2.1. Materiales y equipos de campo	19
3.2.2. Materiales y equipos de gabinete	19
3.3. Características del medio ambiente físico de la zona de estudio	19
3.3.1. Condiciones edafoclimáticas	19
3.3.2. Cobertura vegetal y uso actual del suelo del área de influencia	20
3.3.3. Flora y vegetación.....	21
3.3.4. Especies de fauna identificadas en la Laguna Quelluacocha	23
3.4 Aspectos del medio socioeconómico	23
3.5 Aspectos demográficos.....	24
3.6 Aspectos económicos	25
3.7. Metodología.....	25
3.7.1. Etapa de pre-gabinete.....	26
3.7.2. Etapa de campo.....	26
3.7.3. Etapa de gabinete final.....	27
3.7.3.1. Valoración del servicio de provisión de agua	27
3.7.3.2. Determinación de los valores de productividad de la Laguna Quelluacoch	33
3.7.3.3. Cálculo del valor del servicio ambiental de almacenamiento de agua	34

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Valoración del servicio ambiental hídrico de provisión de agua de la Laguna Quelluacocha.....	36
4.1.1. Determinación de la oferta hídrica disponible en la zona	36
4.1.1.1. Balance hídrico en la zona de la Laguna Quelluacocha	36
4.1.2. Costo de oportunidad de la actividad ganadera	40
4.1.3. Valor del servicio ambiental de provisión de agua	40
4.2. Valor del servicio ambiental almacenamiento de agua en la Laguna Quelluacocha	41
4.3. Discusión	41

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44
ANEXOS	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Métodos de Valoración económica	14
Figura 2: Ubicación del área de estudio.....	18
Figura 3: Cobertura vegetal y uso de la tierra en el área de estudio.....	20
Figura 4: Estructura de valoración económica del estudio	27
Figura 5: Estructura de valoración económica del estudio	31
Figura 6: Estructura de Holdridge	36
Figura 7: Vista panorámica de la Laguna Quelluacocha- Namora.....	39

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Uso de las funciones ambientales de la laguna Quelluacocha	9
Tabla 2:	Clasificación de los servicios ecosistemicos y/o ambientales.....	10
Tabla 3:	Lista de especies de flora identificadas en la Laguna Quelluacocha	22
Tabla 4:	Clasificación funcional de las plantas forrajeras encontradas en la zona de la Laguna Quelluacocha.....	24
Tabla 5:	Valores de precio de animales vacunos y ovinos	33
Tabla 6:	Precipitaciones promedio anual en el área de estudio	37
Tabla 7:	Temperatura anual promedio de labvestacion meteorológica del distrito de Namora.....	37
Tabla 8:	Comparación del valor del servicio ambiental almacenamiento de agua.	42

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se presenta los resultados del estudio cuyo objetivo valorar los servicios ambientales hídricos de almacenamiento y provisión de agua de la laguna Quelluacocha, distrito de Namora, Cajamarca, cuyo valor de uso directo de la laguna está dado por el servicio ambiental provisión de agua y los valores de uso indirecto por el servicio ambiental de almacenamiento de agua. La valoración del servicio ambiental de provisión de agua, se basa en la metodología de Barrantes y Vega. El servicio ambiental de almacenamiento de agua, se analiza mediante el método del costo de reposición dado por un proyecto que puede sustituir este servicio ambiental. Como resultado del análisis, el valor del servicio ambiental provisión de agua es menor en cantidades monetarias comparado con el servicio ambiental de almacenamiento de agua. Así, el valor total del servicio ambiental hídrico de provisión de agua total fue de 17.37 S/.m³ y el valor de almacenamiento de agua S/. 174 493.31 soles.

Palabras clave: Valoración económica, Servicios ecosistémicos, Laguna Quelluacocha, Namora.

ABSTRACT

This research paper presents the results of the study that aimed to assess the environmental water services for water storage and provision of the Quelluacocha lagoon, Namora district, Cajamarca, whose direct use value of the lagoon is given by the Water supply environmental service and indirect use values by the water storage environmental service. The valuation of the environmental water supply service is based on the Barrantes and Vega methodology. The environmental water storage service is analyzed by the replacement cost method given by a project that can replace this environmental service. As a result of the analysis, the value of the environmental water supply service is lower in monetary amounts compared to the environmental water storage service. Thus, the total value of the total water supply water environmental service is 17.37 s ./ m ^ 3 and the water storage value S /. 174 493.31 soles.

Keywords: Economic valuation, Ecosystem services, Laguna Quelluacocha, Namora.

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas montañosos poseen variedad topográfica y gradientes de climas, dentro de los más notables eventos formadores de la Diversidad Biológica, reconocemos al levantamiento de los Andes, cuyas montañas han constituido nuevos espacios para la migración y colonización de plantas y animales, así como barreras o corredores Biológicos; a la acción del Océano, cuyas temperaturas han influido en las condiciones desérticas del margen Oeste peruano; a las configuraciones de las Cuencas Hidrográficas y sus cambios, que han determinado espacios integrados, cada uno con sus peculiaridades en cuanto a suelos y otras características. En ellos, las especies de organismos vivientes se han adaptado y han florecido (Tovar *et al.* 2013). El Perú, cuenta con más de 12.000 recursos lénticos (lagunas de agua dulce), distribuidos principalmente en la Región Andina, que son aprovechados con diferentes fines, agricultura, ganadería piscicultura y otros (Chauca 1994).

El distrito de Namora, tiene un rico potencial léntico, presenta tres importantes lagunas, San Nicolás, Sullushcocha y Quelluacocha, con grandes servicios ecosistémicos (Ordoñez 2016).

Si bien algunos autores advierten que desde hace muchos años la atención ha estado orientada a estudiar el rol de los recursos en el bienestar de las personas que influye en la calidad de vida. El nuevo enfoque para una buena toma de decisiones de las autoridades competentes (alcaldes, presidentes regionales, etc.) es la gestión de los recursos en un contexto integrando los aspectos ambientales, sociales, económicos y culturales, pasando de ser locales a tener preponderancia global (Lambert 2003).

Los humedales juegan un rol vital en el desarrollo económico de las poblaciones que habitan en sus cercanías; en particular la Laguna Quelluacocha, al formar parte de este complejo de humedales, ofrece servicios ambientales hidricos (i) de provisión y soporte para la vida (pasturas para animales, cultivos agrícolas) y disponibilidad de agua dulce, entendiéndose a este servicio como el más comprometido debido a su importancia económica; (ii) Turístico y/o recreativo (paseo en bote).

1.1.Problema de la investigación

La pérdida de diversidad biológica es ocasionada por los mismos seres humanos, sobre todo por el reducido valor que se asigna a las funciones ecológicas, como la protección de lagunas y cuencas hidrográficas, en beneficio de la humanidad. En la actualidad la valoración, conservación es un tema de interés mundial para la utilización sostenible del ambiente. Por lo tanto, es importante caracterizar e intentar valorar y establecer indicadores monetarios para esta clase de bienes y servicios, que permitan dar cuenta de su importancia en la sociedad.

Actualmente la Laguna Quelluacocha es de uso público, razón por la cual es vulnerable a la actividad antrópica, esta es visitada por lo general los fines de semana, ocasionando problemas como la deposición de residuos sólidos, lavado de vehículos, además la municipalidad distrital de Namora, así como los pobladores asumen muy poca responsabilidad en su conservación y uso sostenible.

Este ecosistema es vulnerable y juega un papel fundamental en la dinámica agropecuaria, cultural, ecológica y socioeconómica para los pobladores del caserío, es por ello que el estudio de valoración de sus servicios aportara herramientas de evaluación, valoración y alternativas de conservación que permitan mejorar los procesos de manejo de este ecosistema a través de nuevas visiones y comprensiones en torno a la mitigación y adaptación.

Es por eso que al dar una valoración a los servicios que genera la Laguna Quelluacocha incentivará a los pobladores a cuidar lo que tienen y ver en realidad cuanto aporta esta laguna a su economía, para que así éstos puedan tomar conciencia y prevalezca el interés por la conservación y no el de destrucción, situación que motiva la realización del presente estudio, mediante el cual se realizará la caracterización y valoración económica de los servicios ecosistémicos que genera la Laguna Quelluacocha distrito de Namora Cajamarca.

1.2.Formulación del problema

¿Cuáles es el valor económico de los servicios de provisión y almacenamiento de agua en la laguna Quelluacocha?

1.3.Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Valorar los servicios ambientales hídricos de almacenamiento y provisión de agua de la Laguna Quelluacocha, distrito de Namora, Cajamarca

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Valorar el servicio ambiental hídrico de provisión de agua de la laguna Quelluacocha
- ✓ Valorar el servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua de la laguna Quelluacocha

1.4. Hipótesis de la investigación

Existe un valor en los servicios ambientales de provisión y almacenamiento de agua de la laguna Quelluacocha, el cual al ser calculado permite determinar cuál es su importancia económica ambiental.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

El presente trabajo de investigación se basó en los estudios realizados sobre estudio de servicios ecosistémicos y su valoración, estos son:

Castro (2010), realizó la valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en los humedales de los páramos ecuatorianos. Se basó en la metodología de Barrantes y Vega (2001), que valora el servicio ambiental del agua con un enfoque de sostenibilidad en términos de calidad, cantidad y perpetuidad, al considerar el valor de productividad de la cobertura en función de la captación de agua y de la calidad del agua que produce. Yacuambi, estimaron el valor económico del servicio ambiental de provisión de agua de 218 ha de humedales de la zona de estudio, que fue de USD 21.725,12 por año, lo cual en Valor Actual Neto a perpetuidad da un valor de USD 344,5 miles. El valor del servicio de almacenamiento de agua de los humedales fue de USD 696,9 miles; lo cual representa un valor de 99,7 USD/ha/. El valor del servicio ambiental de almacenamiento de carbono en el suelo de los humedales fue de 13.340,62 \$/ha; lo cual representa un valor total de USD 2,9 millones para toda la superficie de humedales.

Dávila (2015), realizó un estudio relacionado con la caracterización y valoración de los servicios ecosistémicos en Madre de Dios, basado en el enfoque TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) el cual busca estimar, en términos conservadores, los beneficios económicos que derivan de estos servicios, lo que permitiría tomar decisiones mucho más sensatas sobre el uso de los recursos y conduciría a políticas más sostenibles. El objetivo del presente documento es la aproximación del valor económico de los principales servicios ecosistémicos (SE) vinculados con la actividad socio-económica de Madre de Dios. Para ello, se ha realizado lo siguiente: (i) un trabajo de gabinete que permita arribar a una caracterización de los ecosistemas y servicios ecosistémicos de la región sobre la base de información secundaria disponible y (ii) una revisión exhaustiva de metodologías de valoración que sean factibles de utilizar que permitan aproximar el valor económico de los servicios ecosistémicos más relevantes para la región. Los servicios ecosistémicos priorizados, de acuerdo a criterios de importancia económica (aspectos de bienestar: principal fuente de ingresos, de generación de empleo, mejora en competitividad) para la región, y de accesibilidad a información fueron: (i) el servicio

de provisión de productos no maderables (castaña pelada) y (ii) el servicio cultural de belleza paisajístico o de ecoturismo.

Crispín (2015), realizó una valoración económica ambiental de los humedales del distrito de Pilpichaca, Provincia de Huaytará Región de Huancavelica, donde concluyó que cuyo valor de uso directo del humedal está dado por el Servicio Ambiental Provisión de Agua y los valores de uso indirecto están dado por el Servicio Ambiental de Almacenamiento de Agua y el Servicio Ambiental de Almacenamiento de Carbono. El servicio ambiental de provisión de agua, se basa en la metodología de Barrantes y Vega (2001). El servicio ambiental de almacenamiento de agua en el suelo de los humedales, se analiza mediante el método del costo de reposición dado por un proyecto que puede sustituir este servicio ambiental y finalmente, la valoración del servicio ambiental de almacenamiento de carbono en el suelo de los humedales mediante el método del costo del daño evitado a nivel global por la mitigación del cambio climático y el método de precio de mercado para el análisis de valor. Como resultado del análisis el Valor del Servicio Ambiental Provisión de agua es el de mayor importancia comparada con los servicios ambientales de Almacenamiento de agua y carbono en el suelo de los humedales. El valor unitario de almacenamiento de agua en Pilpichaca es igual a 2 744.39 US\$/ha lo cual equivale a 30.33 US\$/ha y valor unitario de almacenamiento de carbono en Pilpichaca asciende a 160.63 US\$/ha. De la integración de los valores el Servicio Ambiental de Provisión de agua es mayor en Pilpichaca. En el caso del humedal de la zona de Oña, Saraguro y Yacuambi, donde su valoración indica aportes de 99,7 USD/ha/, este valor un poco más alto que el de nuestro estudio, en Pilpichaca 30.33 US\$/ha el valor es menor.

Ezcurra y Castillo (2013), Determinaron el Valor del Disfrute de las personas que visitan la laguna ubicada en el caserío de Conache (La Libertad), empleando el Método de Valoración Contingente. En el caso de los bienes y servicios se identificaron el abastecimiento de agua, su flora (*Salix sp*, *Schinus molle*, *Prosopis pallida*, entre otras), su fauna (*Gallinula chloropus*, *Oreochromis niloticus*, *Alcedo atthis*, *Lebiasina bimaculata*, entre otros), abastecimiento de agua de riego, control de inundaciones, recreación y turismo, recambio del agua subterránea, apoyo a ecosistemas externos, estabilización micro climática y costera, belleza escénica, la navegación, toma de fotos, sustento de la productividad biológica y asiento de organismos migratorios. En el caso del valor anual, la cantidad promedio declarada de la disposición a pagar (DAP) por conservar la laguna fue

de S/. 2 808 937.66 nuevos soles; y el valor anual que las personas creen que vale su disfrute fue de S/. 4 185 720.00 nuevos soles. La diferencia se debe a que a las personas se les está pidiendo que paguen por algo, y a nadie le agrada la idea de gastar; pero en cambio cuando se refieren al valor de su disfrute su valoración es mayor por lo que no se les está hablando de pago alguno.

