



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO
AMBIENTE



TESIS

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS HIDROLÓGICOS DE LA
CUENCA DE HUANCANÉ

PRESENTADA POR:

VALENTIN ARAPA HUANCA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

PUNO, PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO
AMBIENTE

TESIS

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS HIDROLÓGICOS DE LA
CUENCA DE HUANCANÉ**

PRESENTADA POR:

VALENTIN ARAPA HUANCA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE

.....
Dr. EDGARDO PINEDA QUISPE

PRIMER MIEMBRO

.....
Dr. SABINO ATENCIO LIMACHI

SEGUNDO MIEMBRO

.....
Dr. ANGEL MUJICA SANCHEZ

ASESOR DE TESIS

.....
Dr. EDUARDO FLORES CONDORI

Puno, 31 de octubre de 2018

ÁREA : Ciencias de la Ingeniería.

LÍNEA: Manejo de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

TEMA : Valoración Económica de los servicios hidrológicos de la Cuenca Huancané.





DEDICATORIA

A mi esposa Hermelinda con mucha gratitud por su invaluable estímulo, amor y apoyo que alentó cada instante mis estudios.

A mis hijos Katherine Linda y Henry Valentín, por su cariño y apoyo con mucho aprecio y gratitud.

A mis padres, en forma póstumo a Ignacio y Felipa, allí donde estén, por creer en mí, por marcar en mi vida con sus valores e inmenso amor.

A mi hermano Mateo, que en todo momento supo alentarme.



AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Post Grado y al Programa de Doctorado en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la Universidad Nacional del Altiplano por la oportunidad que me brindó para realizar mis estudios.

Al Dr. Eduardo Flores Condori, por su participación en el asesoramiento del presente trabajo.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
RESÚMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico.	5
1.1.1. La economía y el valor del ambiente.	5
1.1.1.1. Valoración económica del ambiente.	6
1.1.1.2. Valoración económica de los recursos hídricos.	7
1.1.1.3. El recurso hídrico y la planificación del territorio.	8
1.1.1.4. Recurso hídrico en la región de Puno.	9
1.1.1.5. Servicio ambiental hídrico.	10
1.1.1.6. El rol de la valoración económica en la gestión del agua.	10
1.1.1.7. Características desde la perspectiva de los usuarios.	11
1.1.1.8. Actitud social hacia el agua.	12
1.1.1.9. Consideraciones políticas y legales.	13
1.1.2. Métodos de valoración económica.	14
1.1.2.1. Métodos basados en precios de mercado.	15
1.1.2.2. Métodos basados en precios indirectos.	15
1.1.2.3. Métodos que crean mercados hipotéticos.	15
1.1.3. Aspectos conceptuales relacionados con la valoración contingente.	16
1.1.3.1. Los formatos de las preguntas.	17
1.1.4. Teorías del valor y las teorías de preferencias.	18
1.1.4.1. Teoría del valor.	19
1.1.4.2. Teoría de las preferencias.	19



1.1.4.3. Determinación de valores.	19
1.1.4.3.1. Medidas del bienestar.	20
1.1.4.3.2. Variación Compensatoria (VC).	20
1.1.4.3.3. Variación Equivalente (VE).	20
1.1.4.3.4. Definición matemática de C y VE.	21
1.1.4.4. Determinación de la variación compensada.	21
1.1.4.5. Determinación del modelo.	23
1.1.4.6. Especificación del modelo.	25
1.1.5. Método de valoración contingente (MVC).	25
1.1.5.1. Los modelos de elección discreta Logit y Probit.	26
1.1.5.2. Las percepciones ambientales en la valoración.	28
1.1.5.3. Balance hídrico en la cuenca.	28
1.1.6. Marco conceptual.	29
1.1.6.1. Los bofedales.	29
1.1.6.2. Funciones ecológicas y servicios ecosistémicos de los bofedales.	31
1.1.6.3. Disposición a pagar (DAP).	34
1.1.6.4. Servicios ambientales.	34
1.1.6.5. Pago por servicios ambientales.	34
1.1.6.6. Bienes y servicios ambientales.	34
1.1.6.7. ANA (Autoridad Nacional del Agua).	35
1.2. Antecedentes.	36

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema.	39
2.2. Enunciados del problema.	40
2.2.1. Pregunta general.	41
2.2.2. Preguntas específicas.	41
2.3. Justificación.	41
2.4. Objetivos.	43
2.4.1. Objetivo general.	43
2.4.2. Objetivos específicos.	44
2.5. Hipótesis.	44
2.5.1. Hipótesis general.	44

2.5.2. Hipótesis específicas.	44
-------------------------------	----

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio.	45
3.2. Población.	45
3.3. Muestra.	46
3.3.1. Unidad de análisis.	47
3.4. Método de investigación.	47
3.4.1. Método de Valoración contingente (MVC).	47
3.4.2. La encuesta y los supuestos de la investigación.	48
3.4.3. Identificación de variables.	48
3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específico.	49
3.5.1. Valoración económica para el mejoramiento de los servicios hidrológicos de la cuenca de Huancané, utilizando el método de valoración contingente.	49
3.5.2. Valoración económica del agua en base de función de producción para establecer las tarifas diferenciadas más razonables sobre algún vehículo de pago.	50
a) Determinación de la evapotranspiración actual (ET_o).	50

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Valoración económica en el mejoramiento de los servicios hidrológicos de la cuenca de Huancané, utilizando el método de valoración contingente.	54
4.1.1. Características socioeconómicas.	54
4.1.2. Valoración económica en función de las características socioeconómicas utilizando el modelo econométrico Logit.	58
4.1.3. Valoración económica en función de las características socioeconómicas utilizando el modelo econométrico Probit	60
4.1.4. La determinación de la disposición a pagar (DAP) mediante los modelos de Logit y Probit.	61
4.2. Establecer las tarifas (soles/m ³) en base de la valoración del agua de riego partiendo de la función de producción en la cuenca Huancané.	63
4.2.1. Determinación de ET_o método de Penman-Monteith Mensual (mm/día).	64
4.2.2. Determinación de la Precipitación Efectiva (PE).	64



4.2.3. Requerimiento del agua del cultivo de papa cuenca del rio Huancané método CROPWAT-2017.	66
4.2.4. Determinación de lámina neta (Ln) y lámina bruta (Lb) en mm.	66
4.2.5. Producción de papa en función de densidad de plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017.	67
4.2.6. Produccion de pastos naturales en funcion de densidad de especies y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017.	72
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	87



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Fórmulas para la estimación de las medidas de la media y mediana (Ardila,1993).	23
2. Los valores de k más utilizados y sus niveles de confianza.	46
3. Distribución del área de la cuenca en los diferentes Distritos.	47
4. Sistema de operacionalización de las variables en estudio.	48
5. Estadístico descriptivo para pobladores beneficiarios de la cuenca Huancané 2017.	55
6. Variable binario de responder SI que están dispuestos a pagar (DAP).	56
7. Las Variables categóricos del precio hipotético de la disposición a pagar (DAP).	56
8. Ingreso mensual de los pobladores encuestadas de la cuenca Huancané.	57
9. Resultado del modelo de Logit de los pobladores de la cuenca Huancané 2017.	59
10. Resultado del modelo de Probit de los pobladores de la cuenca Huancané 2017.	60
11. Resultados de la disposición a pagar (DAP) en soles, por los pobladores de la cuenca de Huancané, calculados mediante modelos Logit y Probit 2017.	62
12. Resultados de los valores agregados de los pobladores de la cuenca Huancané 2017.	62
13. Resultados de Evapotranspiracion potencial en función de elementos climáticos utilizando el método de Penman-Monteihth Mensual (mm/dia) 2017.	64
14. Determinación de la precipitación efectiva por el método USDA-CROPWAT.	65
15. Requerimiento de agua para el cultivo de papa cuenca del rio Huancané método CROPWAT-2017.	66
16. Resultado de las lámina neta (Ln) y lámina bruta (Lb) en mm.	67
17. Producción de papa en función de densidad de la plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017.	68
18. Estadística descriptiva de producción de papa respecto a la densidad de plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017 expresada en (t/há).	70



19. Análisis de variancia de regresión cuadrática de producción de papa en función de la densidad de plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017.	70
20. Resultados de los coeficientes del modelo de regresión cuadrática de la función de producción de papa.	71
21. Valor del agua en función de dosis y precio de la papa por tonelada 2017.	71
22. Producción de forraje en función de la densidad de especies naturales y dosis de agua en el sistema de bofedales de la cuenca Huancané 2017.	73
23. Estadísticas de la regresión lineal múltiple de bofedales en la cuenca Huancané 2017.	74
24. Análisis de variancia de la regresión múltiple para bofedales de la cuenca Huancané.	74
25. Resultados de los coeficientes del modelo de regresión múltiple del sistema de pastos naturales de la cuenca Huancané.	75
26. Valor del agua en función de sus dosis y precio de materia seca de pastos naturales en el sistema de bofedales en la cuenca Huancané.	75



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Género de personas entrevistado de la cuenca de Huancané.	87
2. Edad de personas entrevistado de la cuenca del rio Huancané.	87
3. Nivel educativo de personas entrevistados de la cuenca de Huancané.	87
4. Tamaño de familia de personas entrevistadas de la cuenca de Huancané.	87

RESÚMEN

El presente estudio, Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos de la Cuenca Huancané, tuvo como objetivo determinar costos y beneficios económicos en el mejoramiento de los servicios hidrológicos, y proveer a través de la valoración económica las tarifas diferenciadas más razonables de pago a través de los modelos Logit y Probit. Los resultados permitirán establecer planes integrales de gestión del desarrollo sostenible del uso de los recursos hídricos, se realizó y procesó 343 encuestas a los usuarios y los parámetros de la función de demanda se obtuvieron a través de estimador de máxima verosimilitud. Los beneficiarios dispuestos a pagar (DAP) S/. 20.00, fueron 21.90 %, el mayor porcentaje con ingreso familiar han sido menores de S/. 1000.00, representando un 61.80 %. Los modelos econométricos de Logit y Probit han resultado altamente significativos con respecto a las variables del precio hipotético (- 0.488854) e ingreso familiar (1.82942), la disposición a pagar (DAP), para el modelo de Logit se obtuvo S/. 4.2364, haciendo un valor agregado de S/. 13556.48, y convertido en dólares americanos alcanza \$. 4108.02, asimismo para el modelo Probit se obtuvo S/. 4.1722, haciendo un total de S/. 13351.04, convertido en dólares americanos hace un total de \$. 4045.77, estas cantidades son expresadas mensualmente, los cuales serian utilizadas para la implementación de los planes integrales de la gestión de recursos hídricos en la cuenca en estudio. Los resultados obtenidos de los coeficientes de correlación $r = 0.95$ % y el coeficiente de determinación $r^2 = 90.46$ % son valores bastante buenos para establecer las tarifas (soles/ m^3), el análisis de varianza de regresión fué altamente significativo $fc = 63.22$ % y los valores referenciales obtenidos fueron para el cultivo de papa S/.0.9420/ m^3 , y para pastos naturales S/. 0.2532/ m^3 , haciendo un promedio de S/. 0.60/ m^3 .

Palabras clave: Contingente, cuenca, hidrología, tarifa, valoración.

ABSTRACT

The basin's hydrological Services require economic valuation, due to socioeconomic importance factors in the environmental economy. The study objective was to determine economic costs and benefits in the improvement of hydrological Services, and to provide the most reasonable differentiated payment rates through logit and probit models. We applied 343 surveys. The results show that the beneficiaries, willing to pay (DAP) S/. 20.00, constitute 21.90% of the population. The highest percentage with family income was less than S/. 1000.00, representing 61.80%. The Logit and Probit econometric models were highly significant with respect to the variables of the hypothetical price (- 0.488854) and family income (1.82942). The WTP for the Logit model was S/. 4.2364, making an added value of S/. 13556.48, which converted to US dollars reaches \$. 4108.02, and for the Probit model S./ 4.1722 was obtained, reaching a total of S. 13351.04, which, converted into US dollars, makes a total of \$/. 4045.77. These amounts would be used for the implementation of comprehensive water resources management plans in the Huancane basin. The correlation coefficients, $r = 0.95\%$ and the determination coefficient $r^2 = 90.46\%$, are good values to establish the rates (soles/m³). The regression analysis of variance was highly significant $f_e = 63.22\%$ and the referential values were for potato crop S/.0.942/m³, and for natural pastures S/. 0.2532/m³, averaging S/. 0.60/m³.

Keywords: Basin, contingent, hydrology, tariff, valuation.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso indispensable para los seres vivos (plantas, animales y humanos) en el planeta. El agua como recurso natural apareció en este mundo hace más de tres millones de años y desde entonces ha desempeñado un papel sumamente importante en la evolución del mismo. Por tal motivo, debemos pensar que el agua es uno de los recursos naturales más preciados para la existencia de todo ser vivo, a falta de este recurso no se garantiza la existencia de plantas, animales y del hombre; cuando hay escasez de agua los conflictos sociales aumentan y la producción de alimentos disminuye (Martínez & Dimas, 2007).

Actualmente, la situación del recurso hídrico en la región de Puno es preocupante y muchos expertos consideran la cuestión del agua como el desafío más importante que debe acometer la humanidad. Además del agua para beber, la agricultura, la industria, la higiene y la salud, la calidad ambiental, etc.; las posibilidades de desarrollo de un territorio y su población dependen de este líquido singular, de su calidad y de su consumo racional. Para superar el problema, es necesario comprender sus causas y orígenes, de esta manera se entenderá la importancia de la actitud personal, la necesidad de organizarse, la participación activa y consciente de todas las instituciones y del rol fundamental que deben jugar para lograr los consensos y compromisos necesarios para revertir el proceso de disminución de la oferta hídrica en las cuencas (Martínez & Dimas, 2007).

La cuenca hidrográfica de Huancané es la unidad de paisaje donde se acumula todo el agua superficial y está disponible para el uso, por lo que tiene sentido que las decisiones estratégicas sobre la gestión del agua se desarrollen en las cuencas. Sin embargo, las cuencas hidrográficas están limitadas por barreras físicas e hidrológicas, en lugar de administrativas o políticas, lo que dificulta su gestión integrada. Los intereses económicos de los actores involucrados en el manejo de las cuencas hacen generalmente que desarrollen prácticas contrarias a la vocación de las tierras, lo que tiene como consecuencia las reducciones en la cantidad y calidad del agua, los movimientos de masas de tierras y las pérdidas de biodiversidad, entre otros efectos. Debido a que el flujo de agua va de las partes altas a las bajas, los efectos de la mala gestión de los recursos en las cuencas se hacen sentir a gran distancia de su punto de origen. De ahí la importancia que tiene la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas, GICH (ANA, 2010).

Para facilitar la comprensión, a lo largo del documento se entenderá por manejo integrado de cuencas hidrográficas el proceso que promueve la administración coordinada del agua, tierra y recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico, producto de esta gestión, de una manera equitativa sin comprometer la vida de los ecosistemas. La GICH es una estrategia para el desarrollo y manejo del agua como recurso y proporciona marco para la provisión de los servicios relacionadas con el agua (GWP, 2005).