Paico (2010), realizó la valoración económica de los Principales Servicios Ambientales de las Lagunas Ramón y Ñapique con el propósito del desarrollo del turismo ecológico, distrito de Cristo nos Valga Sechura. Valoraron económicamente la conservación de la biodiversidad, este valor económico se obtuvo mediante la disposición a pagar de los pobladores cercanos al humedal que a pesar de tener ingresos muy bajos tienen un gran interés por colaborar en su conservación; otro servicio a valorar, es la producción de especies con el método igualación a precios de mercado. La metodología que se utilizó en cuanto a la conservación de la biodiversidad, turismo y recreación es el método de valor contingente. Determinando que el precio hipotético que estarían dispuestos a pagar los pobladores por la conservación del humedal es de 3.21 nuevos soles por familia, es poco debido a que su nivel de ingresos en promedio es de 500-800 soles mensuales. En promedio extraen de las lagunas 800 Kg mensuales de pescado, que solo les da un ingreso de S/. 2,057.08 mensuales pero si se realiza una valoración a precios de mercados reales obtendrían un ingreso de S/. 3,726.96 mensuales. El valor económico del desarrollo del turismo ecológico en las lagunas da un total de S/. 5, 778,945.0 soles anuales. El proyecto del desarrollo del turismo ecológico es rentable debido a que tiene una TIR de 634.20%, mucho a tasa planteada de 11% y un VAN de S/. 16, 613,426.30

Alcántara (2014), hizo una investigación enfocada al estudio de Servicios Ecosistémicos del Departamento de Cajamarca, el cual abarca una superficie de 3'295,263.84 has. Se basó en el procesamiento digital de imágenes satelitales utilizando los software ENVI y ArcGIS, guiados por el protocolo marco de interpretación supervisada empleando Segmentación y Random Forest como clasificador; se basó en el Sistema de Clasificación leyenda CORINE Land Cover – CLC, desarrollada por el Ministerio del Ambiente-MINAM, el cual está sustentado en el Informe final del Proyecto “Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina”. Mediante este estudio se identificaron doce ecosistemas identificados, los Bofedales, el Bosque Húmedo de Montaña, el Bosque Seco de Valle Interandino, el Matorral

Arbustivo, el Pajonal Alto andino y el Páramo, de acuerdo a las potencialidades que albergan, son los ecosistemas de Cajamarca, que ofertan más e importantes SE como: agua, alimento, materias primas, oportunidades para la recreación y el turismo, etc., no dejando de mencionar los otros como la Agricultura Costera y Andina y el Bosque plantado, pese a que son ecosistemas culturales, también ofertan importantes Servicios ecosistémicos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Los ecosistemas

Los ecosistemas son los grandes proveedores de los servicios ecosistémicos; albergan gran parte de la biodiversidad del planeta y generan beneficios. Representan un sistema complejo donde un conjunto de componentes bióticos y abióticos interactúan utilizando y transformando energía disponible en el ambiente (Maass y Martínez, 1990). Los ecosistemas interactúan sistemática y dinámicamente como una unidad fundamental; y Penna y Cristeche (2008), lo definen de la siguiente forma: El ecosistema es la unidad básica de análisis de la ecología Constituye un sistema de relaciones formado por los intercambios mutuos de todos los elementos de un espacio físico, tanto biótico como abióticos. No reconoce una escala determinada. Un ecosistema puede ser una gota de agua, un tubo de ensayo, un charco, un bosque, un lago, una región geográfica, un continente, la biosfera y el planeta en su conjunto.

El ecosistema es la unidad biológica funcional que abarca los organismos de un área dada (biocenosis) y el medio ambiente físico (biotopo) correspondiente. Luego el ecosistema es la conjunción de la biocenosis (elemento biótico del ecosistema) y del biotopo (elemento abiótico). Se trata, por este motivo, del nivel más elevado de organización de los seres vivos. El término fue propuesto en 1935 por el ecólogo inglés A. G. Tansley y es la unidad funcional básica en ecología, y comprende las comunidades bióticas y el medio ambiente abiótico de una región dada, cada uno de los cuales influye en las propiedades del otro (MINAM 2015).

2.2.2. Valor económico total de los humedales

El marco para diferenciar y clasificar los valores de los humedales lo constituye el concepto de Valor Económico Total (VET), que es el agregado de todos los valores que se generan de la interacción de las preferencias de los individuos con los diversos

servicios provistos por un bien (Bateman *et al.* 2003). En general, el valor económico de incrementar (o preservar) una cantidad de un bien o servicio se define como cuánto están los individuos dispuestos a renunciar de otros recursos para obtener este incremento o *status quo* (Turner 2000) Así, el VET se compone de valores de uso y no uso: los primeros suponen una interacción del ser humano con el recurso, o sea, un uso real del medio ambiente; es en éstos donde se ha concentrado mayoritariamente el análisis económico. Los segundos son aquellos valores actuales y venideros (potenciales) relacionados con un recurso ambiental que descansan únicamente en su existencia continua y no tienen que ver con su utilización (Pearce y Turner, 1995; Bateman *et al.* 2003; Barbier *et al.* 1997) A su vez, los valores de uso se dividen en directos e indirectos. Los valores de uso directos se obtienen principalmente de bienes que se pueden extraer, consumir o disfrutar directamente; por ello se les conocer también con el nombre de extractivos, consuntivos o estructurales (de Groot *et al.* 2007). Estos bienes pueden ser comerciales y por ello el valor que generan puede estar basado en precios de mercado o no comerciales, pero que generan un beneficio para su usuario así no exista un precio monetario presente para acceder a éste (Bateman *et al.* 2003; Barbier *et al.* 1997).

Los valores de uso indirecto son aquellos no extractivos, o conocidos como funcionales, los cuales se obtienen principalmente de los servicios que genera el ambiente, es decir, de las funciones ecológicas reguladoras. Estos valores se derivan del sustento o protección que dan a actividades económicas, tanto de producción como de consumo, o a poblaciones. No obstante como esta contribución no se comercializa ni se remunera (y sólo se relaciona indirectamente con las actividades económicas), estos valores de uso indirecto son difíciles de cuantificar y no suelen estar presentes en las decisiones de manejo/ gestión de un recurso (Barbier *et al.* 1997; de Groot *et al.* 2007).

Dentro del valor de uso se encuentra el valor de opción, el cual nace cuando un individuo decide valorar un recurso para un uso futuro para sí mismo. O sea, el individuo mantiene la opción de aprovechar el recurso en una fecha posterior. Por otro lado, los valores de no uso se obtienen de los beneficios que puede proporcionar el medio ambiente sin que se utilice de ninguna manera, ya sea directa o indirectamente (de Groot *et al.* 2007). Dentro de los valores de no uso consta el valor de existencia o valor intrínseco, es decir, el valor que tiene la naturaleza por derecho propio; se manifiesta a través de las preferencias del ser humano que valora en nombre de otras especies. Finalmente, está el

valor de legado, el cual se obtiene del deseo de transmitir valores a las generaciones futuras. Sin embargo, el valor de legado puede ser considerado un valor tanto de uso como de no uso, ya que implica la posibilidad de su uso del recurso en el futuro por otras generaciones (de Groot *et al.* 2007; Bateman *et al.* 2003).

Tabla 1. Uso de las funciones ambientales.

Valores Económicos	Directos	Indirectos	De no uso
Bienes			
Fauna (patos silvestres, trucha [introducida], etc.)	**		
Flora silvestre medicinal (valeriana, etc.)	*		
Abastecimiento de agua	***		
Servicios			
Almacenamiento de agua		***	
Recreación/turismo		*	
Calidad del agua		**	
Propiedades			
Diversidad biológica	**	**	**

Leyenda: * bajos, ** intermedios, *** altos

Por otro lado, el servicio ambiental de almacenamiento de agua tiene múltiples beneficiarios a nivel global. Los beneficiarios de dicho servicios pueden ser representados por entidades nacionales o proyectos que buscan la protección de dichos servicios con la finalidad de promover su inclusión en mecanismos de mitigación del Cambio Climático. Entonces, dichos beneficiarios del servicio son actores en un nivel mucho más global y que no necesariamente habitan o tienen conexión directa con la laguna en estudio (Hein *et al.* 2006). Analizar los distintos beneficiarios de los servicios ambientales generados en los humedales permite comprender las competencias por los usos que se puedan generar entre un grupo de beneficiarios y otro (de Groot *et al.* 2007).

2.2.3. Importancia de estudiar los servicios ambientales

Es importante estudiar los servicios ambientales porque permite tener conocimiento de la forma como se generan e interactúan las diferentes funciones ecológicas para la provisión de los servicios ambientales; además porque permite: a) Saber dónde se generan, cuál es el sistema biofísico del cual dependen y cuáles son los elementos estructurales, los rasgos funcionales y los procesos que sustentan la generación de servicios ambientales. b) Establecer el vínculo entre los sistemas sociales y biológicos.

c) Para poder integrar los servicios ambientales de manera explícita y concreta en la gestión. d) Para poder decirle a un tomador de decisiones qué es lo que tiene que regular y en dónde (hacer las preguntas pertinentes). e) Para identificar las estrategias necesarias para evitar trayectorias de cambio indeseable de los sistemas biofísicos, los sistemas sociales y los servicios ambientales. f) Para contribuir a lograr la adaptación de los sistemas biofísicos y sociales ante el cambio ambiental, porque es a través de los servicios ambientales que se manifiesta gran parte de la vulnerabilidad (Alcántara 2014).

2.2.4. Clasificación de los servicios ambientales

Según el Ministerio del Ambiente (2015), clasifica a los servicios de soporte, regulación, aprovisionamiento y culturales, con la intención de facilitar la toma de decisiones.

Tabla 2. Clasificación de los servicios ecosistémicos y/o ambientales

SERVICIOS DE PROVISIÓN	SERVICIOS DE REGULACIÓN	SERVICIOS CULTURALES	SERVICIOS DE SOPORTE
Productos obtenidos de los ecosistemas	Beneficios obtenidos de la regulación de procesos de los ecosistemas	Beneficios no materiales que la gente obtiene de los ecosistemas	Servicios necesarios para la producción de otros servicios de los ecosistemas
Alimentos	Regulación de clima	Espiritual y religioso	Formación de suelos
Agua dulce	Regulación de enfermedades	Recreativo y turístico	Reciclaje de nutrientes
Leña	Regulación y saneamiento de agua	Estético	Producción primaria
Fibras	Polinización	Inspirativo	
Recursos genéticos		Educativo	
Forraje		Identidad de sitio	
		Herencia cultural	

Fuente: MINAM (2015).

Por lo tanto, la evaluación de los ecosistemas del milenio reconoce que todas las personas del mundo dependen de la naturaleza y de los servicios de los ecosistemas para poder llevar una vida digna, saludable y segura.

2.2.5. Servicios ambientales de los humedales

La Convención sobre humedales Ramsar define a los humedales como las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de regímenes naturales o artificiales, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces,

salobres o saladas (Barbier *et al.* 1997). Incluyen lagos, lagunas, ríos, arroyos, acuíferos, planicies aluviales, así como marismas, ciénegas, pantanos, entre otros. Dentro de los servicios ambientales proporcionados solamente por los humedales, encontramos, entre otros: producción primaria de los cuerpos de agua, formación de suelo lejos de los humedales, provisión de animales acuáticos y plantas como alimento, agua bebestible para los seres humanos y forraje para el ganado, cultivos en tierras anexas usualmente beneficiadas con procesos de crecidas y recesos de aguas de los humedales; además de plantas silvestres para alimentación, bioquímicos provenientes de especies terrestres y acuáticas, retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica, recarga y descarga de acuíferos subterráneos, regulación climática a través de enfriamiento por evaporación, soporte de biodiversidad (incluidas especies para las cuales los humedales son críticos para su supervivencia, debido a que pasan la mayor parte del tiempo fuera de su alcance, como las aves migratorias), hábitat para polinizadores, servicios recreacionales, espirituales y religiosos (culturales), etc. (SAG 2006).

2.2.6. Laguna

La laguna es un espacio acuático normalmente cerrado y con agua quieta o estancada, a diferencia de lo que sucede con otros cursos de agua como el mar o los ríos. Las lagunas, además, se caracterizan por tener agua dulce (no salada como el mar o el océano) que por lo general proviene o del deshielo de las corrientes de un glaciar o de la acumulación de lluvia. Las lagunas pueden variar en su tamaño y son parecidas en este sentido a los lagos aunque por lo general pueden ser más pequeñas que ellos. Hay dos elementos que son importantes para la formación de una laguna. En primer lugar, que el terreno donde este curso de agua se forme posea una altitud menor que la de los alrededores, así como sucede con un valle entre montañas o terrenos más elevados. Esto permite que en ese espacio se acumule agua que luego no pueda ser escurrida o que lo sea pero en ínfima cantidad. El segundo elemento importante para la formación de una laguna es justamente el agua que provendrá de dos fuentes diferentes: de deshielo de glaciares cercanos o de la lluvia. Las lagunas cuentan con un tipo de flora y fauna característica que tiene que ver con el tipo de agua, su falta de movimiento, la profundidad que pueda tener el terreno, etc. (Pérez 2013).

2.2.6.1. Servicios ambientales de las lagunas altoandinas más aprovechados

Según García (2015), los principales servicios ambientales que ofrecen los humedales altoandinos son:

- Provisión de agua, no solamente para el abastecimiento de las comunidades humanas residentes en sus alrededores, sino también para el riego de suelos agrícolas, la generación hidroeléctrica y el consumo humano aguas abajo.
- Además del suministro de agua, los humedales proveen fibras vegetales, alimentos y recursos genéticos, almacenan y regulan caudales, capturan carbono y representan un invaluable patrimonio cultural por su significado espiritual y religioso. Los ecosistemas altoandinos son importantes espacios de vida y de riqueza cultural, fecundos en simbolismos, mitologías y valores espirituales para numerosas comunidades indígenas y campesinas. Tales valores históricos y tradicionales, muchos de ellos directamente vinculados a los humedales, forman parte de la herencia cultural andina y deben ser tenidos en cuenta en el manejo del espacio natural.
- Es importante señalar que los servicios que proporcionan los humedales altoandinos no son ilimitados y que la degradación de estos ecosistemas acarrea la pérdida no solo de fuentes esenciales de agua, sino de los otros múltiples beneficios que ofrecen dichos ambientes, incluyendo su potencial para la recreación y el ecoturismo. Por ello, si queremos continuar aprovechándolos, debemos conservarlos y su uso no debe rebasar los límites del umbral crítico, más allá del cual su deterioro se hace irreversible.

Según Sánchez (2017), las lagunas altoandinas son ecosistemas que prestan invalorable funciones y servicios ambientales a las poblaciones urbanas y rurales residentes aguas abajo y alrededores, asegurando la disponibilidad de agua para diversos usos, así como , provisión de agua , almacenamiento y/o turísticos y contribuyendo a la seguridad alimentaria de los pobladores asentados a los alrededores. Los servicios ambientales hídricos más aprovechados son:

- **Riego.** El agua que fluye de los manantiales y escurre de las lagunas es aprovechada a través de varios canales de riego por los agricultores, desde los ubicados en los centros poblados de las partes altas, en la Jalca, los de los valles interandinos de las ecorregiones Quechua y Yunga, hasta los arroceros de la costa.

- **Ecoturismo.** La belleza natural, así como la diversidad de la vida animal y vegetal de muchos humedales, hacen que sean lugares de destino turístico ideales. Muchos de los sitios más notables están protegidos como parques nacionales o bienes del Patrimonio Mundial, y son capaces de generar ingresos apreciables por concepto de turismo y usos recreativos. Para algunos países el turismo en humedales representa un componente fundamental de sus economías. El turismo tradicional depende masivamente de los humedales, tal como las zonas costeras, lagos, lagunas y otros cuerpos de agua donde la población busca esparcimiento. Son ambientes abiertos, estéticamente agradables. En cualquier lugar del mundo los sitios ubicados frente a las costas marinas, lagos y ríos, tienen un alto valor comercial (Agüera 2014).

2.2.7. Valoración económica de los servicios hidrológicos

La presencia de las lagunas genera una serie de bienes y servicios ambientales para los seres humanos, que no son intercambiables en el mercado. Una de las limitaciones para la valoración e implementación de políticas relacionadas con los servicios hidrológicos es la inclusión.

En el Perú el agua es considerada como un bien de dominio público y vital para la vida humana; por consiguiente no se puede excluir su uso, lo que hace compleja su valoración. El principal problema en la valoración de los servicios hidrológicos es que para la sociedad el precio es igual a cero, debido a la ausencia de un mercado, en el cual se revele su valor real mediante la compra y venta del servicio en el mercado, al ser visto como un bien o servicio libre o gratuito, como son la retención de sedimentos o mitigación de inundaciones. El valor económico total se refiere a los beneficios que pueden ser obtenidos de los recursos naturales. Estos beneficios incluyen los valores de uso directo, los cuales pueden ser un insumo dentro de los procesos productivos o venderse como un bien final en el mercado como es el agua embotellada. Los valores de uso indirecto son los que protegen y sostienen la actividad económica, como es la protección de cuencas y regulación del microclima. Los valores de no uso que proveen de satisfacción al ser humano con la sola razón de su existencia, los cuales otorgan beneficios intangibles a la sociedad como es la preservación de áreas históricas o áreas protegidas (Crispín 2015).

2.2.8. Métodos de valoración económica de servicios ambientales hídricos

Con respecto a los métodos de valoración dentro del esquema del VET (Valor Económico Total), se han desarrollado diversos métodos para la cuantificación parcial o integral del valor económico de un bien o servicio hídrico ambiental. Ciertamente, la elección del método dependerá del objetivo que se tenga respecto del servicio a valorar, así como de la información, recursos y tiempo disponibles, entre otros factores (MINAM 2015). A continuación se describen los diferentes métodos de valoración económica:

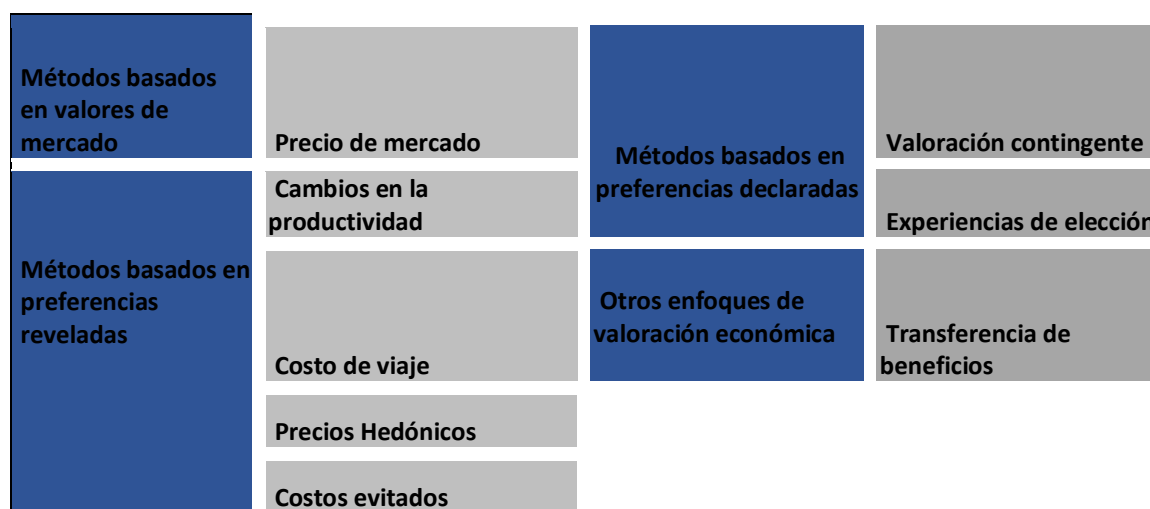


Figura 1. Métodos de valoración económica (MINAM 2015).

2.2.9. Métodos basados en precios de mercado

Estos métodos son los más utilizados para obtener el valor de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, ya que las mercancías producidas por los servicios de provisión se venden a menudo, por ejemplo, los mercados agrícolas. En teoría, en los mercados competitivos, las preferencias y el costo económico de la producción se reflejan en el precio de mercado, lo que implica que estos pueden ser tomados como una información precisa sobre el valor de las mercancías. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los mercados analizados son imperfectos, por lo que se suele utilizar información referencial de precios y costos (obtenida de fuentes secundarias, como las entidades oficiales: ministerios, gobiernos regionales, institutos nacionales de estadísticas, etc.; y de fuentes primarias, a través de entrevistas), que permita estimar un parámetro de renta neta por unidad de producto comercializado (MINAM 2015).

2.2.10. Métodos de valoración contingente

El método de valoración contingente consiste en el uso de encuestas que contienen un cuestionario estructurado en el que se le pregunta a las personas beneficiadas o perjudicadas por un determinado proyecto, cuánto estarían dispuestas a pagar por obtener un determinado beneficio o por evitar la experimentación de un perjuicio de carácter ambiental. Alternativamente, se puede considerar la posibilidad de preguntar qué compensación exigirían en caso de renunciar a un determinado beneficio o de tolerar un perjuicio (MINAM 2015).

2.2.11. Método de valor de productividad

Otra metodología es la que valora el servicio ambiental del agua con un enfoque de sostenibilidad en términos de calidad, cantidad y perpetuidad, al considerar el valor de productividad de la cobertura en función de la captación de agua y de la calidad del agua que produce (Barrantes y Vega 2001).

El método del Valor de Productividad Hídrica permite valorar económicamente los humedales en función de los flujos anuales de servicios ambientales hídricos, lo cual está determinado por la calidad del ecosistema y su tamaño. A mayor tamaño y mejor conservación, mayor es la producción de flujo del servicio hídrico (Barrantes y Vega, 2001).

La productividad para el servicio hídrico está basada en la cantidad de agua captada anualmente, y su valor económico está asociado con la actividad económica que compite con el uso del suelo natural. La estimación del valor de la productividad hídrica se basa en 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 productividad hídrica (s/m³)

β_i = Costo de oportunidad de la ganadería (s/ha/año)

A_{bi} = Área bajo cobertura (ha)

O_{di} = Volumen de agua disponible (m³/año)

α_i = Índice de Protección Hidrológica

2.2.12. Método de valor de almacenamiento de agua

La máxima capacidad de regulación y retención de agua brindada por los bofedales 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). Por lo tanto, el método utilizado para la valoración de este servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua es el del daño evitado o del “precio sombra” del proyecto que puede sustituir el servicio ambiental (de Groot *et al.* 2007; Bateman *et al.* 2003). Entonces, el valor de almacenamiento de agua consiste en:

$$V (\text{almacenamiento agua}) = \delta * A (10000) * p * (0.01) * C (\text{unit represa})$$

Donde:

V= Es el valor del servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua

δ= Es el porcentaje de almacenamiento de agua en el suelo de los humedales

A= Superficie del área de estudio en hectáreas

P= Es el nivel freático del suelo medido en cm.

C= Es el costo unitario en (\$./m³) para una represa

2.2.13. Balance hídrico

Para Pladeyra (2003), la evaluación de los recursos hídricos requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases, la forma en que el agua que se recibe por precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escurrimiento e infiltración.

La ecuación de Balance Hidrológico es una expresión muy simple, aunque la cuantificación de sus términos es normalmente complicada por la falta de medidas directas y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (en acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada (Llerena 2003).

Algunas variables importantes para determinar el balance hídrico, son:

- **Precipitación**

Se denomina precipitación, a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Ellas son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión (Musy 2001).

- **Temperatura**

La cantidad de energía solar, retenida por el aire en un momento dado, se denomina Temperatura. Se puede afirmar que la temperatura depende ante todo de la radiación solar. El termómetro es el instrumento de fiabilidad que se utiliza para medir esa cantidad de energía. Esta medición debe realizarse a 1,5 metros del suelo, siendo un lugar ventilado y protegido de la influencia directa de los rayos del sol. El resultado de ello se expresa en una escala centígrada o en grados Celsius, o bien en la escala de Fahrenheit (Musy 2001).

- **Evapotranspiración**

La evapotranspiración es la cantidad de agua que retorna a la atmósfera, tanto por transpiración de la vegetación como por evaporación del suelo. Su magnitud depende del agua realmente disponible, es decir la que el suelo ha logrado retener para el consumo de la vegetación, así como la que ha sido interceptada por ésta (Musy 2001).

- **Evapotranspiración potencial (ETP)**

Thornthwaite Thornthwaite introdujo el término evapotranspiración potencial (ETP) para expresar "la cantidad de agua que perderá una superficie completamente cubierta de vegetación en crecimiento activo si en todo momento existe en el suelo humedad suficiente para su uso máximo por las plantas (Musy 2001).

- **Oferta hídrica**

Es aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo – cobertura vegetal, escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar. Usualmente esta porción de agua que escurre por los ríos es denominada por los hidrólogos como escorrentía superficial y su cuantificación conforma el elemento principal de medición en las redes de seguimiento hidrológico existentes en los distintos países (IDEAM 2004).

La oferta hídrica de una cuenca, corresponde también al volumen disponible de agua para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la escorrentía superficial a partir del balance hídrico, se está estimando la oferta de agua superficial (IDEAM 2004)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El trabajo de investigación se desarrolló en el centro poblado Quelluacocha, distrito de Namora, provincia y departamento de Cajamarca, con un área de influencia de 472.88 ha, dentro de la cual se encuentra la laguna Quelluacocha, con una extensión de 45.29 ha, , limita al este con el caserío de Huayllamasma, al oeste con el caserío Juncos, al norte con el caserío de Cutiquero y al sur con el caserío Triunfo, geográficamente se encuentra ubicado en la Zona 17s Datum, WGS-84, coordenadas UTM 800589 Este y 9206116 Norte a una altitud de 3301 a 3380 msnm.