El río Huancané, cuenta con una red hidrometeorológica de cuatro estaciones, de las cuales tres estaciones son climatológicas y una hidrológica, esta última corresponde a la estación HLG puente Carretera Huancané. Considerando que los caudales registrado en la estación hidrométrica de puente carretera-Huancané, son el fiel reflejo del aporte pluviométrico sobre la cuenca, podemos decir que los caudales iniciaron el año hidrológico 2006-2007, con valores inferiores a $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$, a finales de setiembre y primeros días de octubre, se registraron las primeras precipitaciones del periodo hidrológico, por lo que se registró un ligero incremento del caudal, para luego descender. Es a partir del día 26 de octubre que la precipitación se hizo una constante en esta cuenca, lo que originó que los caudales de este río y sus principales tributarios presentaran un ligero incremento (ANA, 2010).

Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que los ríos más importantes que desembocan en el Lago Titicaca son el río Huancané, Ramis, Coata, Ilave, Suches, Zapatilla y Callacame, ríos de corto recorrido y flujos torrentosos desde sus nacientes, debido a su marcada pendiente que presentan cuentan con un régimen irregular, bajos caudales en el periodo de abril a noviembre y con crecidas en el periodo de lluvias entre diciembre y marzo, la cuenca del río Huancané tiene una superficie de $3,545 \text{ km}^2$, aproximadamente, su cota máxima es $5,162 \text{ m.s.n.m.}$, y una cota mínima de $3,820 \text{ m.s.n.m.}$, que corresponde al cerro Surupana y a la desembocadura del río en el Lago Titicaca, respectivamente. El río principal, nace con el nombre del río Putina, luego de un largo recorrido confluye con el río Quellocarca-Tuyto, es a partir de este punto que toma el nombre de río Huancané, nombre con el cual desemboca. La longitud de este río principal desde sus nacientes hasta su desembocadura, llega a medir aproximadamente 125 km. , a poca distancia de este punto, se ubica la estación hidrométrica del SENAMHI, en la cual medimos el caudal que aporta esta cuenca al Lago Titicaca (SENAMHI, 2007).

Estructura del informe de investigación: Dedicatoria, agradecimientos, índice general, índice de tablas, índice de anexos, resumen, abstract, introducción, Capítulo I: revisión de literatura, marco teórico, la economía y el valor del ambiente, valoración económica del ambiente, valoración económica de los recursos hídricos, el recurso hídrico y la planificación del territorio, recurso hídrico en la Región de Puno, servicio ambiental hídrico, el rol de la valoración en la gestión del agua, características desde la perspectiva de los usuarios, actitud social hacia el agua, consideraciones políticas y legales, métodos de valoración económica, métodos basados en precios de mercado, métodos basados en precios indirectos, métodos que crean mercados hipotéticos, aspectos conceptuales relacionados con la valoración contingente, los formatos de las preguntas, teorías del valor y las teorías de preferencias, teoría del valor, teoría de las preferencias, determinación de valores, medidas del bienestar, variación compensatoria (VC), valoración equivalente (VE), definición matemática de V y VE, determinación de la variación compensada, determinación del modelo, especificación del modelo, método de valoración contingente (MVC), los modelos de elección discreta Logit y Probit, las percepciones ambientales en la valoración, balance hídrico en la cuenca, marco conceptual, los bofedales, funciones ecológicas y servicios ecosistémicos de los bofedales, disposición a pagar (DAP), servicios ambientales, pago por servicios ambientales, bienes y servicios ambientales, ANA (Autoridad Nacional del Agua), antecedentes, Capítulo II: planteamiento del problema, identificación del problema, enunciado del problema, pregunta general, preguntas específicas, justificación, objetivos, objetivo general, objetivos específicos, hipótesis, hipótesis general, hipótesis específicas, Capítulo III: materiales y métodos, lugar de estudio, población, muestra, unidad de análisis, método de investigación, método de valoración contingente (MVC), la encuesta y los supuestos de la investigación, identificación de variables, descripción detallada de métodos por objetivos específicos, valoración económica para el mejoramiento de los servicios hidrológicos de la cuenca de Huancané utilizando el método de valoración contingente, valoración económica del agua en base de la función de producción para establecer las tarifas diferenciadas más razonables sobre algún vehículo de pago, Capítulo IV: resultados y discusión, valoración económica en el mejoramiento de los servicios hidrológicos de la cuenca de Huancané utilizando el método de valoración contingente, características socioeconómicas, valoración económica en función de las características socioeconómicas utilizando el modelo econométrico Logit, valoración



económica en función de las características socioeconómicas utilizando el modelo econométrico Probit, la determinación de la disposición a pagar (DAP) mediante modelos de Logit y Probit, establecer las tarifas (soles/m³) en base de la valoración del agua de riego partiendo de la función de producción en la cuenca Huancané, determinación de ET_o método de Penman-Monteith mensual (mm/día), determinación de la precipitación efectiva (PE), requerimiento de agua del cultivo de papa cuenca del río Huancané método CROPWAT-2017, determinación de la Lámina neta (Ln) y la Lámina bruta (Lb) en mm., producción de papa en función de densidad de plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017, producción de pastos naturales en función de densidad de especies y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017, conclusiones, recomendaciones, bibliografía, anexos.



CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico.

1.1.1. La economía y el valor del ambiente.

La economía neoclásica establece que la asignación eficiente de recursos sólo puede alcanzarse a través del mercado. Según Azqueta (1994), esta corriente plantea que en un mercado idealmente competitivo confluyen una serie de actores económicos que, a través de una serie de decisiones racionales, generan precios que pueden interpretarse como la representación de preferencias por una serie de bienes o servicios. Las empresas recogen esta información y, con esta base, organizan el proceso productivo de la Valoración Económica de la Calidad Ambiental (Asqueta, 1996).

La competencia entre empresas, así como entre los consumidores, y entre los oferentes de servicios de los factores productivos garantizan que los resultados obtenidos serán los óptimos. Es en este contexto que la economía ambiental plantea una economía inmersa en el sistema natural y se sirve de la naturaleza de dos formas: la primera es el abastecimiento de materias primas y energía para nutrir el sistema económico y que se haga posible la producción y el consumo. Luego encontramos las actividades de producción y consumo que generan una serie de desechos que, tarde o temprano, regresan a la naturaleza, lo que conduce a la segunda función, que es la recepción de desechos y residuos en la naturaleza. Generalmente las empresas y la sociedad en general no pagan por esta segunda función de la naturaleza y surgen así las denominadas externalidades (Azqueta, 1996).

Según Azqueta (2007), dichas externalidades aparecen cuando el comportamiento de un agente cualquiera (consumidor o empresa), afecta el bienestar de otro (su función de producción o su función de utilidad, sin que este último haya elegido esa modificación, y sin que exista un precio o un valor monetario que lo compense. La teoría económica establece que las externalidades son fallas de mercado y para corregirlas es necesario darles un valor que permita su internalización o compensación en las economías de los actores afectados y en el mercado en general. Es en este punto donde cobra importancia la valoración económica.

1.1.1.1. Valoración económica del ambiente.

Según Azqueta (1994), con el fin de comparar el ambiente con otros componentes del bienestar de la sociedad, todos deben estar expresados en una unidad de medida que, generalmente, es el dinero. La valoración económica es importante porque permite transformar los valores del ambiente (beneficios) a una escala monetaria que facilita la toma de decisiones. El fundamento teórico de la valoración económica se encuentra en la teoría del bienestar. Según esta, el bienestar de los individuos no solamente depende del consumo de bienes y servicios producidos por el sector privado y el gobierno, sino también de cantidades y calidades de flujos de bienes y servicios no mercantiles, provistos por el sistema de recursos naturales y ambientales. Por consiguiente, cualquier cambio en la base de estos recursos traerá consigo un cambio en el bienestar de las personas.

Según Mendieta (2005), esta teoría asume que las personas conocen sus preferencias y que tienen la propiedad de sustituir bienes mercantiles por no mercantiles. La sustitución establece una tasa de intercambio (trade off) entre pares de bienes haciendo que esta sea la esencia del concepto económico del valor. La medición del valor basada en la posibilidad de sustituir puede ser representada por medio de la disponibilidad a pagar (DAP), definida en términos de cualquier otro bien o servicio que el individuo esté dispuesto a sustituir por el que está siendo valorado. Para la estimación del valor económico del ambiente, la disponibilidad a pagar marginal es la disponibilidad adicional de pago de una persona por una unidad más de calidad ambiental.

1.1.1.2. Valoración económica de los recursos hídricos.

En Guatemala, los cuerpos de agua poseen un caudal aproximado de 3,190 m³/s., (84,991 millones m³). El consumo de agua potable en el país es alrededor de 284 millones de metros cúbicos anuales, volumen que representa el 1% del total de agua disponible. Se estima que para el año 2025 se incrementará hasta el 4% (1,211 millones de m³ por año) (Martinez & Dimas, 2007).

Del total de agua que se consume, el sector agrícola es el mayor usuario con un consumo de 2,200 millones de metros cúbicos anuales, seguido por la industria y el sector doméstico que utilizan 825 y 284 millones de metros cúbicos y finalmente, el sector energético, que es el mayor usuario de agua no consuntiva con 2,283 millones de metros cúbicos al año (Martinez & Dimas, 2007).

Existen otros usos que aunque no consumen agua directamente (tales como la pesca, el turismo y el transporte acuático), requieren que el recurso tenga ciertas condiciones de calidad y que se encuentre en cantidad suficiente.

Los usos que se le dan al agua, así como sus características hacen que sea un recurso importante y difícil de valorar. Según Young (2005), agrupa estas características en atributos físicos e hidrológicos de la siguiente forma:

- a) **Es móvil:** Este atributo hace que el agua sea un recurso con alto costo de exclusión, por ello, hacer respetar la exclusión en los derechos de propiedad, que son la base del mercado o de la economía de intercambio, es relativamente difícil y costoso.
- b) **Su suministro es muy variable:** El abastecimiento del agua está fuera del control del hombre y varía de manera impredecible a lo largo del tiempo, en espacio y en calidad.
- c) **Es casi el solvente universal:** Cuando se encuentra en cantidades abundantes proporciona (desde una perspectiva privada) una capacidad poco costosa de absorber desechos y contaminantes, así como para diluirlos y transportarlos hacia otros lugares.

- d) **Existe una fuerte interdependencia entre los usuarios:** Después de utilizada un gran porcentaje del agua vuelve a los cauces de los ríos (en agricultura se estima que el 50% del agua regresa), causando externalidades negativas.
- e) **Los problemas del agua se dan en sitios específicos:** Las variaciones en el abastecimiento del agua y la demanda local, así como otros problemas relacionados con los recursos hídricos están típicamente localizados, por lo que las políticas y estrategias para resolverlos a menudo deben adaptarse a las condiciones locales.

1.1.1.3. El recurso hídrico y la planificación del territorio.

Se reconoce que las decisiones antropocéntricas de uso de la tierra, por su parte, están influenciadas por variables exógenas, tales como las políticas que incentivan o desmotivan formas de uso de la tierra (Castro & Ruben, 1998; Ellis, 1992). Por lo que en un modelo básico de planificación es necesario considerar apropiadamente tales variables exógenas y aquellas endógenas que explican las distintas formas de uso de los recursos presentes en una cuenca determinada.

Por lo general, las cuencas se han usado para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas. Muchas de estas actividades se han desarrollado en laderas frágiles y de alta pendiente, lo que favorece el deterioro del suelo y de otros recursos asociados, principalmente en situaciones de altas precipitaciones y fuertes escorrentías. Este fenómeno se debe a la carencia de políticas de ordenamiento territorial, lo que también ha permitido la expansión urbana en áreas de ladera con alto riesgo a los deslizamientos. De esta forma se van desplazando las formas naturales de uso del suelo, lo que afecta, entre otras cosas, la capacidad de infiltración de agua en las cuencas (Bushbacher, 1990).

Se ha demostrado que la recarga de acuíferos se favorece mediante la cobertura boscosa (Ander, 1991). Por el contrario, la presencia de laderas deforestadas no permite la retención hídrica y favorecen grandes avenidas de agua en épocas de lluvia (CCT-CINTERPEDS, 1995). Además, las laderas deforestadas favorecen el arrastre de sedimentos hacia las riberas de los ríos afectando su régimen hidrológico (Scherr et al., 1997).

1.1.1.4. Recurso hídrico en la región de Puno.

A pesar de la importancia económica y social del recurso hídrico en el desarrollo del País, hasta ahora ha existido un aprovechamiento subóptimo del agua, provocando desperdicios y contaminación del recurso (Panayotou, 1994; Cruz et al., 1997).

Se pretende revertir este comportamiento social, modificándolo para optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico y, a la vez, potenciar su conservación en el largo plazo. Para tal fin se requiere un conocimiento mayor sobre el nivel de la dependencia actual que la economía tiene sobre el agua; el reconocimiento del bien económico que es el agua y, por lo tanto, una valoración económica del recurso; un reconocimiento de la importancia de la cobertura boscosa en la provisión de agua; y, de la formulación de políticas que consideren el agua como una limitante o una oportunidad para el desarrollo.

La tendencia es que si continua el subsidio ambiental hídrico (ya que no tiene un precio establecido), tal y como hasta ahora ha sucedido se podrían generar problemas en la disponibilidad de bosques y en la pérdida de productividad del mismo, eventos que pueden traducirse en disminución de la cantidad y calidad de aguas con las implicaciones económicas que esto tiene para la sociedad. Por eso, es necesario restablecer el nexo perdido entre la escasez y el precio, particularmente en el caso del agua, donde tradicionalmente se ha subsidiado, pues no se cobra un precio que refleje su verdadera escasez (Wardford et al., 1997).

Lo anterior es posible si se toman en cuenta los distintos costos dentro de las tarifas que se cobran por el uso de este recurso, donde se deben considerar aquellos costos ambientales tales como el valor que se le debe dar al bosque como proveedor de servicios ambientales, en particular el servicio ambiental hídrico, los costos de recuperación y protección de cuencas, el valor del agua cuando éste es un insumo importante para la producción de ciertos bienes que se transan en el mercado. Hay avances que se han dado en relación con la consideración de eliminar el subsidio ambiental, ya sea a través de la legislación (Ley Orgánica del Ambiente, Ley Forestal, Ley de Biodiversidad), donde se promueven mecanismos que permiten la incorporación de variables ambientales en la evaluación de proyectos y en la

toma de decisiones. Entre esos mecanismos se menciona el reconocimiento del servicio ambiental hídrico dentro de las tarifas que se le cobra a los distintos usuarios, y la necesidad de que los distintos usuarios lo implementen (Ministerio del Ambiente, 2015; Molina, 1996).

1.1.1.5. Servicio ambiental hídrico.

El servicio ambiental hídrico se refiere a la capacidad que tienen los ecosistemas boscosos para captar agua y mantener la oferta hídrica a la sociedad (Costanza et al., 1998).