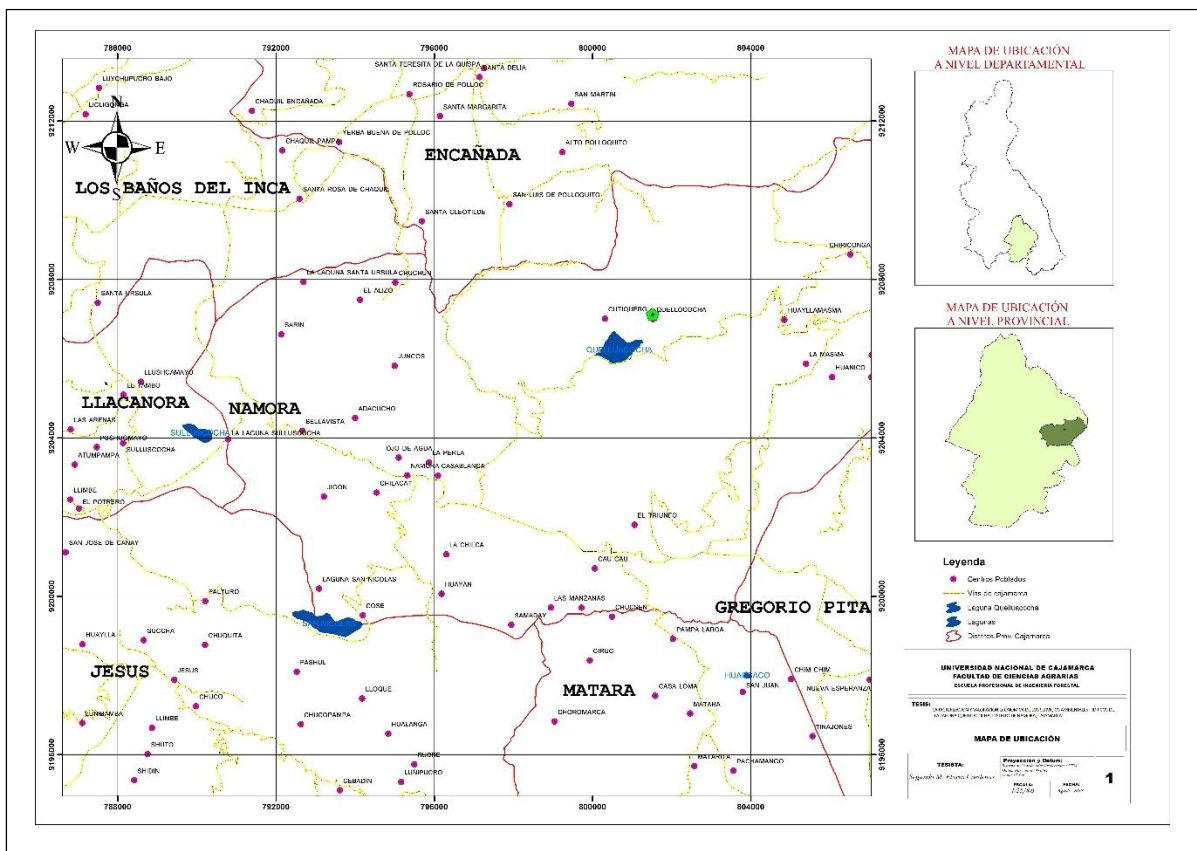


Figura 2. Ubicación del área de estudio, Laguna Quelluacocha, distrito de Namora-Cajamarca.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales y equipos de campo

- Materiales

Libreta de apuntes, lápiz, formato de toma de datos en campo, formato de encuestas, wincha, tablero

- Equipos

Navegador GPS, lancha, regla graduada, cámara fotográfica digital, binoculares, computadora portátil, impresora.

3.2.2. Materiales y equipos de gabinete

- Cartografía digital

La cartografía digital que se utilizó fue en formato shapefile que contenía: Límites políticos, red vial, red hidrográfica, centros poblados, lagunas y lagos proporcionados por la Sub Gerencia de Ordenamiento Territorial del Gobierno Regional de Cajamarca.

- **Ortofotos:** Se utilizó ortofoto de 0.30 cm de pixel descargadas de software libre SAS Planet para la identificación a más precisión de las coberturas existentes y así realizar la elaboración del mapa de cobertura vegetal.

- **Software:** se utilizaron los softwares ArcGIS versión 10.5, Google Earth y SASplanet.

3.3. Características del medio ambiente físico de la zona de estudio

3.3.1. Condiciones edafoclimáticas

- Clima

El clima del Centro Poblado Quelluacocha se clasifica como cálido y templado con temperaturas máxima es de 20 °C y la mínima de 5 °C, precipitaciones de 747 mm anuales, y una humedad relativa de 30 a 50% (SENAMHI 2017).

- Suelo

Los suelos son de tipo Paramosol-Leptosol, de origen de montañas sedimentarias formadas sobre lutitas, margas y calizas nodulares, con textura moderadamente gruesa, pH ligeramente alcalino; suelos superficiales gravillosos y

pedregosos llamados también rendzinas por encontrarse sobre roca calcárea; con afloramientos rocosos, cubiertos por cultivos agrícolas y pastos naturales. Se localizan principalmente en las laderas; su permeabilidad es moderada a moderadamente rápida (GRC 2011).

3.3.2. Cobertura vegetal y uso actual del suelo del área de influencia

De acuerdo a la Figura 06 y Mapa Anexo II, la cobertura vegetal y uso actual del suelo en toda la zona de influencia de la laguna Quelluacocha abarca un total de 472.88 ha, conformada por: viviendas 2.79 ha (0.59%), carreteras y calles 8.37 ha (1.77%), áreas verdes urbanas 4.83 ha (1.02%), cultivos transitorios 53.11 ha (11.23%), pastos naturales 8.40 ha (1.78%), pastos cultivados 75.98 ha (16.07%), plantaciones de *Pinus radiata* 19.04 ha (4.03%), plantaciones de *Eucalyptus globulus* 14.31 ha (3.03%), pajonal altoandino 10.35 ha (2.19%), arbustal denso bajo 28.22 ha (5.97%), arbustal abierto bajo 80.55 ha (17.03%), vegetación arbustiva/herbácea abierta en roquedal 111.08 ha (23.49%), áreas erosionadas y bancos de arena 10.56 ha (2.23%) y Laguna Quelluacocha 45.29 ha (9.58%). Ver anexo II

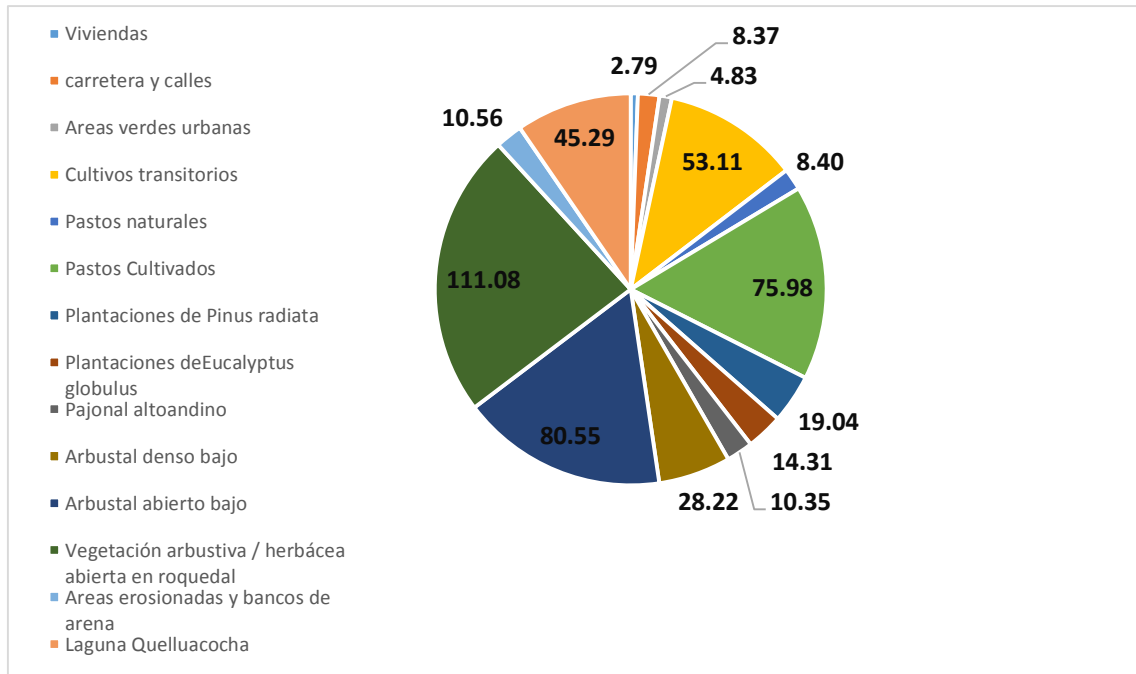


Figura 3. Cobertura vegetal y uso de la tierra en el área de influencia-laguna Quelluacocha.

3.3.3. Flora y vegetación

La riqueza florística se encuentran en un área de influencia total conformada por 472.88 ha, así como también dentro de la laguna en un área de 45.29 ha, la flora identificada; forman parte de un eslabón importante para el sustento de la vida silvestre en Quelluacocha, las aves obtienen de ellas, alimento y refugio. Los pobladores de la comunidad las utilizan en su vida cotidiana como alimento, medicina, leña, cercos y como sustento económico. A continuación, se detalla la diversidad vegetal existente, identificada en el Laboratorio de Dendrología de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Tabla 3. Lista de especies de flora en Laguna Quelluacocha

Familia	Especie	Nombre común
Asteraceae	<i>Baccharis tricuneata</i> (L.f.) Pers.	
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Aliso
Bromeliaceae	<i>Puya sp.</i>	
Caprifoliaceae	<i>Phyllactis rigida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Valeriana
Compositae	<i>Baccharis libertadensis</i> (S.B.Jones) H.Rob.	
	<i>Baccharis sp.</i>	
	<i>Ageratina azangaroensis</i> (Sch.Bip. ex Wedd.) R.M. King & H.Rob.	
	<i>Senecio laricifolius</i> Kunth.	
Cyperaceae	<i>Eleocharis sp.</i>	Velita
Ericaceae	<i>Gaultheria bracteata</i> (Cav.) G.Don.	Pushgay
	<i>Gaultheria tomentosa</i> Kunth.	
	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Pushgay
Euphorbiaceae	<i>Crotón sp.</i>	
Hydrocharitaceae	<i>Elodea densa</i> (Planch.) Vict.	Elodea
Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	Chinchango
Juncaceae	<i>Juncus sp.</i>	
	<i>Luzula sp.</i>	
Lamiaceae	<i>Salvia oppositiflora</i> Ruiz & Pav.	
Melastomataceae	<i>Brachyotum naudinii</i> Triana	Zarcilleja
	<i>Miconia alpina</i> Cogn.	
Menyanthaceae	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	
Orchidaceae	<i>Elleanthus sp.</i>	Orquídea
	<i>Pleurothallis sp.</i>	Orquídea
	<i>Stelis sp.</i>	
Orobanchaceae	<i>Bartsia sp.</i>	
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Llantén
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Rye grass
Polygonaceae	<i>Rumex acetosa</i> L.	Mala hierba roja
	<i>Polygonum sp.</i>	
	<i>Rumex erosus</i> Schult. & Schult.f.	Mala hierba
Proteaceae	<i>Lomatia hirsuta</i> (Lam.) Diels	Andanga
	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	Cucharilla
Rosaceae	<i>Alchemilla arbutifolia</i> Ruiz & Pav.	
	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav.	Quinual
Scrophulariaceae	<i>Buddleja coriacea</i> Remy	Colle

Se identificaron 35 especies de flora pertenecientes a 22 familias, donde las más representativas son las familias: Compositae, Ericaceae, Juncaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Polygonaceae, Proteaceae y Rosaceae. (Ver anexo III).

3.3.4. Especies de fauna identificadas en la Laguna Quelluacocha

La fauna está representada por la presencia de la gaviota Andina (*Larus serranus*), única gaviota propia de los Andes de la cual proviene el nombre de la Laguna Quelluacocha (palabra quechua Quellua - aves de color blanco) que existen en abundancia en esta laguna.

Existen aves migratorias que solo se las puede apreciar en los meses de agosto a mayo como el playero coleador (*Actitis macularia*). Según la identificación de aves podemos nombrar la presencia de Gallaretas (*Gallinula chloropus chloropus*), Pollas de agua (*Fulica armillata*), *Pardirallus nigricans* que viven y anidan en las mataras (*Juncus sp.*), se alimentan de plantas sumergidas como Elodea sp.; especies como el Pato Jerga (*Anas georgica*), hacen sus nidos en plataformas que forman con los tallos secos de las plantas de la laguna (MINAM 2010). (Ver Anexo IV).

3.4. Aspectos del medio socioeconómico

✓ Ganadería vacuna

La ganadería es una actividad que se desarrolla en el 94.5% del distrito. Esta actividad se encuentra a lo largo de la margen izquierda del río Namora y en la parte alta y baja del Río Chucsen, en todas las áreas cercanas a los humedales del distrito (MINAGRI 2017).

✓ Pastos cultivados

En el distrito de Namora, el 83.7% de la población cultivan pastos, tales como, el trebol (*Trifolium repens*) y el ray grass (*Lolium perenne*), cada uno con un 45.9%, son las especies más usadas. (MINAGRI 2017).

- Especies forrajeras en la zona de influencia de la laguna Quelluacocha

A continuación, se muestra la clasificación de las especies forrajeras identificadas:

Tabla 4. Clasificación funcional de las plantas forrajeras encontradas en la zona de influencia de la Laguna Quelluacochoa.

N°	Especie	Deseabilidad	
		Vacunos	Ovinos
1	<i>Lolium multiflorum</i>	MA	MA
2	<i>Trifolium repens</i>	MA	MA
3	<i>Stipa ichu</i>	PA	PA
4	<i>Calamagrostis tarmensis</i>	MA	MA
5	<i>Avena sativa</i>	MA	MA
6	<i>Rumex acetosella</i>	PA	NA
7	<i>Rumex crispus</i>	PA	NA
8	<i>Plantago lanceolata</i>	PA	PA
9	<i>Alchemilla orbiculata</i>	PA	PA
10	<i>Pennisetum clandestinum</i>	A	A

MA: Muy apetecible, **PA:** Poco apetecible, **NA:** No apetecible, **A:** Apetecible

De acuerdo al resultado del Tabla 4, se muestran las especies forrajeras presentes en el lugar de estudio de las cuales el 40% de las especies son muy deseables para vacunos, el 40 % para ovino; el 50 % de las especies se les ha clasificado como poco deseables para vacunos, el 30% para ovinos; el 10 % es apetecible para vacunos y ovinos; y el 20 % se les ha catalogado como no apetecibles para ovinos. Cabe precisar, que las especies categorizadas como "Poco Deseables" estas especies son poco consumidas por el ganado.

3.5. Aspectos demográficos

El distrito de Namora ocupa una superficie de 180.69 km², abarcando el 6,06% de la provincia de Cajamarca. Fue creado mediante Ley Regional N° 218 del 14 de agosto de 1920. La capital es el pueblo de Namora emplazado a 2733 msnm. Tiene una población de 10637 habitantes y una densidad demográfica de 60 hab/km², el centro poblado de Quelluacochoa tiene un total de 800 habitantes. Los que cuentan con mayor cantidad de población son Caucau, Quelluacochoa, Nuevo San José y El Molino. Esto albergan entre 300 a 1200 habitantes y se encuentran en zonas planas cercanas a los valles. Mientras que los que albergan a una menor cantidad, en comparación a los otros, se encuentran en zonas un poco más elevadas y alejadas de los valles tal es el caso de Aliso, Alto Yerba Buena, La Colpa, Chiriconga, entre otros (INEI 2007).

3.6. Aspectos económicos

Uno de los principales sustentos urbano rural del distrito de Namora es la actividad agrícola y ganadera, los cultivos de mayor importancia son: papa, maíz, arveja, fríjol, trigo y chocho y en pequeñas áreas hortalizas y frutales. Todos estos cultivos forman parte de la canasta básica familiar y se constituye en la base de la dieta diaria; comercializándose solo los excedentes en el mercado local de Namora y Cajamarca, que se realizan los días jueves, sábado y domingo de manera intensa (MINAGRI 2017).

a. Subsistema patrimonial

Patrimonio significa todo aquello que es heredado de generación en generación. Comprende las fiestas tradicionales con sus platos típicos y música, es decir, todas aquellas expresiones culturales que distinguen al ámbito y que forjan su identidad. Así mismo, forman parte del patrimonio los restos arqueológicos que son huellas de los antiguos moradores y el patrimonio natural (cataratas, miradores, grutas, bosques, etc.) que pueden ser aprovechados turística y económicamente (MINCETUR 2017).

b. Recursos arqueológicos y turísticos

El distrito de Namora, cuenta con importantes recursos arqueológicos como Torres Huaylla y Juncos cuenta con piedras grabadas; Huanico con cerámica; y La Masma con pinturas, ciudad fortificada de Kollor, los sapitos, torres huaylla y catarata el cumbe. La mayoría de los caseríos del distrito cuentan con recursos turísticos. De todos los tipos de recursos el que más predomina son las lagunas como Laguna San Nicolas, Sulluscocha, Quelluacocha (MINCETUR 2017).

3.7. Metodología

Para la valoración del servicio ambiental hídrico de provisión de agua, utilizamos la metodología de Barrantes y Vega (2001), que valora el servicio ambiental del agua con un enfoque de sostenibilidad en términos de calidad, cantidad y perpetuidad, considerando el valor de productividad de la cobertura en función de la captación de agua que produce.

Para la valoración del servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua se utilizó el método del valor de almacenamiento de agua o costo de reposición la cual considera un proyecto que puede sustituir el servicio ambiental (de Groot *et al.*, 2007; Bateman *et al.*, 2003).

También se utilizó la Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural del Ministerio de Ambiente (MINAM), donde se señalan los métodos para cuantificar, en términos monetarios, el valor de los bienes y servicios ecosistémicos, en este caso se utilizó el método de precios de mercado y contingente (MINAM 2015).

La metodología utilizada consta de 3 etapas:

3.7.1. Etapa de pre-gabinete

- ✓ **Recopilación y sistematización de la información.** Se recopiló toda la información necesaria para el presente estudio como cartografía base, formatos de encuestas, métodos de valoración y otros.
- ✓ **Visitas previas al lugar de estudio.** Se realizó con el fin de coordinar con el alcalde y pobladores, para así contar con una autorización para realizar encuestas e inventario de flora y fauna.
- ✓ **Obtención de cartografía temática digital.** Se obtuvo en formato digital los shapefiles de carreteras, lagunas, cobertura vegetal, centros poblados, predios rurales catastrados, zonas de vida y climáticos del área de ordenamiento territorial del Gobierno Regional de Cajamarca.
- ✓ **Descarga de datos climáticos de estaciones meteorológicas de SENAMHI.** Se descargaron los datos de temperatura y precipitaciones desde la página: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca>.
- ✓ **Elaboración de mapa de cobertura vegetal y uso del suelo, formatos de campo y encuestas.** El mapa de cobertura vegetal y uso del suelo se elaboró de acuerdo a la metodología del MINAM (2014) y los formatos de campo y encuestas de acuerdo a la metodología de Barrantes y Vega (2001) y (de Groot *et al.*, 2007; Bateman *et al.*, 2003), seleccionado para el estudio.

3.7.2. Etapa de campo

- ✓ **Encuesta a los pobladores de la Laguna Quelluacocha.** La encuesta (Anexo n° 1) se realizó a un total de 80 familias, de los cuales 20 familias se negaron a dar información. Del total de pobladores encuestados 75 estudian, 44 trabajan en trabajos agropecuarios y 6 tienen empleo fijo en instituciones públicas y privadas.

- ✓ **Delimitación del área de estudio y registro de especies de flora y fauna.** La delimitación se realizó primeramente obteniendo la cartografía digital de lagunas de Cajamarca y del mapa de cobertura vegetal y uso del suelo realizado para el área de influencia de la laguna, de esta manera se obtuvo las áreas cubiertas de pastos para ganadería (84.38 ha), y el área de la laguna Quelluacocha (45.29 ha).

También se realizó un sondeo de profundidad en toda la laguna para estimar el volumen, teniendo como un promedio de profundidad de 80 cm de altura.

3.7.3. Etapa de gabinete final

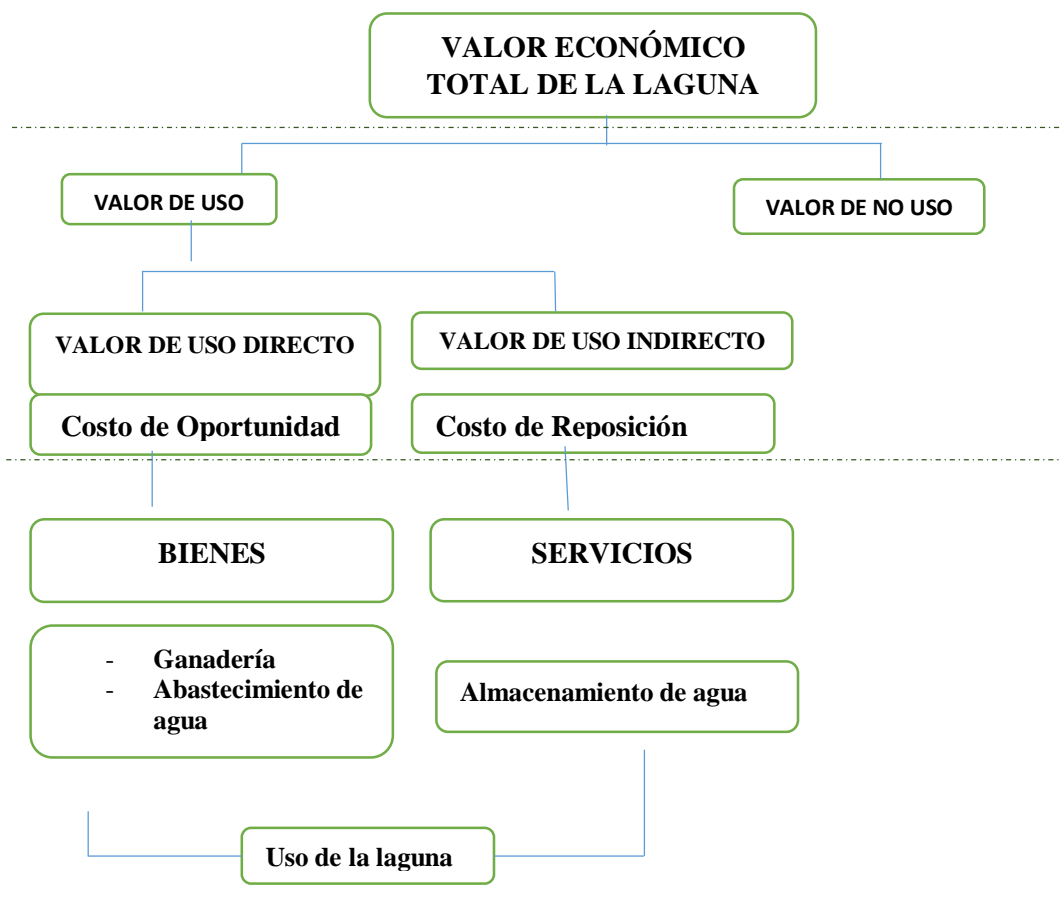


Figura 4. Estructura de valoración económica del estudio

3.7.3.1. Valoración del servicio de provisión de agua

La productividad hídrica de la laguna está basada en la cantidad de agua captada anualmente, y su valor económico está asociado con la actividad económica que se beneficia de la laguna, siendo en este caso la ganadería, esta actividad determinada insitu

y con apoyo de los mismos pobladores. La estimación del valor del servicio de provisión hídrica se basa en la siguiente fórmula según Barrantes y Vega (2001).

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

Donde:

VP= Valor de provisión hídrica de la laguna (s/m³)

β_i= Costo de oportunidad de la ganadería (s/ha/año)

A_{bi}= Área bajo cobertura de la laguna

O_{di}= Volumen de agua disponible captada por la laguna (m³/año)

α_i= Índice de Protección Hidrológica

Para conocer el volumen de agua disponible captado por la laguna se utiliza el balance hídrico de la superficie que ocupa dicha cobertura. Se necesita información cuantitativa referente a los componentes del ciclo hidrológico con el fin de conocer la oferta total en el área de estudio. Es decir, se parte de la cuantificación volumétrica de agua llovida y la evapotranspiración que nos permite conocer la oferta disponible que se descompondrá en volumen de agua de escorrentía superficial y volumen de recarga acuífera (Barrantes et al., 2001).

Parte del agua proveniente del ciclo hidrológico se utiliza para el mantenimiento de los mismos ecosistemas por lo que se deposita en hojas, troncos, tallos y cuerpos de individuos (Ander, 1991 en Barrantes et al., 2001). Otra porción regresa a la atmósfera, otra penetra al subsuelo para recarga de acuíferos y, el restante se dispone en ríos, riachuelos y lagos, dando posibilidades para ser utilizado por el ser humano en sus diversas actividades y finalmente drenarse hacia el océano. Al controlar el recurso hídrico se aumenta el volumen del recurso, aumentando a la vez las existencias del activo y, por lo tanto, el incremento del potencial económico y la capitalización financiera por mantener mayor volumen controlado (Barrantes y Vega 2001).

La oferta total de agua está dado por la precipitación en la zona de estudio, específicamente sobre la cobertura del área de influencia de la laguna. Para calcular la oferta total se utiliza 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 (m³/año)

P_i= Precipitación en la laguna (mm/año)

A= área de la laguna (m²)

Para efectos del análisis de la provisión de agua se requiere contar con el valor determinado de la oferta hídrica disponible, por lo cual se necesita el cálculo de la Evapotranspiración: (Barrantes y Vega 2001).

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

Donde:

Od= Oferta disponible en el área de importancia

AT_i= Evapotranspiración en el área de importancia (mm/año)

A_i= Área de la laguna i (m²)

A continuación, se presenta las fórmulas determinadas a partir Holdridge en Barrantes y Vega (2001).

$$EVT_p = 58.93 * T$$

$$RE = \frac{EVT_p}{P}$$

$$F = \frac{EVT_r}{EVT_p}$$

Donde:

T= temperatura

EVT_p= Evapotranspiración potencial

P= precipitación

EVT_r= Evapotranspiración real

RE= razón evapotranspiración potencial y precipitación

F= Relación EVTr y EVTp

a. Balance hídrico en la zona de la Laguna Quelluacocha

Para determinar el volumen de agua disponible almacenado por la Laguna Quelluacocha se tomó como base la ecuación general del balance hídrico para un análisis de entradas y salidas del agua en el ciclo hidrológico, para lo cual se necesitó datos estadísticos de precipitación y de la estimación de la evapotranspiración sobre la superficie que ocupa la laguna, cuyo resultado sería obtener la oferta hídrica disponible que se descompondrá en volumen de agua de escorrentía superficial y volumen de recarga acuífera. Donde la totalidad de recarga proviene del agua que no es tomada por las plantas y alcanza profundidades mayores, la recarga y el rendimiento de una cuenca dependen del régimen de precipitación. Los acuíferos como la red de drenajes presentan constantes fluctuaciones en el año hidrológico tanto en su nivel de agua subterránea como superficial (Barrantes 2001).