El bosque es un ente importante que beneficia a la sociedad a través de un flujo continuo y permanente de agua lo cual requiere no sólo de reconocer el servicio ambiental como tal, sino también fijarle un precio y pagarlo. El volumen de recarga al subsuelo se favorece para aquellas áreas de la cuenca con mayor cobertura boscosa (Heuveldop et al., 1986; Reynolds, 1997).

La presencia de bosques favorece la retención de agua, ya que el sistema radicular permite una mayor y mejor infiltración, y disminuye la escorrentía superficial (Ander, 1991).

1.1.1.6. El rol de la valoración económica en la gestión del agua.

Estimar el valor económico del agua proporciona señales de la escasez relativa, de ahí que el manejo integrado de las cuencas requiera la estimación de los beneficios o de los valores en la disponibilidad de agua. Como se explicó anteriormente, la teoría económica plantea que la asignación eficiente de recursos escasos en diferentes sectores o para diferentes usos, requiere de una idea del valor y la ganancia que se generará en cada uno de ellos. En ausencia de mercados o cuando estos son ineficientes, la evaluación de las decisiones económicas para la distribución de los recursos requiere que se apliquen métodos para estimar su valor (Azqueta, 1996).

1.1.1.7. Características desde la perspectiva de los usuarios.

Por otro lado Young (2005) plantea que debido a que los diversos usos del agua requieren diferentes enfoques de manejo, se pueden agrupar de acuerdo al tipo de beneficio que generan a los usuarios:

- Beneficios como mercancía (bien o servicio).
- Beneficios por asimilar desperdicios.
- Valores estéticos, recreación, pesca, vida silvestre (públicos y privados).
- Preservación de la biodiversidad y ecosistemas.
- Valores sociales y culturales.

Los tres primeros deben ser considerados factores económicos, debido a que al incrementarse su escasez y los problemas relacionados con su distribución entre los diferentes usos, se maximiza su valor económico. Los últimos dos, deben discutirse como valores no económicos.

Las características económicas del agua varían de la rivalidad a la ausencia de ésta, así como de la exclusión a lo contrario. La rivalidad de los bienes en términos prácticos significa que cuando una persona hace uso de un bien, evita que otra lo use. Por ejemplo, si una empresa embotelladora usa el agua y la vende, esta ya no está disponible para usos agrícolas, pecuarios u otros de tipo industrial. Por su parte los usos hidroeléctricos y el enfriamiento de calderas no presentan rivalidad ya que una vez usada el agua, esta retorna a los cauces y puede ser usada por otros actores. Generalmente, a los bienes con rivalidad en el consumo se les conoce como privados, mientras que los que no presentan rivalidad son los bienes públicos o colectivos (Young, 2005).

La exclusión se refiere a la capacidad que se tiene para evitar que otras personas hagan uso de un bien. En relación con esto puede decirse que el agua tiene un alto costo de exclusión, debido a su naturaleza física.

Los beneficios del agua como bien incluyen el consumo humano, los usos sanitarios, así como los productivos en la industria, agricultura, comercio y

turismo. Este tipo de beneficios se distinguen por ser rivales en su uso, de ahí que tiendan a ser bienes privados (Young, 2005).

El valor del agua por asimilar desperdicios es distinto del anterior ya que significa que los cuerpos de agua transportan los desechos y los diluyen.

Este valor está más cerca de ser público que privado, debido a la dificultad de excluir a los contaminadores para evitar que sigan haciendo descargas. Los valores estéticos, recreación, pesquería y vida silvestre se consideraban inicialmente como bienes suntuarios, pero actualmente esto ha cambiado (Young, 2005).

De la misma forma, la asimilación de desechos, la recreación y los valores estéticos están más cerca de ser bienes públicos porque son de libre acceso. Los valores de no uso constituyen otro valor económico potencial del agua. Los beneficios de no uso son aquellos por los que el individuo está dispuesto a pagar no importando si no se beneficia de ellos o no los experimenta.

Un ejemplo de estos beneficios son las contribuciones voluntarias para preservar especies de peces (a pesar de lo controversial de este tema, muchos economistas están de acuerdo en que los valores de no uso deben incluirse junto con los de uso para obtener un valor económico más preciso (Carson et al., 2005).

La demanda de agua varía tanto como la oferta. Las necesidades para agricultura oscilan con los cambios de la temperatura, y los patrones de lluvia varían según las estaciones del año a lo largo de ciclos. La demanda de agua residencial e industrial varía dependiendo de las consideraciones diarias, semanales y estacionales. De ahí que los sistemas de almacenamiento y transporte, así como las instituciones que los manejan deben estar preparados para satisfacer las descargas en horas pico y en los períodos de alta demanda.

1.1.1.8. Actitud social hacia el agua.

Debido a que el agua es esencial para la vida y la salud, como bien enfrenta, más que otros bienes, conflictos entre los valores sociales y culturales y el valor económico. De hecho, muchos rechazan las asignaciones basadas en mercados y se inclinan por enfoques de regulación (Azqueta, 1996).

Para muchos, el agua tiene valores culturales, religiosos, y sociales, y estas personas prefieren que no se trate al agua como una mercancía. De hecho, hay quienes rechazan ponerle precio a algo que es necesario para la vida. Aunque este enfoque resalta la necesidad del agua para la vida, tiende a ocultar el hecho de que en la mayoría de las sociedades solamente una cantidad minúscula de agua se usa directamente para beber y preservar la vida del hombre. La mayor parte se usa para brindar comodidad, confort y placer estético (Asqueta, 1996).

1.1.1.9. Consideraciones políticas y legales.

Azqueta (1996), en este sentido, deben hacerse las siguientes tres consideraciones políticas y legales con respecto a la valoración económica del agua:

- a) **Es necesario considerar los costos de transacción con relación a la escasez relativa del agua:** El término costo de transacción se refiere a los recursos necesarios para establecer, operar y hacer cumplir la distribución y manejo de éstos o su sistema de regulación. Debido a las características de la oferta y la demanda del agua, en muchos casos los costos de transacción, manejo y distribución tienden a ser más altos que su propio valor. De manera general, puede decirse que en los lugares en donde hay abundancia de agua las leyes tienden a ser simples y no existe mucha presión por hacerlas cumplir, en tanto que en los lugares donde el agua es escasa se han desarrollado sistemas de manejo más complejos.
- b) **El impacto acumulativo de muchas decisiones pequeñas:** En las instituciones de gobierno, quienes definen las estrategias en torno a la administración del agua se enfrentan a los problemas que generan las decisiones de actores individuales (lo que ocurre cuando no existen regulaciones claras para el manejo del recurso). Por consiguiente, cada decisión individual con respecto al uso del agua tiene un impacto en el recurso, pequeño si se considera aisladamente, pero significativo si se suman de todas las decisiones individuales sobre el uso y contaminación de las aguas. En resumen, las regulaciones eficientes de los actores individuales, aunque costosas y complejas en su administración, se vuelven necesarias para lograr una apropiada gestión de los recursos hídricos (Asqueta, 1996).

- c) **El agua como un recurso de uso común:** Estos recursos se caracterizan por ser rivales y porque los costos de exclusión son relativamente altos.

El problema surge cuando los derechos de propiedad no están bien definidos y por ende los usuarios no tienen ningún incentivo para hacer un uso eficiente del bien ni piensan en conservarlo para el futuro; por el contrario, consideran que otros los pueden excluir de su uso, lo que puede generar una sobre explotación de éste recurso. Por ello, en todo marco legal y de política es necesario que los derechos de propiedad por el uso del agua estén bien definidos.

En resumen, las características únicas del agua hacen que sea un recurso poco usual, debido a numerosas razones físicas, económicas, sociales y políticas, lo que nos enfrenta a numerosos retos para valorarlo y medir los costos y beneficios, así como para establecer arreglos institucionales apropiados (Asqueta, 1996).

1.1.2. Métodos de valoración económica.

Según Field & Field (2003), los métodos de valoración se dividen en tres grandes grupos: En el primero, están los métodos basados en los precios de mercado donde los recursos naturales tienen un precio en los mercados locales o internacionales, caso del agua embotellada o la madera en pie. Dentro de estos métodos se contemplan los cambios en la productividad y las pérdidas de ingresos (o de la ganancia).

En el segundo, están los métodos basados en precios indirectos, en los que la estimación del costo de un bien o servicio se realiza a través de sustitutos imperfectos, como por ejemplo, la determinación del valor de un lago con base en la estimación del valor de un balneario, que puede brindar un bienestar similar a las personas que deseen recrearse en él. Estos métodos contemplan costos de reemplazo, gastos preventivos, costos de restauración, costo de oportunidad y bienes sustitutos.

Por último, están los métodos basados en mercados hipotéticos, que se basan en construir un mercado en el que se introduce a los usuarios de ese bien o servicio, con el fin de medir el bienestar que aporta. Se fundamentan en la aplicación de encuestas, mediante las que se determina la disposición a pagar o a ser compensado por el

desarrollo de un proyecto o por un bien o servicio específico o las modificaciones a este. Aquí se contemplan los costos de viaje, precios hedónicos y valoración contingente.

1.1.2.1. Métodos basados en precios de mercado.

Field & Field (2003), considera que los métodos en precios de mercado son:

- **Cambios en la productividad:** se evalúan los cambios en la producción y en los insumos, asignándoles un precio de mercado.
- **Pérdida de ingresos (o de ganancia):** estimación por medio del cálculo de los ingresos que se dejan de percibir a causa de cambios en los medios de producción, ocasionados por los servicios ambientales o la falta de estos.

1.1.2.2. Métodos basados en precios indirectos.

Field & Field (2003), indica que los métodos basados en precios indirectos son:

- **Costo de reemplazo:** Mide los beneficios mediante la estimación de los costos de reproducir el beneficio original.
- **Gastos o costos de prevención o mitigación:** Técnica que estima el valor mínimo que las personas están dispuestas a pagar para conservar la calidad ambiental.
- **Costos de restauración:** Con este método se calculan los costos de la restauración de las estructuras o activos físicos que se ven dañados por la potencial degradación ambiental.
- **Costo de oportunidad:** Utiliza los costos de producción como una aproximación rudimentaria del valor de los servicios ambientales.
- **Bienes sustitutos:** Asignación del valor a través del valor de la mejor alternativa o bien sustituto.

1.1.2.3. Métodos que crean mercados hipotéticos.

Según Ardila (1993), los modelos económicos en aplicaciones del método de valoración contingente se divide en tres grupos:

- a) **Costo de viaje:** Se usa en la valoración de bienes que requieren movilización para su consumo. En este caso el mercado indirecto existente es el del transporte (espacios naturales, espacios recreativos, parques, zonas de interés paisajístico, reservas, etc.) y se basa en el supuesto de que los consumidores valoran un servicio ambiental en no menos que el costo de acceso al recurso, incluyendo todos los costos directos del transporte y el costo de oportunidad del tiempo gastado en viajar al sitio

- b) **Precios hedónicos:** Consiste en aislar la influencia específica de un servicio ambiental sobre el precio de mercado de un bien o servicio. Se basa principalmente en el hecho de que algunos bienes o factores de producción no son homogéneos y pueden diferenciarse debido a sus numerosas características.

- c) **Valoración contingente:** Se simula, por medio de encuestas y escenarios hipotéticos, un mercado para un bien o conjunto de bienes para los que no existe mercado.

1.1.3. Aspectos conceptuales relacionados con la valoración contingente.

Por ser el que se utilizará para hacer la valoración del agua de uso doméstico en Teculután, en esta sección, se hará énfasis en el método de valoración contingente.

Este es un método directo que se basa en la información que revelan las personas cuando se les pregunta sobre el valor del bien ambiental objeto de análisis, por lo que se necesita una encuesta o cuestionario que recoja la valoración que las personas hacen de los cambios que se producen en su bienestar con la alteración de las condiciones de oferta de dicho bien (Riera, 1994).

A través de esta metodología se obtienen asignaciones de valor, por parte de las personas entrevistadas, en aumentos o disminuciones específicas en la cantidad o calidad de un servicio ambiental.

Este método no es nuevo y como explica Riera (1994) en sus inicios se remontan a principios de la década de los setenta, y a finales de esa década el Water Resources Council de Estados Unidos lo reconoce como medio de valoración de cambios en el bienestar social debido a externalidades ambientales.

A principios de los ochenta, el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos comenzó a utilizar la valoración contingente para medir los beneficios de sus proyectos. A principios de los años noventa la National Oceanic And Atmospheric Administration (NOAA), del Ministerio de Comercio de los Estados Unidos, nombra una comisión que evalúa la metodología y concluye que es un instrumento sólido para calcular el valor de no uso (uso pasivo, según su terminología) en la pérdida de bienestar por desastres medioambientales.

Desde ese momento hasta la fecha, el método ha cobrado mucha popularidad y su uso se extiende en Estados Unidos y Europa.

Según Azqueta (1994), para aplicar los cuestionarios hay que tomar en cuenta tres aspectos básicos: El primero es proporcionar al entrevistado la información sobre el bien que se pretende valorar de modo que este pueda conocer adecuadamente el problema que se está tratando. El segundo es la forma en que se ha de abordar la formulación de la pregunta sobre la disposición a pagar (DAP). Para esto el vehículo y frecuencia del pago deben quedar claros, así como también el formato de pregunta. El tercero es obtener información sobre las características socioeconómicas de las personas encuestadas con la finalidad de estimar una función de valor, donde la DAP expresada venga explicada por esas mismas características y otras variables relevantes.

1.1.3.1. Los formatos de las preguntas.

- a) **Abierto:** En este caso el entrevistador espera la respuesta a una pregunta formulada, por ejemplo ¿cuánto es lo máximo que usted pagaría por...?
- b) **Tipo subasta:** El entrevistador plantea un cifra y pregunta al entrevistado si está dispuesto a pagar esta cifra o más; si el entrevistado responde afirmativamente la cifra original se eleva en una cantidad predeterminada, y si la respuesta es negativa se reduce, hasta que el entrevistado no quiera seguir adelante.
- c) **Múltiple:** Se presenta al entrevistado un cuadro en el que aparecen varias cifras ordenadas de mayor a menor y se le pide que seleccione una.
- d) **Binario, dicotómico o referéndum:** El entrevistado tiene que responder "sí" o "no" a una determinada cantidad propuesta. Como explica Azqueta (1994)

este proceso es fácil de explicar pero complicado de implementar ya que primero se tiene que seleccionar una muestra representativa de la población, luego dividirla en grupos igualmente representativos y se hace la pregunta antes mencionada a cada uno de ellos, con una cantidad diferente. Mediante una transformación Logit de las respuestas se obtiene la estimación econométrica de la disposición a pagar de la población por el cambio analizado. En favor de esta alternativa se argumenta que se enfrenta a la persona con el mismo tipo de decisiones que toma cotidianamente en casi todos los mercados (se compra o no se compra), por lo que el entrevistado se encuentra en un entorno familiar, así el esfuerzo que tiene que hacer para encontrar la respuesta correcta es menor, y en consecuencia se reduce el tiempo de entrevista.