Este elemento se determinará de la siguiente manera:

$$ESC = PPT - EVRT + (S1 - S2) \qquad \text{Ecuacion 1}$$

Donde:

ESC = Escorrentía un periodo (mm/año)

PPT= Precipitación media (mm/año)

EVRT= Evapotranspiración real (mm/año)

(S1-S2)= Cambio en el almacenamiento (mm/año)

b. Cálculo de la precipitación media (PPT)

Esta variable es de gran importancia para el estudio para la cual se toma la información promedio de las estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio. A partir del análisis de precipitación se podrá estimar la oferta hídrica disponible en el área de estudio, la misma que se encuentra relacionada con la productividad de la laguna.

c. Cálculo de la Evapotranspiración Real (EVTR)

✓ La Biotemperatura (Tb)

La biotemperatura anual promedio es la medida de calor utilizada en el diagrama de las zonas de vida y se presenta como un promedio de temperaturas en grados centígrados que permite el crecimiento vegetativo en relación con el periodo anual. Se estima que el ámbito de las temperaturas dentro de las que ocurre el crecimiento vegetativo, está entre 0°C como mínimo y 30°C como máximo (Holdridge 1978).

Los valores de biotemperatura, que representan el factor calor, aumentan logarítmicamente desde la base hasta la parte superior del diagrama de las zonas de vida. Las líneas discontinuas horizontales corresponden a los valores de biotemperatura promedio anual de 1.5°C, 3°C, 6°C, 12°C y 24°C; son las líneas guías que demarcan los límites entre las regiones latitudinales, cuyos nombres están en letras mayúsculas al lado izquierdo del diagrama.

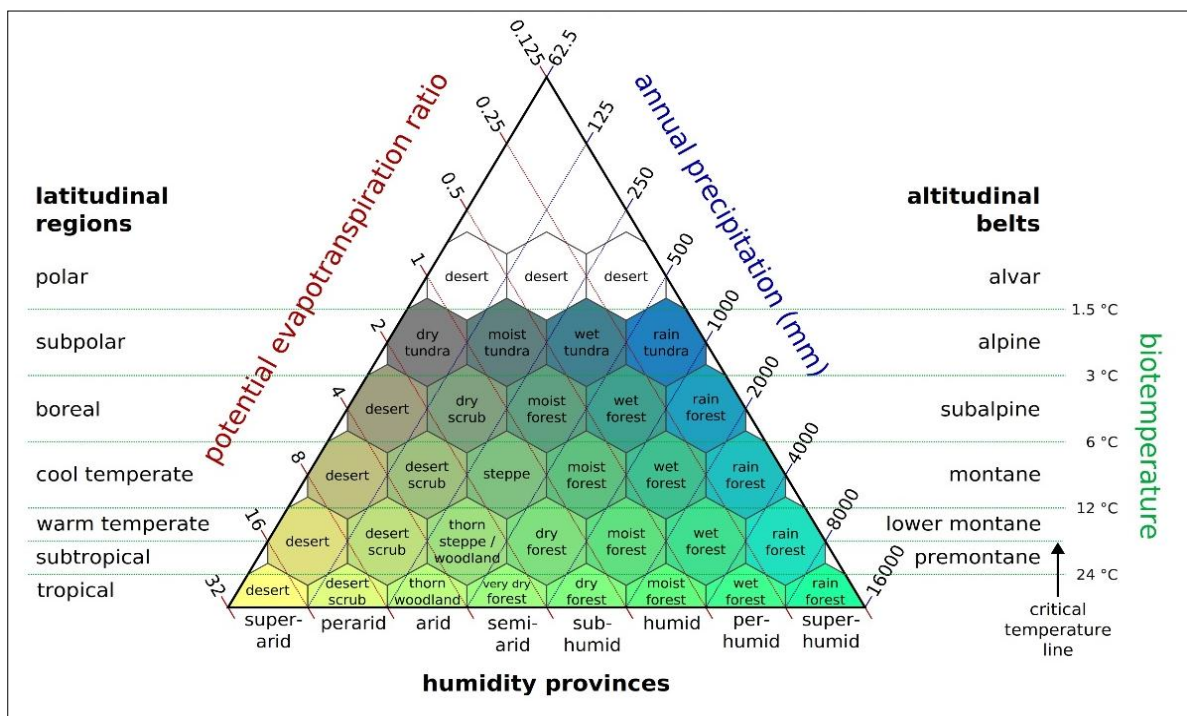


Figura 5: Estructura de Holdridge (1975).

De acuerdo a Arenas y Pinedo (2013), se desarrollaron fórmulas empíricas para convertir una temperatura promedio mensual en grados centígrados a una biotemperatura promedio mensual. En ese sentido, la información disponible muestra datos de TMM menores a 6°C, para la cual la fórmula de determinación de la Biotemperatura Media Mensual (BMM) es dada por:

$$BMM = \frac{TMaxM2}{2(TMaxM - TMinM)} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

BMM= Biotemperatura Media Mensual

TMaxM = Temperatura Máxima Mensual (°C)

TMinM= Temperatura Mínima Mensual (°C)

De la aplicación de la fórmula se tiene que la BMM promedio de la estación Namora es igual a 13.33 °C.

d. Cálculo de la evapotranspiración potencial (EVTp)

Holdridge indica que el factor 58,93 multiplicado por una Biotemperatura Media Mensual (BMM) determina la evapotranspiración potencial según la siguiente fórmula:

$$EVTp = 58.93 * (BMM) \qquad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

BMM = Biotemperatura Media Mensual

EVTp = Evapotranspiración potencial (mm/año)

58.93: Constante de EVTp

e. Determinación de la oferta total hídrica

La oferta total de agua está dada por la precipitación en la zona de estudio, específicamente sobre la cobertura de la laguna. Para calcular la oferta total se utiliza la siguiente expresión:

$$OT = \sum_{i=1}^n Pi * Ai \qquad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

OT= Oferta total hídrica en el área de estudio (m³/año)

Pi= Precipitación en la laguna i (m³/año)

Ai= Área de la laguna (m²)

n= Número de lagunas

De esta oferta total, un porcentaje regresa a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración, quedando potencialmente disponible solo una parte de ella para el abastecimiento de las distintas actividades económicas y poblacionales (Barrantes y Vega, 2001). Dicha estimación de la Oferta disponible, entonces, está dada por la siguiente expresión:

$$od = \sum_{i=1}^n (OT_i - ET_i) \qquad \text{Ecuación 8}$$

Dónde:

OT= Oferta total hídrica en el área de estudio (m³/año)

ETi= Evapotranspiración real en el la laguna i (m³/año)

Od= Oferta hídrica disponible en el área de estudio (m³/año)

3.7.3.2. Determinación de los valores de productividad de la Laguna Quelluacocha

Para el cálculo del Costo de Oportunidad, la actividad seleccionada es la ganadería vacuna y ovina, que es la actividad más rentable para los pobladores. Esto se determinó mediante el método contingente (encuestas).

En resumen, para el presente estudio se considera la relación directa con la laguna y la actividad pecuaria dado que en la zona de estudio es la más predominante en comparación con la actividad agrícola. Asimismo, se considera la comercialización del animal vivo (en pie) de las especies pecuarias vacas y ovejas; la leche y carne corno subproductos para valorar, siendo un común entre ambas especies.

Vale la pena mencionar, que la comercialización de la leche de vaca, venta de vacunos y ovinos son las actividades más importantes que les permite obtener un ingreso económico a la población de la zona de estudio.

Tabla 5. Valores de precio de animales vacunos y ovinos

Productos	Unidades de Medida	Peso promedio 2017	Precio s/.
Carne de Vacuno	Kg/cabeza	300 kg.	s/. 10
Carne de ovinos	Kg/cabeza	30 kg.	s/. 12
Leche	Lt/cabeza	5 kg.	s/. 1

Fuente: MINAGRI (2018).

a. Análisis de rentabilidad

El costo de oportunidad de la actividad ganadera estará dada por la actividad más rentable para los pobladores de la zona la cual compite con el uso del agua de la laguna, es así, la fórmula a utilizar es la de ingresos y costos unitarios (por hectárea) es la siguiente:

$$CO = \frac{\sum_{i=1}^f \{[(Wt)]r - \sum_{i=1}^j \{[(Wa)]r - Cp r\} r\}}{A} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

CO= Costo de oportunidad de la actividad ganadera

W_t= Ingreso total por la venta del producto i

W_a= Ingreso total por venta del subproducto i

C_p= Costos de producción de subproductos

A= Superficie de pastos para ganadería (ha)

b. Valor de la productividad hídrica de la laguna (VP)

El método del Valor de Productividad Hídrica permite valorar económicamente la laguna en función al balance hídrico, lo cual está determinado por la calidad de la cobertura de la laguna y su tamaño, es decir, a mayor tamaño y mejor conservación, mayor es la producción de flujo del servicio hídrico. Entonces adaptando la fórmula de Valor de Productividad Hídrica propuesta por Barrantes y Vega, para el presente estudio se requiere del valor resultante del análisis de costos - beneficios de la actividad ganadera que señala la fórmula originalmente, por consiguiente, la productividad hídrica de la laguna está determinada por:

$$VP^n = \sum_{i=1}^j \frac{\alpha_i(CB^n)A}{Odi} \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

VP^m= Valor de productividad hídrica de la laguna (Soles por m³)

CBⁿ= Ingreso-costo unitario de la ganadería (soles/ha/año)

α_i = Importancia de protección hidrológica (Rango: 0-1). Se utiliza como valor referencial 0.79 basado en el promedio de los índices de los páramos herbáceos de cuatro microcuencas abastecedoras de agua para la ciudad de Loja-Ecuador (NCI *et al.* 2007).

A= Superficie de la laguna

O_dⁱ = Oferta hídrica disponible en el área de estudio (m³/año)

3.7.3.3. Cálculo del valor del servicio ambiental de almacenamiento de agua

El método utilizado para la valoración de este servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua es el costo de reposición la cual considera un proyecto que puede sustituir el servicio ambiental (de Groot *et al.*, 2007b; Bateman *et al.*, 2003).

$$V \text{ (almacenamiento agua)} = \delta * A (10000) * p * (0.01) * C \text{ (unit represa)} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

V= Es el valor del servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua

a= Es el porcentaje de almacenamiento de agua en el suelo de la laguna

A= Es la superficie de la laguna medida en ha

P= Es el nivel freático del suelo medido en cm para la zona de la laguna

C= Es el costo unitario en (s/m³) para una represa.

La información referida al costo unitario de la represa proviene del proyecto de “Instalación del servicio de agua potable y saneamiento rural con Unidades Básicas de Saneamiento (UBS) en el caserío Cutiquero, distrito de Namora, provincia de Cajamarca”, donde se encuentra un reservorio de forma circular de concreto con una capacidad de almacenamiento de 20m³ de agua, el cual esta valorizado en 11,002.65 soles (Tello 2015).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Valoración del servicio ambiental hídrico de provisión de agua de la Laguna Quelluacocha

La laguna Quelluacocha ocupa una superficie de 45.29 ha, con una profundidad promedio de 80 cm, almacenando un volumen de agua de 256000 m³, es uno de las 4 recursos hídricos más importantes del distrito de Namora, y más aún para los pobladores del centro poblado Quelluacocha, así como también sirve de hábitat a una diversidad de especies de flora y fauna.



Figura 6. Vista panorámica de la Laguna Quelluacocha-Namora

4.1.1. Determinación de la oferta hídrica disponible en la zona

4.1.1.1. Balance hídrico en la zona de la Laguna Quelluacocha

Los datos climáticos utilizados provienen de la estación meteorológica Namora. (SENAMHI 2017).

a. Precipitación en la zona de estudio

En el siguiente cuadro se muestra los valores de precipitación mensual y total anual para la estación meteorológica de Namora, la misma que se encuentran en el ámbito de la zona de estudio, en el cual se muestra que los meses más lluviosos son de diciembre a abril y la precipitación promedio anual es de 747 mm.

Tabla 6. Precipitación promedio anual en el área de estudio (mm)

ESTACION	AÑO 2000-2018												Pp (mm/año)
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Namora	89	103	117	76	37	14	10	13	39	94	70	85	747

Fuente: SENAMHI (2018).

b. Estimación de la biotemperatura

Asimismo, se tiene la información sobre la temperatura media anual (TMM) de la estación Meteorológica Namora, Tipo Convencional, ubicada a 2744 msnm correspondiente al área de estudio:

Tabla 7. Temperatura anual promedio de la estación meteorológica del distrito de Namora

E. NAMORA	AÑO												T° Promedio anual
	EN E	FEB	MA R	AB R	MA Y	JUN	JUL	AG O	SE T	OCT	NOV	DIC	T° Promedio anual
T. min. (°C)	7.5	6.8	6.8	6.7	4.8	2.8	2.8	3.7	4.8	6.4	5.4	6	5
T. máx. (°C)	20	17	17	17	17	15	15	16	17	17	18	18	17

Fuente: SENAMHI (2018).

Con la Ecuación 2 se calculó la biotemperatura media mensual, la cual es igual a 12.04°C

c. Cálculo de la evapotranspiración real (EVTR)

Con el valor de la biotemperatura BMM se puede determinar la evapotranspiración potencial aplicando la Ecuación 3 se obtuvo el siguiente:

$$EVT_R = 58.93 * 12.04$$

$$EVT_R = 709.51 \text{ mm/año}$$

d. Determinación de la Oferta Hídrica Disponible (Od)

Según la Ecuación 7 para la obtención de la Oferta Hídrica Disponible (Od) es necesario determinar la Oferta Hídrica Total (OT) para el cual se determina lo siguiente:

$$OT = \left(747 \frac{\text{mm}}{\text{año}} \right) (452\,900 \text{ m}^2)$$

$$OT = 33\,831.63 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Mientras que la Evapotranspiración Real calculada para la superficie de la laguna

$$EVTR = (709.51 \frac{mm}{año}) (452\ 900\ m^2)$$

$$EVTR = 32\ 133.70 \frac{m^3}{año}$$

Como ya se ha calculado la oferta hídrica total y la evapotranspiración en la zona de la laguna, se procede a hacer el cálculo de la oferta disponible a partir de la Ecuación 8, de donde se obtiene:

$$Od = 33\ 831.63 - 32\ 133.70 \frac{m^3}{año}$$

$$Od = 1697.93 \frac{m^3}{año}$$

El valor de la Od hallado indica que la cantidad de agua almacenada en la laguna se demuestra que hay una disponibilidad del recurso hídrico durante todos los meses del año, con esta oferta hídrica calcularemos el valor de provisión del recurso.

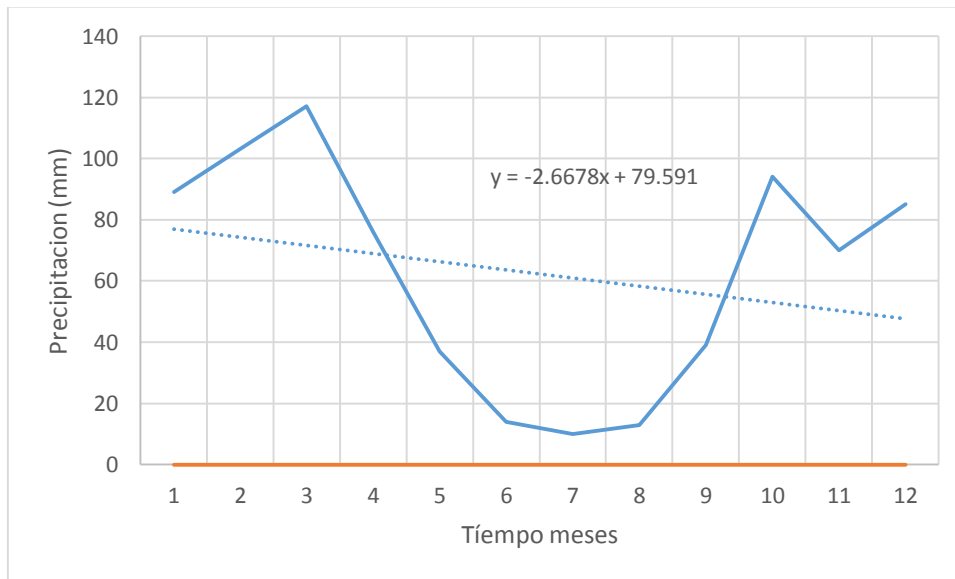


Figura 7: Variación de la Precipitación anual promedio (mm)

De acuerdo a la Figura 7, el diagrama muestra que la época húmeda (superávit hídrico) se extiende desde el mes de enero hasta marzo, asimismo la época seca (déficit hídrico) desde el mes de abril hasta el mes de diciembre por lo tanto $1745.336\ m^3/año$ de oferta hídrica se encontraría disponible en la época de estiaje almacenándose en la laguna lo cual permite su uso durante todo el año, en actividades de ganadería siendo la más resaltante.

4.1.2. Costo de oportunidad de la actividad ganadera

$$Co = \frac{69600 - 65 - 0}{84.38 \text{ ha}}$$

$$Co = 824.07 \text{ s./ha}$$

El costo de oportunidad es de 824.07 S./ha, el valor proviene, del ingreso bruto que generan los vacunos siendo este de S/. 66 000 soles y de los ovinos S/. 3 600, soles respectivamente por la venta del animal y por la venta de leche S/. 65.00 soles diario, todo esto dividido entre el área que ocupan la actividad ganadera siendo de 84.38 ha. (Ver anexo V).

4.1.3. Valor del servicio ambiental de provisión de agua

$$VP = \frac{0,79 * 824.07 \frac{\text{s}}{\text{ha} * \text{año}} * 45.29 \text{ ha}}{1697.93 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}} = 17.37 \text{ s./m}^3$$

En el área de estudio el valor del servicio de provisión hídrica es de 17,37 S./m³, el cual sirve para la producción de pastos que alimentan con cuatro cortes al año a una cantidad de 41 vacunos y 10 ovinos (Ver anexo V y VI).

De las 472.8 ha del área de influencia, 45.29 hectáreas corresponde a la laguna Quelluacocha, la cual provee del recurso hídrico para la producción de pastos cultivados y naturales, los cuales representan un área de 84.38 ha, los mismos que sirven para la producción de 65 litros de leche la cual es vendida a S/1 sol/litro, generando S/. 65 soles/día, por lo cual el costo-beneficio por hectárea se encontraría alrededor de S/. 1.44 ha/día, lo cual representa el Valor Económico Parcial por unidad de área que los pobladores obtienen por dedicarse a la crianza de ganado vacuno.

Para el valor del índice de Protección Hidrológica se tomó el promedio de los índices de los humedales de cuatro microcuencas abastecedoras de agua para la ciudad de Loja (NCI *et al.*, 2007). El valor económico por productividad hídrica total de la Laguna Quelluacocha es de 17.37 s./m³/año.

4.2. Valor del servicio ambiental almacenamiento de agua en la Laguna Quelluacocha

De acuerdo a la Ecuación 13 de la Pág. 47, el valor de almacenamiento de agua en la laguna en la zona de estudio es:

$$V(\text{almacenamiento}) = 0.86 * 45.29\text{ha} \left(10000 \frac{\text{m}^2}{\text{ha}} \right) * 80 \text{ cm} * \left(0.01 \frac{\text{m}}{\text{cm}} \right) * 560 \frac{\text{S/}}{\text{m}^3}$$

$$V = \text{S/} . 174 493.31$$

En la ecuación se tomó el valor de 86,07% como porcentaje de saturación en la zona de la laguna de acuerdo al estudio de Villarroel (2010a). Esto significa que, del volumen total de la laguna, cerca al 86% es agua almacenada cuando se encuentra en saturación total. La superficie de la zona de la laguna en la zona de estudio es 45.29 ha y la profundidad del agua de la laguna es de 80 cm. (Ver anexo VII).

Para los costos unitarios de la laguna, se tomó como referencia el costo de un proyecto de construcción de un reservorio de agua potable y saneamiento rural ubicado en el caserío Cutiquero, distrito de Namora, provincia de Cajamarca, el cual se encuentra más cercano a la zona de estudio. Dicho costo es de S/. 11,000.200 soles para una capacidad de almacenamiento de 10 m^3 de agua (Tello 2015). Por lo tanto, el costo unitario de la represa es de 560.00 S/. m^3 . Con estos datos el valor total del servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua en la Laguna Quelluacocha es de S/. 174 493.31 soles.

4.3. DISCUSION

a. El valor del servicio ambiental de provisión de agua

En el presente estudio se realizó la valoración económica de los servicios ambientales hídricos de la Laguna Quelluacocha y su área de influencia con la finalidad de mostrar el valor económico que esta genera a la población local. De esta manera se encontró que el valor del agua por metro cubico bajo el método de productividad hídrica, es de 17.37 s/. / m^3 /año.

En el caso del servicio ambiental de provisión de agua, los resultados obtenidos son calculados anualmente y expresados en términos monetarios. Al comparar con otros estudios que utilizaron la misma metodología para calcular el servicio de provisión, encontramos valores similares, es el caso del humedal de la zona de Oña, Saraguro y

Yacuambi, donde su valoración indica aportes de 99,7 USD/ha/, este valor un poco más alto que el de nuestro estudio, en Pilpichaca 30.33 US\$/ha el valor es menor. En otro estudio según Farley y Constanza (2010), determinaron para el servicio de provisión de agua un valor total por hectárea de \$. 1810.42 ha/año. Esta variación se debe a la extensión del área y al costo de oportunidad, a las condiciones climáticas del lugar.

b. El valor del servicio ambiental de almacenamiento de agua

De acuerdo al cuadro comparativo mostrado líneas abajo, se puede visualizar que el valor unitario del almacenamiento de agua en Quelluacocha es mayor siendo de S/.560 .00 soles en comparación con los resultados obtenidos en Oña-Nabón, Tungurahua, y Pilpichaca esto debido a que el costo de represamiento del proyecto de construcción de reservorio en Cutiquero es mayor, motivo por lo cual el valor unitario de almacenamiento es alto en Quelluacocha comparado con las otras zonas. Ver tabla 8.

Tabla 8. Comparación del valor del servicio ambiental almacenamiento de agua

AUTORES	Castro		Crispín	Cárdenas
Rubro comparado	Oña-Nabón (S/.)	Tungurahua (S/.)	Pilpichaca (S/.)	Quelluacocha (S/.)
Valor unitario del almacenamiento	3196.9	3299.21	2744.39	3852.79
Costo unitario de represamiento	1.86	1.68	1.59	560

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El valor del servicio ambiental hídrico de provisión de agua de la laguna Quelluacocha es de 17.37 S/.m^3 .
- ✓ El valor del servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua es igual a S/. 174 493.31 soles.
- ✓ Se recomienda a las autoridades, consultores y otros involucrados inferir los resultados del estudio, para realizar una mejor gestión del recurso hídrico.
- ✓ Se recomienda realizar estudios en los próximos años con la finalidad de comparar y profundizar resultados del área de estudio.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcántara, G. 2014. Estudio de servicios ecosistémicos del departamento de Cajamarca.
- Agüera, O. 2014. El ecoturismo en los humedales.
- Arenas, F; Pinedo, P. 2013. Valoración Económica Ambiental de los bofedales de la Subcuenca del Río Ferrobamba- Apurímac. Tesis Mag. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Bateman, I; Lovett, A; Brainard, J. 2003. Applied environmental economics: a GIS, approach to cost/benefit analysis. Cambridge University Press. Cambridge.
- Barbier, E; Acreman, M; Knowler, D. 1997. Valoración Económica de los Humedales, guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención Ramsar. Gland.
- 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.
- Castro, M. 2010. Valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en los bofedales paramunos ecuatorianos, experiencia en dos sitios piloto: Oña-Nabón-Saraguro-Yacuambi y del Frente Sur Occidental de Tungurahua. EcoCiencia / Wetlands International / UTPL / MAE. Quito, Ecuador.
- Celleri, 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.
- Crispín, M. 2015. Estudio de Valoración Económica Ambiental de los bofedales del distrito de Pilpichaca, Provincia de Huaytará y Región de Huancavelica.
- Cristeche, E., & Penna, J. A. 2008. Métodos de valoración económica de los servicios ambientales.
- Chauca, L. 1994. Jaulas flotantes para el cultivo de truchas. Construcción –Instalación y Manejo. Huancayo-Perú. 128 pp.
- Davila, W. 2015. Estudio de Caracterización y Valoración de los Servicios Ecosistémicos en Madre de Dios.
- De Groot, R., M. Stuij, M. Finlayson y N. Davidson. 2007. Valoración de los Humedales. Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales. Informe Técnico Ramsar. Número 3. Número 27 de la serie de publicaciones técnicas del CDB.

- Ezcurra y Castillo. 2013. Determinación del Valor del Disfrute de las personas que visitan la laguna ubicada en el caserío de Conache (La Libertad).
- Farley, J. y R. Constanza. 2010. Payments for ecosystem services: From local to
- García. 2015. Caracterización ecohidrológica de humedales alto andinos usando imágenes de satélite multitemporales en la cabecera de cuenca del Río Santa, Ancash, Perú.
- GRC. (Gobierno Regional de Cajamarca-Perú). 2011. Zonificación Ecológica y Económica - Gobierno Regional Cajamarca.
- Hein L., van Koppen K., de Groot R.S. y E.C. van Ierland. 2006. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics* 57 (2), 209–228.
- Holdridge, LR. 1978. El diagrama de las zonas de vida. En *ecología basada en zonas de vida*. San José, IICA.p. 13-28.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2004. Metodología para El Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial. BOGOTA, D.C., 2004. p 10
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, Pe). 2007. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda (en línea). Consultado julio de 2015. Disponible en <http://www.inei.gob.pe/estadisticas/censos/>.
- global. *Ecological Economics* 69: 2060-2068.
- Lambert, A. 2003. Valoración económica de los humedales: un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales. Convención de Humedales Ramsar.
- Llerena, C. A. 2003. Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. FAO Presentado en el Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA), Arequipa, Perú, 9-12 junio 2003, durante el Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas.
- Maass, J. M., Jaramillo, V., Martínez-Yrizar, A., García-Oliva, F., Pérez-Jiménez, L. A., Sarukhán, J. 2002. Aspectos funcionales del ecosistema de selva baja caducifolia en Chamela, Jalisco En: Noguera, F.A. Vega, J.H. García-Aldrete, A.N., Quesada, M. (eds.). *Historia Natural de Chamela*, pp. 525-542, Instituto de Biología, UNAM, México, D.F., México.