- e) **Formato iterativo:** En este se enfrenta a la persona con la cantidad inicial. El entrevistador no se conforma con la primera respuesta y entra en un juego iterativo en el que después de discutir un poco con el entrevistado le pregunta si cambiaría la respuesta inicial. A pesar de las ventajas que presenta, el método de valoración contingente ha sido objeto de numerosas críticas debido a los sesgos que se tienen al establecer un mercado hipotético, y al comportamiento estratégico (free rider) de los entrevistados (Asqueta, 1994).

1.1.4. Teorías del valor y las teorías de preferencias.

Azqueta (1994), indica que los, servicios ambientales ofrecidos por las áreas protegidas, carecen de precio. Cuando se trata de bienes privados, el valor económico del bien reflejaría el valor de uso del mismo. No obstante, la discusión respecto del valor de los bienes o servicios se torna relevante cuando se trata de bienes públicos o ambientales. Por esta razón, y dada la importancia de determinar el valor de esos bienes para una provisión socialmente óptima, se han desarrollado diversas metodologías que intentan predecir el valor que los individuos les asignan. Estos métodos de valoración se clasifican en directos e indirectos. Los métodos indirectos intentan determinar valores de bienes o servicios ambientales, utilizando datos de mercado y con esta información infieren el valor económico del recurso. Los métodos directos, intentan obtener el valor monetario de bienes y servicios ambientales, mediante la formulación

de mercados hipotéticos, preguntando directamente por la disposición a pagar de las personas. En esta última categoría se encuentra el método de Valoración Contingente

1.1.4.1. Teoría del valor.

Freeman (1993), deduce la propiedad conocida como sustitución el mismo que establece la posibilidad de intercambio entre pares de bienes. Esto a su vez, permite valorar económicamente bienes ambientales, ya que el valor económico de los mismos se expresa en términos de la disposición a renunciar a un bien con miras a obtener más de otro. Si un individuo desea mejor calidad ambiental debería estar dispuesto, en principio, a sacrificar algo con el fin de satisfacer este deseo (Vásquez, 2007).

1.1.4.2. Teoría de las preferencias.

El concepto de preferencia requiere que el individuo pueda ordenar el conjunto de alternativas disponibles desde la mayor hasta la menor satisfacción, incluyendo los conjuntos de bienes para los cuales el nivel de satisfacción es el mismo (Vásquez, 2007).

Por otra parte Freeman (1993), establece que el valor económico puede ser definido en términos de algunos criterios fundamentales que identifican que es lo considerado conveniente. En este contexto, la economía neoclásica define bienestar en función de las preferencias individuales, que estas pueden ser representadas por una función ordinaria de utilidad.

1.1.4.3. Determinación de valores.

Por otro lado Freeman (1993), asevera que valores se determinan siempre para un cierto propósito. Un planificador necesita saber los valores comparativos de ciertas alternativas para elegir entre ellos. Estos valores se deben medir en términos de los deseos o necesidades, pero que algunos sean relevantes, depende del propósito de la decisión. El término “utilidad” se define como la satisfacción que una persona desea. Esto es virtualmente sinónimo de la capacidad de hacer una diferencia favorable para la vida de alguien. De esta forma, se propone la ecuación, se puede expresar de la siguiente manera:

Valor $i = f$ (utilidad, condiciones, condiciones ambientales, circunstancias del evaluador al momento de la valoración).

1.1.4.3.1. Medidas del bienestar.

La economía del bienestar proporciona medidas monetarias del cambio en el bienestar de las personas asociada con cambios en los niveles de precios o cambios en las cantidades consumidas. En general, se definen dos medidas denominadas variación compensatoria (VC) y variación equivalente (VE) (Azqueta, 1994).

1.1.4.3.2. Variación Compensatoria (VC).

Toma como referencia el nivel de utilidad que el consumidor alcanza en la situación sin proyecto (U_0). Conceptualmente la variación compensatoria (VC) se define como la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar para acceder a un cambio favorable, o bien la mínima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar como compensación por aceptar un cambio desfavorable, el individuo tiene derecho a la situación inicial (sin proyecto), ya sea esta mejor o peor que la respectiva situación final (con proyecto) (Mendieta, 2005).

1.1.4.3.3. Variación Equivalente (VE).

Según Hanemann (1984), toma como referencia el nivel de utilidad que el individuo alcanzaría con el cambio de precios siendo equivalente a la cantidad de dinero que habría que darle al individuo en la situación sin proyecto, para que alcance un nivel de utilidad semejante al que alcanzaría en la situación con proyecto con el nivel de ingreso original.

La variación equivalente (VE) se define como la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por evitar un cambio desfavorable, o la mínima cantidad de dinero que está dispuesto a aceptar como compensación por renunciar a un cambio favorable. El individuo tiene derecho a la situación final con proyecto.

1.1.4.3.4. Definición matemática de C y VE.

Para una reducción en los precios la C se puede definir como el valor tal que $U(P_1, Y - C) = U(P_0, Y)$. Y VE se define como $U(P_1, Y) = U(P_0, Y + VE)$, donde 1 y 0 indican situaciones con y sin proyecto (Mendieta, 2005).

1.1.4.4. Determinación de la variación compensada.

Mendieta (2005), indica que para encontrar la variación compensada que toma el valor de ©, que es la respuesta a la pregunta de disponibilidad a pagar (DAP), en un modelo lineal V_i . El modelo V_i , es:

$$V(j, Y; S) = \alpha_j + \beta_j Y + \varepsilon_j; \quad \beta > 0,$$

Dónde: $j = 1$ (con proyecto) o $j=0$ (sin proyecto); V = función de utilidad indirecta; Y = nivel de ingreso; α_j y β_j = parámetros; y ε_j = término de error $\varepsilon_j \sim N(0, \sigma^2)$

Entonces C para el individuo i puede definirse como:

$$U(1, Y - C; S) = U(0, Y; S)$$

$$V(1, Y - C; S) - V(0, Y; S) = \varepsilon_1 - \varepsilon_0$$

Donde: V_i es la utilidad indirecta; Y = nivel de ingresos, S = factores socioeconómicos, ε_1 y ε_0 = son los errores, simplificando u omitiendo S momentáneamente, la función incremental de la utilidad (ΔV), quedaría expresada como: $\Delta V = \alpha + \beta C + \eta$

Donde $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$; y $\eta = \varepsilon_1 - \varepsilon_0$

Si los errores se distribuyen como en un modelo Probit, la variación compensada es:

$$VC^+ = DAP = \frac{\alpha}{\frac{\sigma}{\beta}}$$

Si los errores se distribuyen con un modelo Logit, la variación compensada es:

$$VC^+ = DAP = \frac{\alpha}{\beta}$$

Que vienen a ser la primera medida del bienestar, es decir, la media (C^+) de la distribución. La magnitud de las diferencias en las medidas del bienestar tanto para el modelo Probit como el Logit, son irrelevantes. Por ello se prefiere el modelo Logit porque admite mayor varianza en la distribución del término error. Los modelos Probit y Logit son los que relacionan variables dependientes binarias (1 ó 0). En un modelo Probit η sigue una distribución normal con media μ y varianza σ^2 , su FDA se expresa como:

$$F(\eta) = \int_{-\infty}^{\eta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\eta-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

En un modelo Logit los errores se distribuyen Logísticamente, siendo la función Logística:

$$P(\eta) = \frac{1}{1+e^{-\eta}}$$

En un modelo de utilidad lineal tal como V_i , la media (C^+) y la mediana (C^*) son iguales. Si no se permitiera valores negativos para C , entonces la medida monetaria del cambio de bienestar a través de la media (C^+) está dada por:

$$C^0 = C^+ = \int_0^{\infty} (1 - G_C(P)) dP = \frac{\log(1 + e^{\alpha})}{\beta}$$

Donde, $G_C(P)$ da la probabilidad que C sea menor o igual que P , que es la probabilidad de obtener una respuesta negativa, y $1 - G_C(P)$ da la probabilidad que C sea mayor que P . Si se generaliza el procedimiento y se incluye el vector S , la medida del bienestar está dada por:

$$C^+ = C^* = DAP = \frac{\alpha' S}{\beta} = \frac{\sum_{i=0}^k \alpha_i S_{i+1}}{\beta}$$

Donde, S_{i+1} : conjunto de características socioeconómicas, que incluye el ingreso.

α' : Es la transpuesta del vector de parámetros, y β es el coeficiente del precio P (utilidad marginal del ingreso).

Utilizando una forma funcional logarítmica.

$$V_i(j, Y; S) = \alpha_j + \beta \ln(Y) \quad \text{para } \beta > 0$$

Aplicando el incremento para la situación con y sin proyecto la función incremental se expresa como:
$$\Delta V = \alpha_1 - \alpha_0 - \frac{\beta C}{Y}$$

Las formas de cálculo de las medidas de cambios de bienestar (se pueden estimar a partir de las siguientes formas, mostradas en la Tabla 1, tal como se puede observar a continuación:

Tabla 1

Fórmulas para la estimación de las medidas de la media y mediana (Ardila, 1993).

Modelos	Media (C')	Mediana (C*)
Logarítmico	$C' = e^{\frac{\alpha}{\beta}} \pi / \beta \sin(\pi/\beta)$	$C^* = e^{\alpha/\beta}$
Lineal	$C' = \frac{\log(1 + e^{\alpha})}{\beta}$	$C^* = e^{\alpha/\beta}$

1.1.4.5. Determinación del modelo.

Por su parte (Mendieta, 2005) que suponiendo que el entrevistado tiene una función de utilidad $U(J, Y; S)$, que depende del ingreso Y , y de la mejora de la calidad del agua (estado actual $J=0$ ó final $J=1$), teniendo como parámetros el vector de características socioeconómicas S del individuo. Dado que se desconoce la función $U(J, Y; S)$, entonces se plantea un modelo estocástico de la forma:

$$U(J, Y; S) = V(J, Y; S) + \varepsilon_j$$

Donde, $\varepsilon(J)$ es la variable aleatoria, $\varepsilon(J) \sim N(0, \sigma^2)$, y V es la parte determinística (función de utilidad indirecta). Si el entrevistado acepta pagar \$ P para disfrutar de la mejora en la calidad del agua, debe cumplirse que: $U(1, Y - P; S) > U(0, Y; S)$

$$V(1, Y - P; S) + \varepsilon_1 > V(0, Y; S) + \varepsilon_0$$

$$V(1, Y - P; S) - V(0, Y; S) > \varepsilon_0 - \varepsilon_1$$

Donde ε_0 y ε_1 son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas.

Simplificando la notación:
$$\Delta V > \eta$$

Donde:
$$\Delta V = V(1, Y - P; S) - V(0, Y; S); \quad \eta = \varepsilon_0 - \varepsilon_1$$

A este nivel, la respuesta **SI/NO** es una variable aleatoria. La probabilidad de una respuesta afirmativa (**SI**) está dada por: $P(SI) = P(\Delta V > \eta) = P(\eta < \Delta V) = F(\Delta V)$

Dónde: **F** es la función de probabilidad acumulada de η .

$$F(\Delta V) = \int_{-\infty}^{\Delta V} f(\eta) d\eta$$

Con **f** (η) la función de densidad de probabilidad de η ; **F** (ΔV) indica la probabilidad de que η sea menor o igual a ΔV . Forma funcional de **Vi**: lineal: $V_i = \alpha_i + \beta Y$

Lineal en el ingreso, donde **i** (0,1), y una distribución de probabilidad para η , se obtiene: $\Delta V = (\alpha_1 - \alpha_0) - \beta P = \alpha - \beta P$

Donde $\beta > 0$, ya que el valor esperado de la utilidad (**V**) aumenta con el ingreso, implicando que cuanto más alto sea **P** en la encuesta menor será ΔV y, por tanto, menor será la probabilidad de que un individuo responda **SI**. De igual forma, este modelo solo permite estimar la diferencia $\alpha_1 - \alpha_2 = \alpha$, representando el cambio de utilidad por la mejora de la calidad del agua y β , representa la utilidad marginal del ingreso (constante). Se verifica entonces que el pago (**P***) que dejaría indiferente al entrevistado ($\Delta V = 0$) es igual al cambio de utilidad (α) dividido por la utilidad marginal del ingreso (β). Es decir:

$$P^* = \frac{\alpha}{\beta}$$

Si a ΔV se le asocia una distribución de probabilidad normal para η , con media cero y varianza constante, es decir, $\eta \sim N(0, \sigma^2)$, se obtiene un modelo Probit, cuya probabilidad de respuesta **SI** se modela como:

$$P(SI) = P(\Delta V > \eta) = P(\alpha - \beta P > \eta)$$

$$P\left(\frac{\alpha - \beta P}{\sigma} > \frac{\eta}{\sigma}\right) = P\left(\frac{\eta}{\sigma} < \frac{\alpha - \beta P}{\sigma}\right)$$

$$\mu = \alpha - \beta P$$

$$P\left(\frac{\eta}{\sigma} < \frac{\mu}{\sigma}\right) = \int_{-\infty}^{\frac{\mu}{\sigma}} N(e) de$$

Donde: $e = \frac{\eta}{\sigma}$

Si a ΔV se le asocia una distribución de probabilidad logística para η , se obtiene un modelo Logit, cuya probabilidad de respuesta **SI** se modelo como:

$$P(SI) = P(\alpha - \beta P > \eta) = \frac{1}{(1 + e^{-\alpha + \beta P})}$$

$$P(\eta < \alpha - \beta P) = \frac{1}{(1 + e^{-\alpha + \beta P})}$$

1.1.4.6. Especificación del modelo.

Por lo tanto, el modelo econométrico a estimar es el siguiente:

$$Prob(SI) = \beta_1 + \beta_2 GEN + \beta_3 EDA + \beta_4 TAF + \beta_5 EDU + \alpha \beta_6 OCUP + \beta_7 ING + \beta_8 PREC + \beta_9 CAL + \beta_{10} CISA + \beta_{11} NICOC + \beta_{12} HODIS$$

La variable dependiente Probabilidad de (**SI**) significa la probabilidad si el usuario estaría dispuesto a apagar por el mejoramiento del servicio de agua potable, mientras tanto las variables independientes se presentan con características sociales: Genero (GEN), Edad (EDA), Temaño del Hogar (TAH), Educacion (EDU), económicas: Ingreso familiar (ING), Precio hipoteticoa pagar (PREC), y las variables de percepción ambiental (PAM). Se analizará los signos esperados. Sin embargo, del signo de interrogación no se espera una respuesta definida, con la realización de la encuesta se obtendrán las variables explicativas.

1.1.5. Método de valoración contingente (MVC).

El propósito de la valoración contingente es “derivar” las preferencias del consumidor. Normalmente el procedimiento seguido en la práctica consiste en analizar la conducta de la persona con la aplicación de las encuestas (Azqueta, 1994). Sobre el uso del método hay mucha discusión. Críticas como Diamond y Hausuman (1994) “rechazan el método como método de valoración económica debido a que sus resultados son inconsistentes con la teoría económica. Sin embargo, en algunos casos estas

aseveraciones no son apoyadas por los hallazgos en la literatura sobre valoración contingente” (Hanemann, 1984).