- MINCETUR (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo). 2017. Recursos turísticos del distrito de Namora, disponible en: http://ficha.sigmincetur.mincetur.gob.pe/index.aspx?cod_Ficha=5677
- MINAM (Ministerio del Ambiente) .2015. Guía nacional de valoración económica del patrimonio natural. Lima: MINAM.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego).2018. Plan nacional de desarrollo ganadero 2018-2027(R.M. N° 297-2017).
- MINAM (Ministerio del Ambiente) .2010. Guía de evaluación de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima. Perú.
- Musy, A. 2001. Cours "Hydrologie générale". Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. IATE/HYDRAM. Laboratoire d'Hydrologie et Aménagement. Capítulo 1, 2, 3, 4 y 5.
- NCI; CEDERENA; ECODECISIÓN. 2007. Creación de un Sistema Financiero y Económico para la conservación del Agua en Loja y Zamora Chinchipe. Loja.
- Ordoñez, E. 2016. Namora dentro del Corredor Economico Crisnejas. Cajamarca-Peru.
- Paico, A. 2010. Valoración Económica de los Principales Servicios Ambientales de las Lagunas Ramón y Ñapique con el propósito del desarrollo del turismo ecológico, distrito de cristo nos valga Sechura.
- Pladeyra. 2003. Paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma Chapala, México.
- Pérez, J. 2013. Definición de laguna (<https://definición.de/laguna/>).
- Rodríguez, J. 1983. Evapotranspiración de la grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) en la zona de Tarabana XLIV Reunion Anual de la Sociedad Internacional de Horticultura Tropical. UCLA. Setp-Oct 1998. Barquisimeto. Resumen p.A-2.
- Sánchez, W. 2017. Alto Perú: Maravilla natural a 4,000 metros de altitud.publicado 22 Marzo 2017. Consultado 5 de mayo 2017. Disponible en: https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=181186299054021&id=100014879561282
- SAG (Servicio Agrícola Y Ganadero). 2006. Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales. Chile. Centro de Ecología Aplicada.

- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2018. Boletín extraordinario de la evaluación hidrológica y pluviométrica en Cajamarca <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca>.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2017. Boletín extraordinario de la evaluación hidrológica y pluviométrica en Cajamarca <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca>.
- Tello, M. 2015. Instalación del servicio de agua potable y saneamiento rural con unidades básicas de saneamiento (UBS) en el caserío Cutiquero, distrito de Namora, provincia de Cajamarca – Cajamarca”
- Tovar C., Arnillas CA., Cuesta F., Buytaert W. Cuencas Hidrográficas del Perú.
- Turner, R. 2003. Valuing nature: Lessons learned and future research directions. *Ecological Economics*, 46(3), pp.493–510.

ANEXOS

ANEXO 1: Formato de encuesta

“Caracterización y valoración económica de los servicios ecosistémicos generados la laguna Quelluacocha, distrito de Namora, Cajamarca”

Encuesta aplicada a los pobladores del Centro Poblado Quelluacocha.

Buenos días Sr. (a), por motivo de obtener el título de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca, estamos realizando un estudio sobre Valoración económica de los servicios ecosistémicos de generados por la Laguna Quelluacocha.

Esta encuesta es confidencial y esperamos conocer su interés y opinión sobre el tema.

Agradeceríamos nos responda la encuesta. Si tiene alguna duda en cualquier momento le ruego me consulte.

I. ASPECTOS GENERALES Y CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Fecha..... /..... /..... N° de encuesta..... Centro poblado al que pertenece.....

2.- Sexo del encuestado: marque con una X () : femenino () : masculino

3.- ¿Cuál es su edad?

4.- ¿Nivel de Educación? Marque con una X

() : Sin instrucción () : primaria () : secundaria () : superior-técnico. () : Superior universitario.

5.- Número de miembros de su familia.....

6.- ¿cuántos de los miembros de su familia estudian?..... hombre..... Mujeres.....

7.- cuantos trabajan..... hombres..... Mujeres.....

8.- Actualmente tiene empleo? Marque con una X () : Si () : No

9. ¿Qué tipo de ocupación desempeña?
.....

10. ¿Cuál es su nivel de ingreso familiar promedio mensual? Marque con una X

(O): 0-500 (1): 500-800 (2): 800-1200 (3): 1200-1500 (4): más de 1500.

II. SERVICIOS AMBIENTALES HIDRICOS

1.- Usted o algún miembro de su familia realiza alguna actividad, ofrece algún servicio o percibe algún beneficio de la laguna Quelluacocha como por ejemplo: Marque con una X

- Agua para riego Agua para consumo humano Agua para actividades piscícolas
 servicios turísticos
 Otros beneficios especifique.....

Si su beneficio es agua para riego lo utiliza en:

- Riego para pastos cantidad en hectáreas.....
 Riego de hortalizas y cultivos agrícolas
Cantidad en hectáreas.....

Si es para riego de pastos:

Qué tipo de pastos _____ Qué tipo de animales alimenta con el
pasto _____
Cantidad de animales _____ Precio cada uno _____

Si es para riego o producción de hortalizas y cultivos agrícolas:

Qué tipo de hortalizas o cultivos produce _____
_____ Cantidad _____ Precio _____

Si usted presta servicio de turismo en la laguna Quelluacocha

Que tipos de servicios turísticos ofrece.....
Precio por cada servicio.....
Cantidad de turistas al mes.....

Si su beneficio es agua para actividad piscícola

Cantidad de producción----- cuanto de área.....
Precio por unidad..... Cantidad mensual.....Ingreso mensual.....

III. TEMA AMBIENTAL Y DISPOSICION A PAGAR POR BENEFICIO Y CONSERVACION

3.- Para Usted y su familia cuál es la importancia que tiene la existencia de la laguna?

Marque con una x

Poco importante () Porqué.....
Importante () Porque.....
Muy importante () Porque.....

4.- Sabe usted algún problema de contaminación que afecte a la laguna Quelluacocha

(): Si (): No si la respuesta es sí pase a la siguiente pregunta

5.- Que tipo de contaminación?

6.- En qué manera le afecta ese problema?

7.- En que forma estaría usted dispuesto a ayudar a la conservación y cuidado de la laguna Quelluacocha al ya ser o no beneficiado con un servicio?

Económicamente (Si)

Cuanto pagaría.....

Con trabajo (Si) que actividades estaría dispuesto a realizar?

No pagaría y/o colaboraría Porque?

10.-Quién cree que deberla apoyar la conservación y cuidado de la laguna.

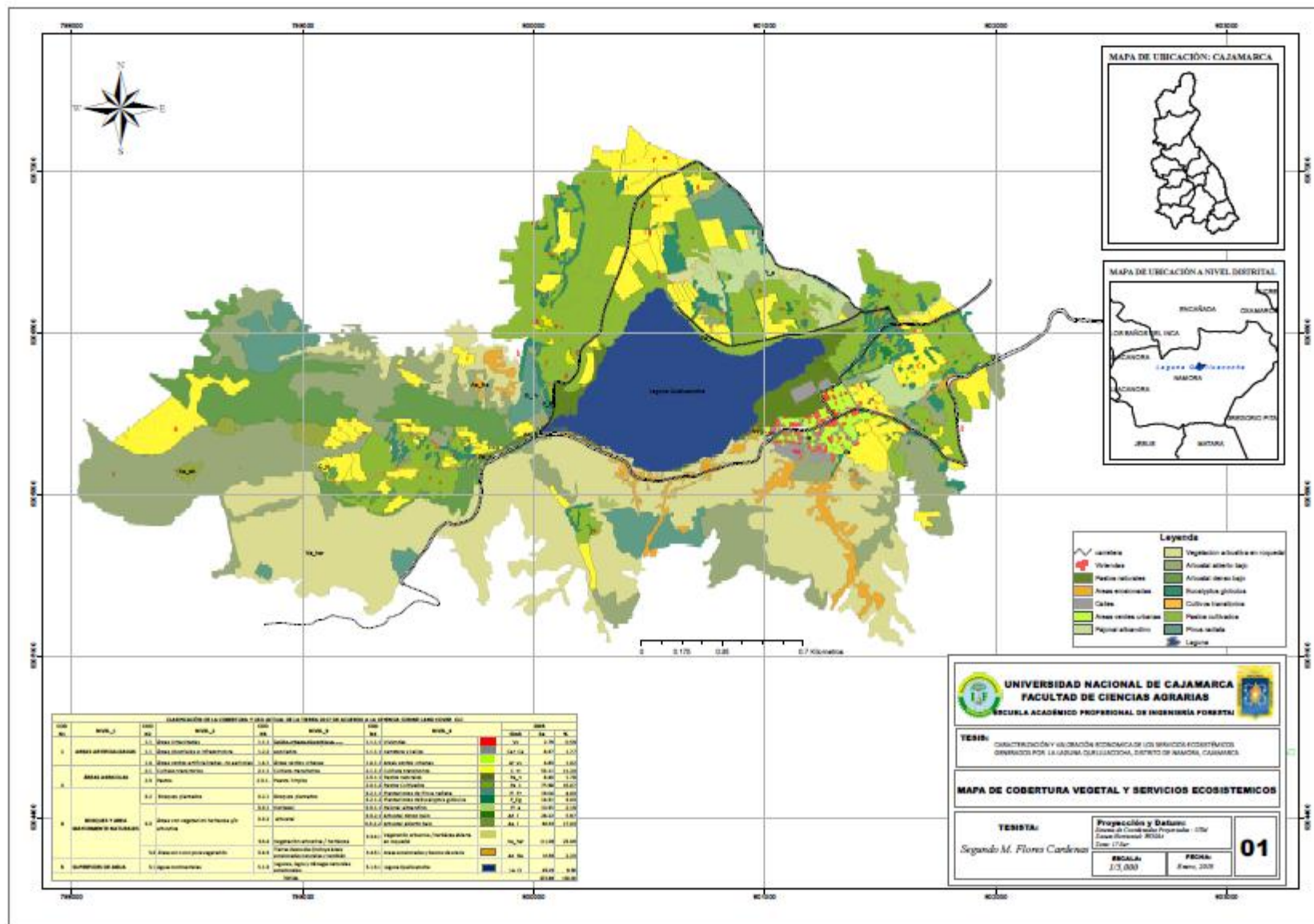
11.-Que tipo de satisfacción tendría por la conservación y cuidado del lugar.

(): Insatisfecho (): Más o menos satisfecho. (): Muy satisfecho.

Algún Comentario.....

12). Que beneficios tendría usted si se conserva laguna Quelluacocha.....

ANEXO II. Mapa de cobertura vegetal y uso actual de la tierra



ANEXO III. Flora de la Laguna Quelluacocha.



Oreocallis grandiflora "cucharilla"



Pleurothallis sp. "orquidea"



Elleanthus sp. "orquidea"



Gaultheria tomentosa "pushgay lanudo"



Matucana



Elodea densa “yerba de agua”



Menyanthes trifoliata



Juncus sp. “totorá”



Vaccinium floribundum

Anexo IV. Fauna de la Laguna Quelluacocha.



Larus serranus “quellua”



Larus serranus (polluelo) “pato”



Pardirallus nigricans “patos”



Gallinula chloropus chloropus “pato”



Fulica armillata “patos”



Anas georgica “patos”

Figura 5: Fauna de la Laguna Quelluacocha

ANEXO V:

a. Número de propietarios y ganado vacuno

N°	Propietario	N° de vacas	Vacas (Pequeños)	Vacas (Adultos)	Vacas (dan leche)
1	1	4	2	2	2
2	1	4	2	2	1
3	1	5	2	3	2
4	1	5	2	2	2
5	1	5	3	2	2
6	1	2		2	0
7	1	3	1	2	1
8	1	4	1	3	1
9	1	5	3	2	1
10	1	4	2	2	1
11	1	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0
TOTAL	21	41	18	22	13

N° total de Propietarios	N° total de vacas	N° de vacunos según el tamaño		
		pequeños	adultos	dan leche
21	41	18	22	13
Ingresos (S/)			66000	65
Ingreso total (S/)	66 000			

b. Número de propietarios y animales ovinos

N°	N° de propietario	N° de ovejas
1	1	2
2	1	3
3	1	2
4	1	3
5	1	0
6	1	0
7	1	0
8	1	0
9	1	0
10	1	0
11	1	0
12	1	0
13	1	0
14	1	0
15	1	0
16	1	0
17	1	0
18	1	0
19	1	0
20	1	0
21	1	0
TOTAL	21	10

Propietarios	Total de ovejas
21	10
Ingreso total (S/)	3600

TOTAL PRODUCTO BRUTO = Ingreso total de vacunos 66 000 + Ingreso total de
ovejas = S/. 69 600

TOTAL DE SUBPRODUCTOS = S/. 65

ANEXO VI. Parámetros para la valoración del servicio ambiental hídrico de provisión de agua

PARAMETROS	VALOR	UNIDADES
VP	16.89	<i>s./m³</i>
Costo de oportunidad	824.07	S//ha/año
Área de la laguna que brinda el servicio	45.29	ha
Volumen de agua disponible	256000	<i>m³</i>
Precipitación	747	mm/año
Índice de protección hidrológica	0.79	
Oferta hídrica	1745.336	<i>m³/año</i>
Tasa de cambio	3.3205	<i>s/.</i>

ANEXO VII. Parámetros para la valoración del servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua

PARAMETROS	VALOR	UNIDADES
Superficie de la Laguna	45.29	Ha
Profundidad de nivel freático	80	cm
Volumen de agua	256000	<i>m³</i>
Capacidad del reservorio Cutiquero	10	<i>m³</i>
Costo total del reservorio	11 200.00	S/
Costo Unitario	1 120.00	<i>s/m³</i>
Valor total del almacenamiento de agua	348 986.624	S/
Valor unitario del almacenamiento de agua	7 705.6	S/ /ha