Una variante del método contingente llamado referéndum fue introducido por (Bishop & Thomas, 1979) citados por (Freeman, 1993), el cual combina respuestas del tipo SI/NO, para analizar la disposición a pagar (DAP) y la disposición a aceptar (DAA). Mediante la variante del método de valoración contingente llamada técnica de referéndum se deduce la DAP, la cual determina el valor de uso del recurso. La técnica de referéndum se refiere a plantear la pregunta sobre la disposición a pagar no en forma abierta, si no, binaria ¿pagaría usted tanto por...? ¿sí o no?

La principal ventaja del método de valoración contingente es que puede medir potencialmente el valor del agua en el marco de la teoría económica. Asimismo, mide valores futuros como actuales. Es la única técnica que mide valores de no uso. Se ha usado para estudiar demanda para abastecimiento de agua doméstica y mejoramiento del saneamiento del recurso en villas rurales en países en desarrollo. La principal desventaja son sus sesgos, su necesidad de conocimiento profundo de econometría, sus costos y tiempo para realizar el estudio (Pérez, 2008).

Para estimar la DAP se debe tomar en cuenta la probabilidad de aceptar o no el precio ofrecido como función del mismo precio y algunas variables socioeconómicas que cambian la función de utilidad indirecta (Δh). Se asume que la función de probabilidad sigue una distribución logística. Así, se desarrolla el método de máxima verosimilitud a través de un modelo Logit de elección binaria.

1.1.5.1. Los modelos de elección discreta Logit y Probit.

Medina (2003), indica que el uso de una función de distribución garantiza que el resultado de la estimación esté acotado entre 0 y 1, en principio las posibles alternativas son varias, siendo las más habituales la función de distribución logística, que ha dado lugar al modelo Logit, y la función de distribución de la normal tipificada, que ha dado lugar al modelo Probit. Tanto los modelos Logit como los Probit relacionan, por tanto, la variable endógena Y_i con las variables explicativas X_{ki} a través de una función de distribución.

$$Y_i = \frac{1}{1 + e^{-\alpha - \beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i = \frac{e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}}{1 + e^{\alpha + \beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i$$

En el caso del modelo Probit la función de distribución utilizada es la de la normal tipificada, con lo que el modelo queda especificado a través de la siguiente expresión:

$$Y_i = \int_{-\infty}^{\alpha + \beta X_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + \varepsilon_i$$

Donde la variable s es una variable “muda” de integración con media **cero** y varianza **uno**. Dada la similitud existente entre las curvas de la normal tipificada y de la logística, los resultados estimados por ambos modelos no difieren mucho entre sí, siendo las diferencias operativas, debidas a la complejidad que presenta el cálculo de la función de distribución normal frente a la logística, ya que la primera solo puede calcularse en forma de integral. La menor complejidad de manejo que caracteriza al modelo Logit es lo que ha potenciado su aplicación en la mayoría de los estudios empíricos.

Al igual que en el Modelo Lineal de Probabilidad, el Modelo Logit, se puede interpretar en términos probabilísticos, es decir, sirve para medir la probabilidad de que ocurra el acontecimiento objeto de estudio I). En cuanto a la interpretación de los parámetros estimados en un modelo Logit, el signo de los mismos indica la dirección en que se mueve la probabilidad cuando aumenta la variable explicativa correspondiente, sin embargo, la cuantía del parámetro no coincide con la magnitud de la variación en la probabilidad como si ocurría en el Limite Maximo Permissible (MLP). En el caso de los modelos Logit, al suponer una relación no lineal entre las variables explicativas y la probabilidad de ocurrencia del acontecimiento, cuando aumenta en una unidad la variable explicativa los incrementos en la probabilidad no son siempre iguales ya que dependen del nivel original de la misma (Medina, 2003).

Los modelos Logit y Probit, son métodos que permiten, además de obtener estimaciones de la probabilidad de un suceso, identificar los factores de riesgo que determinan dichas probabilidades, así como la influencia o peso relativo de estos tienen sobre las mismas. Este tipo de modelo arroja como resultado un índice, cuyos determinantes son conocidos, el cual permite efectuar ordenaciones, las cuales al realizarse, posibilitan, con algún método de estratificación, generar

clasificaciones en las que se le asocia a cada elemento una clasificación (Medina, 2003).

1.1.5.2. Las percepciones ambientales en la valoración.

Las percepciones y conocimientos que las personas tienen sobre la biodiversidad, y el medio ambiente en general, determinan como se pueden manejar y conservar estos recursos. Por éste motivo, es importante conocerlos, entenderlos y valorarlos (Ruiz, 2009).

El proceso para llegar a una percepción ambiental incluye la experiencia directa a través de los sentidos, así como la información indirecta obtenida de otras personas, medios de comunicación, medios de divulgación científica, etcétera, la percepción ambiental esta mediada por características individuales de nuestros valores, actitudes y personalidad, pero también está influida por factores económicos y sociales (Daltabuit, Vargas, Santillan, & Cisnero, 1994).

La percepción ambiental implica un proceso de conocer el ambiente físico inmediato a través de los sentidos. El conocimiento ambiental comprende el almacenamiento la organización y la reconstrucción de imágenes de características ambientales que no están a la vista en el momento. Las actitudes con respecto al ambiente son los sentimientos favorables o desfavorables que las personas tienen hacia las características del ambiente físico (Holahan, 2002).

1.1.5.3. Balance hídrico en la cuenca.

Para la determinación de la oferta hídrica en una cuenca, se toma como base la ecuación general del balance hídrico, cuyo objetivo principal es hacer una evaluación cuantitativa de las entradas y salidas del agua en el ciclo hidrológico (Reynolds, 1997).

Prácticamente la totalidad de la recarga proviene de aquella parte del agua que después de infiltrarse en el terreno 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 (Lee, 1980).

1.1.6. Marco conceptual.

1.1.6.1. Los bofedales.

Es una humedad de altura, y se considera una pradera nativa poco extensa con permanente humedad. Los vegetales o plantas que habitan el bofedal reciben el nombre de vegetales hidrofíticos. Los bofedales se forman en zonas como las de los macizos andinos ubicados sobre los 3,800 metros de altura, en donde las planicies almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciales y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas. Ya es tiempo que nos preocupemos de los recursos hídricos, porque son importantes para todos los seres vivos y no cabe duda que cada región tiene como tesoros a sus lagos, ríos, lagunas y bofedales (Gil, 2011).

Flores et al. (2014), manifiestan que los bofedales son sistemas ecológicos extremadamente frágiles por su dependencia del agua, sensibles a los cambios climáticos y vulnerables a la alteración que resulta de la actividad minera, el pastoreo y el retroceso glacial, por lo que se requiere desarrollar programas de manejo y conservación con sólidas bases científicas y de conocimiento, a fin de asegurar la continuidad de los servicios que estos ecosistemas proveen.

Dado que los humedales son ecosistemas permanentes o temporales en los que convergen los biotopos acuático y terrestre, poseen un alto grado de saturación del suelo por agua. En la zona alto andina son denominadas áreas de bofedales o “*oqhonaes*”, donde la convergencia de agua y suelo es propicia para el desarrollo de formaciones vegetales heterogéneas, lo que les confiere una alta biodiversidad que tipifica una biota singular. Algunos especialistas, consideran que los bofedales son asociaciones siempre verdes de fisonomía herbácea cespitosa que se encuentran a grandes alturas donde generalmente presentan niveles de agua subterránea altos y escurrimiento superficial permanente. Los bofedales son llamados también “*turberas*”, “*vegas andinas*”, “*oqhonaes*”, “*cenegales*”, entre otros.

Por otro lado, el bofedal es un pastizal permanentemente húmedo con suelos hidromorfos y poco drenados. Se ubica en terrenos planos saturados de humedad, encontrándose a lo largo de riachuelos lentos, al borde de las lagunas y pantanos

o sobre acuíferos subterráneos. Es así que, en la pradera andina, los bofedales son formaciones singulares debido a que almacenan agua proveniente de la precipitación pluvial, nival y de granizo, de los deshielos y de la humedad ambiental. Las especies típicas que predominan en los bofedales son *Alchemilla pinnata* (sillo sillo), *Alchemilla erodiifolia* (sillo sillo, ok'e ok'e), *Lucilia aretiodes* (alfombrilla), *Calamagrostis eminens* (sora), *Hypochoeris stenocephala* (puna pilli), *Deyeuxia curvula* (pork'e), *Distichia muscoides* (kachu paco, phusa totora), *Hypochoeris taraxacoides* (q'ollo sik'i), *Plantago monticola* (vila layo), *Deyeuxia rigescens* (chillk'a), *Eleocharis albibracteata* (k'emillu), *Scirpusaff deserticola* (cabeza de fósforo), *Lilaeopsis andina* (kuchisitu, lima), *Festuca dolichophylla* (chillihua), *Werneria pygmaea* (ovejati}, etc. El bofedal constituye el tipo de pastizal con la más alta producción de forraje para beneficio de los rebaños de camélidos sudamericanos (Gil, 2011).

En las zonas de bofedales, considerando que los ecosistemas son frágiles y alberga a comunidades campesinas andinas, se ven afectados por el cambio climático dada la mayor frecuencia e intensidad las sequías, inundaciones, vientos huracanados, lluvias torrenciales, granizadas, heladas, nevadas y descongelamiento de los glaciares, con efectos severos en los cultivos, pastizales, ganado, bienes inmuebles y la salud de la población, por lo tanto, el poblador rural y los ecosistemas son afectados, más aún donde la principal actividad económica del poblador es la crianza de camélidos sudamericanos domésticos (Gil, 2011).

Las características generales de los bofedales son: Almacenan agua; son un sistema frágil; pueden ser fácilmente alterados; tienen una morfología almohadillada; poseen aguas mineralizadas; tienen fluctuaciones climáticas que van desde los -14 a 20°C; presentan inundación de carácter permanente; están ligados a emanaciones naturales de agua; se originan en las cabezas de casi todos los ríos de la zona; del 70 a 75% del total anual de precipitaciones se producen durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo.

El promedio del total de horas de sol es de 2971 y durante la noche en el invierno la temperatura desciende a varios grados bajo 0°, de modo que el agua de los bofedales se congela. La Estrategia para los Humedales Altoandinos, impulsada por la Convención Ramsar, reconoce a estos humedales como ecosistemas

estratégicos debido a que regulan y son fuentes de agua para diversas actividades humanas, son ecosistemas de alta biodiversidad y hábitat de especies de flora y fauna amenazadas, son centros de endemismo, espacios para actividades turísticas y ámbitos de vida para comunidades locales (Gil, 2011).

1.1.6.2. Funciones ecológicas y servicios ecosistémicos de los bofedales.

Estos humedales alto andinos cumplen funciones ecológicas fundamentales, como reguladores de los regímenes hidrológicos y como hábitat de una rica biodiversidad, tanto nativa o silvestre como las especies culturizadas y domesticadas. Asimismo, proveen una serie de productos para la subsistencia del poblador rural, especialmente vinculado a la producción de pasturas naturales para la actividad pecuaria como los camélidos sudamericanos, algas para fines alimenticios e industriales, plantas medicinales, desarrollo del ecoturismo para observadores de aves asociados a lagos, lagunas, pantanos y turberas, los cuales son ecosistemas de enorme importancia estratégica para cientos de miles de personas (Flores et al., 2014).

Entre las funciones ecológicas que prestan los humedales está la recarga de acuíferos, cuando el agua acumulada en el humedal desciende hasta las napas subterráneas. Las funciones ecológicas que desarrollan los humedales favorecen la mitigación de las inundaciones y de la erosión del suelo. Además, a través de la retención, transformación y/o remoción de sedimentos, nutrientes y contaminantes juegan un papel fundamental en los ciclos de la materia y en la calidad de las aguas. La obtención de agua se evidencia como uno de los problemas ambientales más importantes de hoy y de los próximos años; puesto que la existencia de agua está relacionada con el mantenimiento de ecosistemas sanos; por lo tanto, la conservación y el uso sustentable de los humedales es una necesidad impostergable.

Por la alta capacidad de absorción de agua, hasta la saturación, los bofedales retienen agua durante la temporada lluviosa, amortiguando las inundaciones y manteniendo reservas para la temporada seca. Además, son trampas naturales para la retención de sedimentos; aportan agua a los acuíferos; surten agua a riachos y manantiales; mejoran la calidad del agua gracias a su capacidad filtradora.

Constituyen hábitats especiales para varias especies de la diversidad biológica; por lo tanto, tiene un alto valor ecológico, científico, recreacional y paisajístico (Flores et al., 2014).

Los humedales alto andinos tienen una diversidad biológica singular, muchas especies de plantas y animales que los habitan no se encuentran en otro lugar y en ellos se congregan temporalmente varias especies de aves migratorias. Algunos de estos humedales son refugio y sitio de reproducción de fauna amenazada. Son componentes fundamentales del hábitat de mamíferos de importancia económica y ecológica tales como la vicuña, el guanaco, la alpaca, la llama y la chinchilla (Gil, 2011).

Los humedales alto andinos son considerados por la Convención Ramsar: “Ecosistemas de gran fragilidad asociada a causas naturales como el cambio climático, las sequías prolongadas en la puna y a la intervención humana. Muchos humedales se están perdiendo de manera acelerada, por falta de manejo y desconocimiento de su importancia económica y ecológica”. Uno de los servicios ambientales que brinda el humedal altoandino es la provisión de agua a las comunidades campesinas, también son fuente de agua para el riego de suelos agrícolas, la generación hidroeléctrica, la piscicultura 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 humedales alto andinos son importantes espacios de vida y de riqueza cultural, fecundos en simbolismos y valores espirituales para las comunidades campesinas.

En algunos humedales andinos, como las lagunas, podrían ser una fuente importante de producción acuícola, sus aguas adecuadamente manejadas, podrían ser interesantes recursos de alimentación si se introduce una piscicultura en forma intensiva y extensiva. Se tienen ejemplos con resultados positivos en la región Huancavelica existe varias comunidades y empresas privadas que se dedican a la crianza de truchas (Gil, 2011).

Los bofedales son el hábitat de especies forrajeras de alta calidad nutritiva para la ganadería soportando así una importante carga animal; son el principal hábitat de los camélidos y recurso valioso para el desarrollo humano de las comunidades alto andinas. Así mismo constituyen parte importante de las cuencas alto andinas que alimentan las cuencas de los valles costeros y de la meseta altiplánica (Gil, 2011).

Los bofedales, son ecosistemas de alto valor biológico e hidrológico; son el hábitat de especies vegetales y animales, funcionan como reguladores del flujo hídrico al retener agua en la época húmeda y liberarla en época seca, estos ecosistemas cuya existencia depende de las condiciones hídricas del suelo y de la materia orgánica que éste posee, es que constituyen un refugio para diferentes especies de flora y fauna, proveyéndoles los insumos necesarios para su supervivencia.

Los bofedales forman parte de la economía de las comunidades alto andinas, ya que son ecosistemas que brindan pasturas y otros recursos vegetales como algas y hongos, especies medicinales para el consumo humano y la alimentación de ganado, y considerando que los servicios ambientales más importante que brindan es el de provisión de agua, almacén y regulador, donde existen volúmenes de agua importantes solo en época lluviosa, los bofedales destacan como una fuente de agua y pasturas durante todo el año (Gil, 2011).

La ventaja de estos bofedales son varias; cuando no son drenados pueden ser permanentes fuentes de pasturas naturales y agua; son los que soportan los mejores pastos naturales y de la mayor calidad; estudios sobre el rendimiento de bofedal/fibra de camélidos, señalan que la fibra de alpacas pastadas en bofedales es más larga, de mejor calidad y de mayor rendimiento en peso por alpaca. Los bofedales son áreas que soportan importante carga animal, especialmente referido a camélidos sudamericanos, que constituyen la ganadería de mayor significación económica y el recurso genético animal más importante en la pradera andina del Perú la cual lamentablemente está asociada a familias de pobreza y extrema pobreza (Gil, 2011).

1.1.6.3. Disposición a pagar (DAP).

Cierta cantidad de dinero que una familia estaría dispuesta a pagar a cambio de una mejora de un servicio ambiental. Mide nuestra valoración personal de ese bien. Ese valor es nuestra disposición a pagar. Fankhauser define la disposición a pagar como un significado teórico en la teoría del consumidor, definido como la cantidad de ingreso que uno está dispuesto a ceder para obtener cierto servicio (Fankhauser & Tepic, 2005).

1.1.6.4. Servicios ambientales.

Son funciones ecológicas del planeta tierra, y se convierten en servicios ambientales cuando el ser humano los identifica como importantes para sus actividades. Los servicios ambientales no necesitan del ser humano para su mantenimiento, son auto-renovables y no han sido reemplazados por el ser humano, hasta hoy (Mendieta, 2005).

1.1.6.5. Pago por servicios ambientales.

El pago por servicios ambientales es un mecanismo de compensación económica a través del cual los beneficiarios o usuarios del servicio retribuyen a los proveedores. Con esos recursos el proveedor debe adoptar prácticas de manejo dirigidas a elevar o al menos mantener la calidad del servicio ambiental ofrecido (Mendieta, 2005).

1.1.6.6. Bienes y servicios ambientales.

Según, el Ministerio del Ambiente (2015), el uso inadecuado de la base de bienes y servicios ambientales y su creciente degradación es el resultado de la actividad de miles de individuos actuando descentralizadamente en diversos puntos del país ya haciendo usos de diversos recursos. Esto conlleva generalmente a la tendencia de sobreexplotación, toda vez que existen relaciones de precio-costos o costo-beneficio que incentivan el uso por sobre sus rendimientos máximos sostenidos y su sobreexplotación comercial. Surge, por tanto, la necesidad de conocer los costos ambientales de tales procesos, a fin de diseñar los mecanismos de regulación e incentivos apropiados y contar con sus valores económicos a fin de corregir los indicadores correspondientes.

De igual manera, se requiere conocer los beneficios que la sociedad atribuye a mejorar la calidad ambiental y los costos que los distintos niveles de intervención implican en el desempeño de los bienes y servicios ambientales. En tal sentido la valoración es importante en la búsqueda de un desarrollo sostenible, debido a que en términos económicos el usuario de los recursos naturales tenderá a no tratarlo como un bien gratuito; esto debido, a que su objetivo será el mantenimiento del flujo de beneficios provenientes de los bienes y servicios proveídos por ellos.

En otras palabras, el usuario racional de estos recursos tenderá a prevenir la depreciación innecesaria del patrimonio materia prima e internalizarlo en la contabilidad empresarial y nacional. La existencia de infinitas situaciones reales en las que se hace necesaria la valoración económica ambiental trae consigo que los profesionales de la economía hayan desarrollado una serie de métodos o técnicas que permitan abordar estos problemas y cuantificar preferencias en ausencia de un mercado que indique precios y cantidades (Ministerio del Ambiente, 2015).

Las técnicas habitualmente aplicadas en la valoración de externalidades, bienes públicos o bienes de no mercado en general, provienen de la tradición de la economía del bienestar. Participan, obviamente, de las limitaciones y ventajas comunes a tal tradición, que han sido discutidas por numerosos autores. Dentro de las posibilidades que ofrece la economía ambiental para valorar los bienes y servicios ambientales, el análisis económico se apoya en las relaciones existentes entre ellos, destacándose: método de valoración contingente, método de precios hedónicos, método de análisis costo-beneficio y el método del coste de viaje, además de otros métodos que también arrojan información para la valoración económica ambiental (Ministerio del Ambiente, 2015).

1.1.6.7. ANA (Autoridad Nacional del Agua).

Es un ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del sistema nacional de gestión de los recursos hídricos. Es un organismo altamente especializado creado por Decreto Supremo No. 997 y adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego. Esta regulado por la Ley No. 29338, sobre el uso y gestión de los recursos hídricos y comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes

asociados a esta y se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

1.2. Antecedentes.

El presente estudio se realizó teniendo como información básica los trabajos similares efectuados en la microcuenca por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN, 1992) y Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS, 1994). La Metodología seguida pertenece a las normas y procedimientos de Soil Survey Manual (Revisión 1981) y Soil Taxonomy (Revisión 1982) del USDA.

La microcuenca Huancho, Cala-Cala ha sido evaluada por ONERN como parte del estudio de la cuenca del río Huancané, habiéndose efectuado dentro del Estudio Integral el correspondiente al recurso suelo. El nivel del estudio realizado por ONERN corresponde al Reconocimiento con Planos de Suelos publicados a escala 1:200 000.

Posteriormente en 1994, PRONAMACHCS a través de la oficina en Puno, realiza un Sondeo Rural Rápido de la microcuenca Huancho, sobre una superficie de 3,642.5 has; determinando dentro de sus recomendaciones la necesidad de realizar obras de conservación de suelos para incorporar tierras de cultivo y poder así ampliar la frontera agrícola, concluyendo con la necesidad de construir y rehabilitar andenes y la apertura de zanjas de infiltración, así como la reforestación en el manejo de laderas.

Los economistas han experimentado por muchos años la evaluación de recursos naturales, por lo cual existen valoraciones que no son de mercado. Últimamente, las valoraciones de bienes naturales son dependientes del punto de vista del evaluador, es decir, si se trabaja desde una perspectiva eco-céntrica o antropocéntrica. La ética antropocéntrica establece que el valor de los bienes y servicios ambientales es derivado (Pearce & Turner, 1995).

El principal dilema entre las dos perspectivas es que, de acuerdo al eco centrismo, si todas las formas de vida en el mundo tienen el derecho de existir entonces estas especies y ecosistemas tienen un valor positivo independiente de las preferencias o deseos humanos. Sin embargo, aquellos que respetan el paradigma neoclásico no consideran el valor intrínseco, de este modo, no siempre los ecosistemas tendrán un valor positivo.

El antropocentrismo, establece que la aproximación utilitaria para la valoración de bienes o servicios ambientales, refleja de alguna manera beneficios para los humanos. Estos valores son determinados por mercados o por métodos desarrollados que utilizan las preferencias individuales para bienes y servicios ambientales que carecen de precio de mercado. Los beneficios son expresados bajo el concepto de valor económico total (VET) de un recurso cualquiera, entre ellos el agua está dada por el Valor de Uso (VU) (Pearce & Turner, 1995).

Sin embargo, Azqueta (2007), sugirió que, aunque los individuos no utilicen un recurso, es posible que este sea valioso introduciendo así el concepto de Valor de no Uso (VNU). El Valor de uso puede dividirse en Valor de Uso Directo (VUD), Valor de Uso Indirecto (VUI) y Valor de Opción (VO). Por otro lado, las categorías del Valor de No Uso (VNU) son el Valor de Existencia (VE) y el Valor de Herencia (VH).

Tomando en cuenta los antecedentes que tienen la relación con el tema en estudio, que avala el proyecto de investigación, para lo cual, citamos algunas de estas:

En la tesis: “Valoración económica de los servicios hidrológicos: Subcuenca del río Teculután” concluyen entre otros: En relación con la valoración contingente se puede decir que el 67% de los entrevistados respondió a la pregunta de la Disposición a Pagar (DAP), y a medida que los montos contenidos en la pregunta de DAP aumentaba la probabilidad de obtener las respuestas positivas (Martinez & Dimas, 2007).

La DAP de los entrevistados fue de US \$ 3.46 familia/mes y la suma de la disposición a pagar de los habitantes de un total de US \$ 132 mil/año. En la investigación sobre “Pago por servicios ambientales hidrológicos: caso de estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca”, llegan a la siguiente conclusión según Brunett et al. (2010): Los resultados muestran que los usuarios dispuestos a pagar rebasan el 50%, con cantidades que oscilan entre 30 y 80 pesos mensuales, sin embargo hay un sector de los encuestados que no estarían dispuestos a contribuir, pero realizarían acciones enfocadas al cuidado del medio ambiente. En el trabajo de investigación: “Disposición a pagar para proteger servicios ambientales: un estudio de caso con valores de uso y no uso en Chile Central” concluye: Para estimar la DAP se utilizaron técnicas de preferencias declaradas, específicamente un Experimento de Elección (EE), el cual se aplicó a una muestra aleatoria de visitantes de la reserva (n = 100) (Cerda, 2003).

Los siguientes servicios fueron valorados con el EE: disponibilidad de agua potable en el futuro, existencia de orquídeas endémicas, posibilidad de observar especies carismáticas de aves, mamíferos y reptiles, y protección para un anfibio endémico. Para estimar la DAP, un atributo monetario, en este caso un incremento en la tarifa de entrada al área, fue también incorporado. La significancia estadística de los servicios ($p < 0.05$) muestra que los visitantes estarían dispuestos a pagar por protegerlos. La DAP promedio estimada entre United States Dollars (USD) 1, 2, 3 y 4 por persona/visita para proteger los servicios específicos considerados.

En la tesis “Estimación de la Disposición a Pagar por Abasto de Agua para el Área Metropolitana de Monterrey - México” concluye: El análisis de los efectos marginales revelan que para la variable ingreso, un cambio de \$.1,000 pesos mensuales para las familias, incrementaría en 2.1% la probabilidad de disposición a pagar de aquellos que presentaron una disposición a pagar igual a cero, junto con ello se presentaría un incremento en \$. 0.34 pesos en el promedio de la disposición a pagar de aquellos que mostraron una disposición a pagar mayor que cero; por último, estos resultados muestran que la media de disposición a pagar de toda la muestra se incrementaría en \$. 0.48 pesos, lo cual representa un incremento de 5.78% respecto de la media de la disposición a pagar mensual del total de la muestra (Oaxaca, 1997).

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema.

La cuenca hidrográfica de Huancane es la unidad de paisaje donde se acumula toda el agua superficial y está disponible para el uso, por lo que tiene sentido que las decisiones estratégicas sobre la gestión del agua se desarrollen en las subcuencas. Sin embargo las cuencas hidrográficas están limitadas por barreras físicas e hidrológicas, en lugar de administrativas o políticas, lo que dificulta su gestión integrada. Los intereses económicos de los actores involucrados en el manejo de las cuencas hacen generalmente que desarrollen prácticas contrarias a la vocación de las tierras, lo que tiene como consecuencia las reducciones en la cantidad y calidad del agua, los movimientos de masas de tierras y las pérdidas de biodiversidad, entre otros efectos, Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2010).

Debido a que el flujo de agua va de las partes altas a las bajas, los efectos de la mala gestión de los recursos en las cuencas se hacen sentir a gran distancia de su punto de origen. De ahí la importancia que tiene la gestión integrada de cuencas hidrográficas, Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas (GICH), para facilitar la comprensión, a lo largo del documento se entenderá por manejo integrado de cuencas hidrográficas el proceso que promueve la administración coordinada del agua, tierra y recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico, producto de esta gestión, de una manera equitativa sin comprometer la vida de los ecosistemas. La GICH es una estrategia para el desarrollo y manejo del agua como recurso y proporciona marco para la provisión de los servicios relacionadas con el agua, Global Water Partnership (GWP, 2005). La GICH ofrece un marco que abarca toda la cuenca para tomar decisiones

estratégicas en favor de una gestión del agua que sea económica, social y ecológicamente sostenible. Asume que es necesario evaluar conjuntamente las necesidades y expectativas del agua de todos los interesados directos, en toda la cuenca y que las decisiones finales deben basarse en la mejor información ambiental y socioeconómica disponible, World Wild Fund For Nature (WWF, s. f.).

En la cordillera oriental la precipitación es mayor y la evaporación menor por tanto este tipo de humedal juega un papel muy importante en la regulación del ciclo hídrico que tiene influencia directa en el desarrollo de las pasturas naturales alto andinos. Es ahí donde se desarrolla diferentes ciclos hidrológicos particulares de la zona la cual permite generar una biomasa apta para el consumo del ganado, principal actividad económica de la zona de estudio. En esta zona se identifican tres servicios ambientales: primero el servicio ambiental de provisión de agua la cual se basa en la metodología de (Barrantes & 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.

La productividad de los ecosistemas del bofedal 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 de bofedal, que es la ganadería. Esta es una actividad extensiva que se extiende hasta la zona de las lagunas; por el pisoteo de los animales se altera la vegetación natural y disminuye su capacidad de aportar con el servicio hídrico. Por dicho motivo, la máxima capacidad de regulación y retención de agua brindada por los bofedales puede compararse con la capacidad total de un reservorio o represa, por lo tanto, el método utilizado para la valoración de este servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua es el del costo de reposición, dicho de otro modo sería la sustitución del servicio ambiental (Perez, 2008).

2.2. Enunciados del problema.

En la región de Puno, en las partes altas donde las actividades humanas generan escasez de agua de tres maneras: por el crecimiento de la población rural, mala utilización del agua y por la falta de equidad en el acceso a ella. El crecimiento de la población humana, contribuye a la escasez de agua simplemente porque el suministro de agua disponible debe repartirse entre un número cada vez mayor de personas. Cada región tiene una

cantidad más o menos fija de recursos hídricos internos, que se definen como el caudal medio anual de los ríos y acuíferos generado por la precipitación. Con el tiempo, esta reserva interna renovable va dividiéndose entre un número cada vez mayor de personas, hasta que sobreviene la escasez de agua, (Perez, 2008).

Por otro lado los problemas que ocasiona el agua es por la distribución espacial y temporal irregular del recurso hídrico en las cuencas hidrográficas, en épocas de avenida genera problemas de inundaciones originados por el exceso de escurrimiento por altas precipitaciones, en épocas de estiaje genera problemas de sequía originados por la escasez de agua y anomalía de las precipitaciones. Por otro lado, también se generan conflictos de los usuarios por escasez y por mal manejo del agua. Por las razones expuestas es necesario e importante realizar estudios de valoración ambiental del recurso hidrológico, para lo cual se ha planteado los siguientes interrogantes:

2.2.1. Pregunta general.

- ¿De que manera se realiza la valoración económica de los servicios hidrológicos en la cuenca del rio Huancané de la Región de Puno?.

2.2.2. Preguntas específicas.

- ¿Cuáles son los costos y beneficios económicos en el mejoramiento de los servicios hidrológicos de la cuenca de Huancane, utilizando el método de valoración contingente?.
- ¿ De que manera influye la función de producción en la valoración económica del agua para establecer las tarifas diferenciadas mas razonables en la producción agropecuaria?.

2.3. Justificación.

El agua en sus condiciones naturales tiene un valor económico, mismo se expresa como valor económico total, derivado de su valor de uso directo (riego, industria, recreación, etc.), valor de uso indirecto (hábitat, depurador de contaminantes, etc.), valor de no uso de existencia y legado (bellezas escénicas, sitios culturales, sitios históricos) y valor de opción (hábitat de biodiversidad, potencial uso y no uso). Por otro lado, el costo del agua se compone de los costos de capital, operación, mantenimiento, confiabilidad del

abastecimiento, costo de oportunidad y los costos de las externalidades impuestas a la sociedad por su aprovechamiento en las diferentes actividades.

Por lo que el uso sostenible del agua debe buscar equiparar el costo total con el valor total. En tal sentido, estimar el costo de agua puede servir como una aproximación, lo más seguro de orden inferior del valor del agua.

El agua constituye los recursos naturales más importantes dentro de la cuenca. Por tanto, el conocimiento con relación a su cantidad, potencial hídrico y distribución espacial de sus fuentes superficiales (ríos, quebradas, manantiales, aguas de recuperación, lagunas, almacenamientos, glaciares y humedales) es una necesidad que no sólo permite el adecuado establecimiento del ciclo hidrológico, sino lograr una optimización de la planificación respecto de su uso consuntivo (poblacional, pecuario, agrícola, industrial y minero) y no consuntivo (piscícola y energético) en las distintas actividades productivas y extractivas.

Además, del mantenimiento del equilibrio biótico de la fauna y flora de la cuenca. Actualmente en las cuencas de los ríos Huancané y Suches, no se cuenta con un inventario de fuentes de agua superficial, dificultando de este modo toda actividad vinculada con el tema de uso, planificación y gestión del agua. El inventario de fuentes de agua superficial disponibles en la cuenca permitirá, no sólo conocer el potencial hídrico de la cuenca, sino principalmente tener disponible una fuente de información para una mejor planificación y gestión del uso óptimo y sostenible de dichos recursos.

El recurso natural existente en nuestro país para el ser humano tiene mucha importancia desde todo punto de vista económico y social, por lo tanto, es necesario su conservación mediante planes integrales de su manejo y conservación para el desarrollo sostenible de todo el ser viviente en todas las zonas agroclimáticas existentes, donde el poblador rural alto andino desarrolla sus actividades económicas tales como la ganadería y la agricultura.

Dentro de los recursos más importantes para la vida es el agua, y es por eso que se deben de tomar todas las medidas necesarias para asegurar la existencia y preservación de las fuentes de este recurso tan importante. Las zonas de cabecera de cuenca en donde nacen los ríos, se destacan por ser áreas receptoras de agua dentro de las cuencas hidrográficas, en esta zona también se encuentran presente los humedales. El término manejo de cuencas tiene como objetivo controlar la descarga del agua captada por las cuencas en cantidad,

calidad y tiempo de ocurrencia, ya que ayudan a regular, controlar la cantidad y estacionalidad del agua que escurre por los ríos y manantiales. Las cabeceras de cuencas también protegen a los suelos de ser erosionados y evitan la pérdida de la fertilidad en las tierras agrícolas (Jimenez et al., 2005).

Los humedales son las fuentes directas del agua, es por eso que son muy importantes para el desarrollo de la humanidad, desde una perspectiva cultural, económica e histórica, como fuente de riqueza sostenible y científica (Bernáldez, 1987 citado por García y Willems, 2015).

Comprenden una amplia variedad de hábitats tales como pantanos, turberas, bofedales, llanuras de aluvión, ríos, lagos, manglares, arrecifes, zonas marinas de baja profundidad, así como los humedales artificiales. La pérdida a nivel mundial de humedales se ha estimado en un 50 % de la superficie original en los últimos 100 años, esto ocurrió principalmente en las regiones templadas del hemisferio norte durante la primera mitad del siglo XIX. No obstante, alrededor de 1950, los humedales tropicales y subtropicales han ido desapareciendo rápidamente, en particular los bosques de pantano y los manglares, Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005).

Los bofedales, en el Perú, llamado también “oconal” o “turbera, se localizan sobre los 3,800 m.s.n.m, se encuentra principalmente en la zona sur y la zona central del país. Ocupa una superficie de 549,360 has. que representa el 0.4% del total nacional, son un tipo de pradera natural muy peculiar donde se encuentra un tipo de vegetación natural siempre verde, suculenta, de elevado potencial forrajero y con suelo permanentemente húmedo (Prieto, 2001). Identificar estas zonas es importante para un mejor manejo de los recursos naturales que se encuentra en las cuencas, principalmente el recurso hídrico.

2.4. Objetivos.

2.4.1. Objetivo general.

- Determinar la valoración económica de los servicios hidrológicos en la cuenca del río Huancané de la Región de Puno.

2.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar costos y beneficios económicos en el mejoramiento de los servicios hidrológicos de la cuenca de Huancane, utilizando el método de valoración contingente.
- Proveer, a través de la valoración económica, un elemento importante para establecer las tarifas diferenciadas mas razonables sobre algún vehiculo de pago.

2.5. Hipótesis.

2.5.1. Hipótesis general.

- El valor económico, el valor monetario de la disposición a pagar de los pobladores por una mejora en los servicios hidrológicos de la cuenca Huancané, está determinado por las características socioeconómicas que poseen.

2.5.2. Hipótesis específicas.

- El valor económico de la disposición a pagar de los pobladores por una mejora en los servicios hidrológicos de la cuenca Huancané está determinado por el ingreso familiar, conocimiento del lugar y nivel cultural.
- El precio de las tarifas diferenciadas sobre un vehículo de pago está determinado por las variables climáticas y la función de producción de los cultivos en la cuenca del rio Huancané.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio.

El área del presente estudio se ha ubicado en la “Cuenca Hidrográfica” de Huancané, está ubicado políticamente en parte de los Distritos de Huancané y Huatasani de la Provincia de Huancané; y parte del Distrito Pedro Vilca Apaza de la Provincia de San Antonio de Putina, en el Departamento de Puno, en la Región Puno. Las coordenadas geográficas de localización son las siguientes 14° 55´ 22’’ a 15° 14´00’’ de latitud sur y 69° 46´40’’ a 69° 58´19’’ de longitud oeste y se encuentra entre los 3,812 m.s.n.m. y los 4,200 m.s.n.m., cuya ubicación política:

- Departamento : Puno
- Provincias : Huancané, San Antonio de Putina
- Distritos : Huancané, Huatasani, Pedro Vilca Apaza (San Antonio de Putina)
- Superficie : 28,660 has.

3.2. Población.

La zona de estudio tiene un área de 286.60 Km², o sea, 28,660 hás, cuenta con 38 agrupaciones campesinas debidamente organizadas se aproxima a una población beneficiaria de 3,200 campesinos de usuarios del recurso hídrico de la cuenca (ANA, 2010).

3.3. Muestra.

El tamaño de la muestra es uno de los aspectos a concretar en las fases previas de la investigación en medio ambiente y determina el grado de credibilidad que concederemos a los resultados obtenidos. Una fórmula muy extendida que orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra para datos globales es la siguiente:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

N: es el tamaño de la población o universo; **e**: es el error muestral deseado; **p**: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que **p = q = 0.5** que es la opción más segura; **q**: es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es **(1-p)**; **n**: el tamaño de la muestra (número de encuestas que vamos a hacer); **y k**: es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: un 95,5 % de confianza es lo mismo que decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 5%.

Tabla 2

Los valores de k más utilizados y sus niveles de confianza.

Los valores de k							
K	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.00	2.58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95.5	99%

Para la presente investigación se realizó una encuesta de un total de 3200 beneficiarios (N), según estimaciones con proyección al mes de diciembre del año 2017, en la que hemos deseado una confianza del 95.5% que determino que k=1.96, tenga un error muestral del 5% (e) y consideramos que estarán satisfechos el 50% (p = q = 0.5) necesitaríamos una muestra de 343 usuarios.

3.3.1. Unidad de análisis.

Tabla 3

Distribución del Área de la cuenca en los diferentes Distritos.

Distritos Políticos que forman parte de la cuenca en Estudio.	Parte de la extensión de los Distritos en la cuenca.	
	(Km ²)	%
Huancané	125.24	43.7
Huatasani	34.68	12.1
Pedro Vilca Apaza	126.68	44.2
Total	286.60	100.0

Fuente: (ANA, 2010).

3.4. Método de investigación.

La investigación es de tipo descriptiva, correlacional, analítica y explicativa, porque involucra un análisis situacional y se describe los resultados del análisis. Adaptativa, porque involucra la aplicación de un método de valorización económica existentes para los humedales y valor del agua por metro cubico. Para la valoración económica del agua se ha utilizado método de valoración contingente cuya metodología es de tipo de investigación correlacional, es decir se ha relacionado entre variables dependientes e independientes utilizando los modelos de Logit y Probit (Ardila, 1993). A continuación se describen de acuerdo a los diferentes procedimientos siguientes:

3.4.1. Método de Valoración contingente (MVC).

Se basa en el desarrollo de un mercado hipotético en el que los usuarios de los servicios ambientales pagarían para implementar un proyecto en el que se devolvería la cobertura forestal a la parte media-alta de la cuenca, con lo que los volúmenes de agua que se tienen en la estación seca se incrementarían, al tiempo que se reduciría la cantidad de sedimentos en el agua durante la estación lluviosa, lo que a su vez haría que los volúmenes de agua potable para consumo doméstico y su calidad se incrementarían (Ministerio del Ambiente, 2015). Para que los entrevistados entiendan de que se trata el mercado hipotético se les presenta una serie de fotografías en las que se muestra la influencia del bosque en los servicios ambientales. Posteriormente se les explica la forma en que funcionará el proyecto y los beneficios que obtendrán de su

implementación y entonces se les pregunta si están dispuestos a pagar (DAP) (Azqueta, 1994).

3.4.2. La encuesta y los supuestos de la investigación.

Para la elaboración del cuestionario de la encuesta previamente se ha diseñado una encuesta piloto para obtener desviación estándar y otros parámetros estadísticos y las variables de las características socioeconómicas más importantes están identificadas en la Tabla 3.

3.4.3. Identificación de variables.

Tabla 4

Sistema de operacionalización de las variables en estudio.

Variable	Representación	Explicación	Cuantificación o categorización
(Y)	Probabilidad de responder SI (PSI)	Variable dependiente binaria que representa la probabilidad de responder SI a la pregunta de disponibilidad a pagar	1=Si el usuario responde positivamente a la pregunta de DAP, 0=Si responde negativamente
(X1)	Precio hipotético a pagar (PREC)	Variable independiente que toma el valor de la tarifa preguntada por acceder a los beneficios del programa de recuperación y conservación	Numero entero (1, 2, 3, 4 y 5 nuevos soles)
(X2)	Percepción Ambiental (PAM)	Variable independiente binaria que representa la percepción del grado de deterioro del PNMF	0= Si considera no deteriorado, 1=Si considera deteriorado y muy deteriorado
(X3)	Ingreso Familiar (ING)	Variable independiente categórica ordenada que representa el ingreso mensual total del jefe de familia o encargado del hogar	1=Menores de S/.500; 2=S/. 501-2500; 3=S/. 2501-3500; 4= Mayores a S/.3501
(X4)	Educación (EDU)	Variable independiente categórica ordenada que representa el nivel educativo del entrevistado	1= Primaria completa, 2=Secundaria completa, 3=Superior universitaria, 4=Postgrado
(X5)	Genero (GEN)	Variable independiente binaria que representa el género del entrevistado	1= Si es hombre, 0= Si es mujer.
(X6)	Tamaño del Hogar (TAH)	Variable independiente continua que representa el tamaño del hogar del entrevistado	Numero entero: 1, 2, 3, 4, 5,.....n
(X7)	Edad (EDA)	Variable independiente categórica ordenada que representa la edad en años del entrevistado	1 = < de 20 años 2= 21 -35 años 3 = 36 – 45 años 4 = 46 – 55 años 5= mayores a 56 años

Fuente: En base del trabajo realizado por (Perez, 2008; Tudela, 2012).

Para la determinación de la disposición a pagar se hizo en base de las características socioeconómicas de los pobladores de la cuenca de Huancané. y las principales variables que se ha tomado en cuenta son los que se observan en la Tabla 3, que a continuación se ilustran de acuerdo al tipo de variables (Flores, 2006).

Para la estimación de parámetros, se utilizó el software Eviews 7.0. El procedimiento de estimación es numérico, y los estimadores que se obtienen son los que maximizan la función de verosimilitud, para ello se utilizó la solución de la ecuación planteada y a partir de los datos de la encuesta. En la interpretación y validación estadística de los resultados de las regresiones de tipo logit y probit, se ha evaluado los valores y los signos de los parámetros obtenidos de cada variable, la prueba de estadístico z, y se ha tomado en cuenta la probabilidad ($P \leq 0.05$). (Flores, 2006).

3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específico.

3.5.1. Valoración económica para el mejoramiento de los servicios hidrológicos de la cuenca de Huancané, utilizando el método de valoración contingente.

Para el desarrollo de este objetivo específico se utilizó, el método de valoración contingente y se ha efectuado aplicando los modelos de regresión Logit y Probit, para lo cual se ha empleado los paquetes econométricos de Limdep 7.3 y EViews 7.0

Para el caso del modelo Logit, la función utilizada es la logística, por lo que la especificación de este tipo de modelos queda como sigue la ecuación probabilística:

$$Y_i = \frac{1}{1+e^{-\alpha-\beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i = \frac{e^{\alpha+\beta_k X_{ki}}}{1+e^{\alpha+\beta_k X_{ki}}} + \varepsilon_i \quad \text{Ecuación de Logit}$$

En el caso del modelo Probit la función de distribución utilizada es la de la normal tipificada, con lo que el modelo queda especificado a través de la siguiente expresión probabilística:

$$Y_i = \int_{-\infty}^{\alpha+\beta X_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + \varepsilon_i \quad \text{Ecuación de probit}$$

Se ha formulado la siguiente hipótesis estadística:

$$H_0 : \beta_i = 0; \quad y \quad H_a : \beta_i \neq 0$$

Las características socioeconómicas que se ha considerado son las variables consideradas en la Tabla 3, que son variables binarias, categóricas, continuas y descritas, la ecuación de relación utilizada para la aplicación de los modelos es la siguiente:

$$Z = \alpha \pm \beta_1 EDA \pm \beta_2 EU \pm \beta_3 GEN \pm \beta_4 ING \pm \beta_5 PREC \pm \beta_6 PAM \pm \beta_7 TAH$$

Se ha formulado la siguiente hipótesis estadística:

$$H_0 : \beta_i = 0; \quad y \quad H_a : \beta_i \neq 0$$

El modelo de tipo Logit y Probit, y para estimar sus parámetros con variables binarios son:

$$Prob = P(SI) = \frac{e^Z}{1+e^Z} \quad \text{o} \quad Prob = P(SI) = \frac{1}{1+e^{-Z}} \quad \text{Ecuación de Logit}$$

$$Y_i = \int_{-\infty}^{\alpha+\beta X_i} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}} ds + \varepsilon_i \quad \text{Ecuación de Probit}$$

3.5.2. Valoración económica del agua en base de función de producción para establecer las tarifas diferenciadas más razonables sobre algún vehículo de pago.

El procedimiento que se ha seguido para determinar el valor de agua de riego en base de la función de producción, previamente era necesario determinar los siguientes cálculos:

a) Determinación de la evapotranspiración actual (ET_o).

La evapotranspiración se ha determinado mediante (CROPWAT 8) utilizando el método FAO Penman-Monteith, la misma que fue desarrollado haciendo uso de la definición de cultivo de referencia como un cultivo hipotético de pasto, con una altura de 0.12 m, con una resistencia superficial de 70 s/m y un albedo de 0.25 que representa a la evapotranspiración de una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente y adecuadamente regado. El método de FAO Penman-Monteith (1990) para estimar ET, es obtenida de la ecuación original de Penman-Monteith y las

ecuaciones de la resistencia aerodinámica y superficial, cuya formula es la siguiente (FAO, 2006):

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Donde: **ET_o**: evapotranspiración de referencia (**mm dia⁻¹**); **R_n**: radiación neta en la superficie del cultivo (**MJ m⁻² dia⁻¹**); **R_a**: radiación extraterrestre (**mm dia⁻¹**); **G**: flujo de calor del suelo (**MJ m⁻² dia⁻¹**); **T**: temperatura media del aire a 2 m de altura (**°C**); **u₂**: velocidad del viento a 2 m de altura (**ms⁻²**); **e_s**: presión de vapor de saturación (**kPa**); **e_a**: presión real de vapor (**kPa**) **e_s-e_a**: déficit de presión de vapor (**kPa**); **Δ**: pendiente de la curva de presión de vapor (**kPa°C⁻¹**); y **γ** = constante psicométrica (**kPa°C⁻²**).

b) Determinación de la Precipitación Efectiva (PE).

La precipitación efectiva (PE), es la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedan por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo, para el presente trabajo se ha utilizado la metodología de USDA Soil Conservation Service: Ecuación desarrollada por el USCS, por medio de la cual la Precipitación efectiva puede ser calculada de acuerdo a valores decadiarios de precipitación, y se ha determinado mediante el paquete de CROPWAT con la fórmula siguiente:

$$P_{ef(dec)} = P_{dec} * (125 - 0.6 * P_{dec}) / 125 \quad \text{para } P_{dec} \leq (250 / 3) \text{ mm}$$

$$P_{ef(dec)} = (125 / 3) + 0.1 * P_{dec} \quad \text{para } P_{dec} > (250 / 3) \text{ mm}$$

c) Coeficiente de cultivo (K_c).

El coeficiente del cultivo **K_c** depende de la especie de cultivo y su fase de desarrollo. El método que se ha utilizado para el cálculo del coeficiente de cultivo es de la FAO (FAO, 2006).

d) Requerimiento del agua por las especies forrajeras.

Para la determinación de los requerimientos del agua del cultivo se procedió mediante el balance hídrico, cuya ecuación es:

$$DA = ETA - (PE + CA + N)$$

Dónde: DA = demanda de agua de los cultivos para el periodo considerado (mm); ETA = evapotranspiración real o actual (mm); PE = precipitación efectiva (mm); CA = Diferencia de la lámina de la capacidad de almacenamiento del suelo inicial y final del periodo considerado (mm); y N = aporte eventual del nivel freático (mm).

La demanda de agua del proyecto, se representa por la siguiente ecuación:

$$Dp = (DA*10) / Er = (m^3ha^{-1})$$

Dónde: Dp = demanda de agua del proyecto ($m^2 ha^{-1}$); DA = demanda de agua de los cultivos para el periodo considerado (mm); y Er = Eficiencia de riego se expresa en (%).

e) Valoración del agua en base de la función de producción.

En base del trabajo de De Mastro, (1990) realizado en San Severo, Sur de Italia, en la que considero como variables dependientes la producción de materia seca de pastos naturales, y como variables independientes la dosis de agua de riego, y la densidad de especies forrajeros por unidad de metro cuadrado, la función de la forma cuadrática para el presente caso es:

$$q = \alpha + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2 + \varepsilon$$

Dónde: q= producción de pastos naturales en toneladas por hectárea; A= dosis de agua de riego, en metros cúbicos por hectárea; y D= densidad de especies forrajeros por metro cuadrado. A la ecuación anterior se deriva parcialmente la función respecto a la dosis de agua, lo que equivale a igualar el costo marginal al ingreso marginal. Es decir, partiendo de:

$$I = p.q$$

I= Ingreso; p= precio de la cosecha de pastos naturales; y q= cantidad (producción de la cosecha):

$$I = p. (\alpha + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2)$$

El beneficio máximo se obtiene cuando se cumple la condición de que el beneficio marginal es igual al costo marginal, por lo tanto, el ingreso marginal con respecto al agua será:

$$\frac{dI}{dA} = p. \frac{dq}{dA} = P * (0.0006317346A + 2 * 00000026237991A)$$

La valoración del agua de riego en sistema de bofedales a partir de la productividad media, para este caso realizó tomando en cuenta el desconocimiento que se tiene de las funciones de producción de los cultivos y el precio de la cosecha de pastos naturales, se puede asumir el valor del agua a partir de la productividad media. En este caso, el valor del agua, V_1 viene de multiplicar el precio de la cosecha (p), por el incremento en producción ($q_0 - q_1$) dividido todo por el agua aportada, A_0 , para alcanzar la máxima producción técnica, q_0 . Entonces:

$$V_1 = \frac{(q_0 - q_1) * p}{A_0} = (S./m^3).$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se ha estructurado siguiendo el orden de las características socioeconómicas de las personas entrevistadas y posteriormente los cálculos de los costos de servicios hidrológicos, costos hipotéticos de la Disposición a Pagar (DAP), y los Costos de Beneficios, mediante los estimadores de máxima verosimilitud, se analizó un total de 343 encuestas a los beneficiarios de la cuenca de Huancané.

4.1. Valoración económica en el mejoramiento de los servicios hidrológicos de la cuenca de Huancané, utilizando el método de valoración contingente.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se consideró el nivel socioeconómico como una medida total que combina la parte económica y sociológica de la preparación laboral de una persona y de la posición económica y social individual o familiar en relación a otras personas. El nivel socioeconómico es una variable teóricamente controvertida y que es importante aproximar el estatus socioeconómico de las familias a través de un indicador práctico con personal beneficiaria debidamente capacitado respecto a los recursos hídricos y su problemática actual.

4.1.1. Características socioeconómicas.

Los niveles socioeconómicos son herramientas sociológicas, que permiten comprender los cambios sociales, pues de alguna forma expresan la realidad humana de un conjunto de individuos y sus características socioeconómicas mas importantes en la economía ambiental como son: precio hipotético, ingreso familiar del encuestado. nivel educativo, edad del encuestado, tamaño de familia, y la variable cualitativa de percepción ambiental, sin olvidar que todas las sociedades son dinámicas y resulta útil

disponer de mecanismos y parámetros para conocer las transformaciones que se producen en el seno de cualquier sociedad campesina. Los datos son algo mas números y porcentajes de tipo binario y categórico.

Tabla 5

Estadístico descriptivo para pobladores beneficiarios de la cuenca Huancané 2017.

Variables socioeconómicas	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Variable de responder SI (Y)	0,00	1,00	0,6706	0,47070	0,222
Precio hipotético (X1)	1,00	4,00	2,3644	1,12058	1,256
Ingreso mensual (X2)	1,00	3,00	1,3994	0,52504	0,276
Género del entrevistado (X3)	0,00	1,00	0,5743	0,49516	0,245
Edad del entrevistado (X4)	1,00	5,00	2,9854	1,06914	1,143
Nivel educativo (X5)	1,00	4,00	2,1837	0,87096	0,759
Percepción ambiental (X6)	0,00	1,00	0,4665	0,49960	0,250
Tamaño de familia (X7)	1,00	4,00	2,1837	0,72835	0,530

Según resultados de la Tabla 5, nos permite llegar a la conclusión que la estadística descriptiva de las principales características socioeconómicas de las personas encuestadas a nivel de jefes de familias de la cuenca de rio Huancané, la dinámica poblacional rural muestra un comportamiento muy diferenciado entre las comunidades, sin embargo entre las características socioeconómicas principales no existe mucha variabilidad, tomando en cuenta la desviación típica y la varianza, ya que las variables estudiadas han sido binarios, categóricos entre otros.

Al respecto Perez (2008), indica que se debe tomar en cuenta la probabilidad de aceptar o no el precio ofrecido como función del mismo precio y algunas variables socioeconómicas que cambian la función de utilidad indirecta, así mismo se asume que la función de probabilidad sigue una distribución logística. La economía del bienestar proporciona medidas monetarias del cambio en el bienestar de las personas asociadas con cambios en los niveles de precios o cambios en las cantidades consumidas. En general, se definen dos medidas denominadas variación compensatoria (VC) y variación equivalente (VE) (Asqueta, 1994).

Tabla 6

Variable binario de responder SI que están dispuestos a pagar (DAP).

Prob. (PSI) que están DAP	Frecuencia	(%)	Válido (%)	Acumulado (%)
0 responde NO	113	32,9	32,9	32,9
Válidos 1 responde SI	230	67,1	67,1	100,0
Total	343	100,0	100,0	

Los resultados de la Tabla 6, muestra la variable binario de la probabilidad de responder SI o NO, las personas encuestadas han respondido en un 67.10 % SI pueden pagar y 32.90 % NO están dispuestos a pagar para la mejora del manejo integral de recursos hídricos, la cantidad de respuesta negativa es probablemente por desconocimiento de la situación actual de la problemática del agua a nivel mundial.

El problema fundamental del agua para los diversos usos que necesita la sociedad peruana, requiere de cambios profundos políticos, socioeconómicos, pues existen problemas de diversa cuantía y origen, unos porque tienen una doble impresión en el esquema mental del agua en la población, uno es el urbano y el otro el rural. En el mundo entero, el agua cada vez se está convirtiendo en un recurso escaso debido a diferentes factores como la deforestación, el mal uso del agua y el calentamiento global. Se prevé que en el 2030 el Perú empezará a sentir seriamente los estragos de la escasez de agua. A partir de los resultados del análisis econométrico y de significación estadística, se determinó que la probabilidad de responder de manera positiva a la pregunta de disposición a pagar (DAP), por el servicio ambiental esta determinado por el monto a pagar, PH, y por el ingreso familiar (ING), esta estimación se hizo siguiendo el marco conceptual propuesto por (Herrador & Dimas, 2001).

Tabla 7

Las Variables categoricos del precio hipotético de la disposición a pagar (DAP).

SI esta dispuesto a pagar (DAP)	Frecuencia	(%)	Válido (%)	Acumulado (%)
1 paga S/. 5.00	100	29,2	29,2	29,2
2 paga S/. 10.00	93	27,1	27,1	56,3
3 paga S/. 15.00	75	21,9	21,9	78,1
4 paga S/. 20.00	75	21,9	21,9	100,0
Total	343	100,0	100,0	

Al analizar los resultados de la Tabla 7, se observa que en la variable categorico del precio hipotético, el 29.20 % mayor porcentaje de los entrevistados están dispuestos a pagar cinco soles (S/.5.00), y solo un 27.1 % están dispuestos a pagar (S/.10.00). Como conclusión se puede indicar, los que están dispuestos a pagar mayor cantidad son pocas personas como en cualquiera de las comunidades de la region de Puno. Al respecto Martinez & Dimas (2007) indican que para muchos pobladores altoandinos, el agua tiene valores culturales, religiosos y sociales, y estas personas prefieren que no se trate al agua como una mercancía. De hecho, hay quienes rechazan ponerle precio a algo que es necesario para la vida, aunque este enfoque resalta la necesidad del agua para la vida, tiende a ocultar el hecho de que en la mayoría de las sociedades solamente una cantidad minúscula de agua se usa directamente para beber y preservar la vida del hombre. Asi mismo Herrador & Dimas (2001) manifiestan que el monto obtenido correspondiente a la DAP, debe interpretarse en concordancia cono supuestos que se establecieron. Los montos de dinero propuesto han sido establecidos previendo las limitaciones económicas de la comunidad en estudio, no obstante, para el mayor monto propuesto (1500 colones) cerca de un 45 % de los encuestados estaría dispuesto a pagarlo, por lo que se podría pensar que se subestimo la posición de los residentes en esta región. Se debe aclarar que el valor establecido para la DAP corresponde simplemente a una intención y no a un pago real por parte de los encuestados. Por lo tanto, no se están determinando montos de pago, tarifas o cargos.

Tabla 8

Ingreso mensual de los pobladores encuestadas de la cuenca Huancané.

Valores categorizados	Frecuencia	%	% válido	% acumulado
1 < de S/.1000.00	212	61,8	61,8	61,8
2 entre S/.1000.00 a S/.2000.00	125	36,4	36,4	98,3
3 > de S/.2001	6	1,7	1,7	100,0
Total	343	100,0	100,0	

En la Tabla 8, se muestra los ingresos de los pobladores de la cuenca de Huancané, donde en primer lugar un 61.80%, concentran a las personas con ingresos netos

menores de S/. 1,000.00 nuevos soles y sigue en segundo lugar pobladores con el rango de S/.1,000.00 a S/. 2,000.00 nuevos soles en un 36.40%, y tercer lugar ocupan personas con ingresos mayores de S/. 2,001.00 nuevos soles en un 1.70%; este análisis refleja que los pobladores de la zona de estudio son campesinos económicamente pobres del medio rural, al respecto Tudela, (2012) indica que el ingreso mensual fue de S/.700.00 y S/. 1,000.00 muy diferente al ingreso obtenido en la presente investigación.

4.1.2. Valoración económica en función de las características socioeconómicas utilizando el modelo econométrico Logit.

El uso de una función de distribución garantiza que el resultado de la estimación esté acotado entre 0 y 1, en principio las posibles alternativas son varias, siendo las más habituales la función de distribución logística, que ha dado lugar al modelo Logit, y la función de distribución de la normal tipificada, que ha dado lugar al modelo Probit. Los resultados de la presente investigación han determinado el valor de uso de los recursos hídricos en la agricultura, en la actividad de forestería, y en el crecimiento de pastos naturales; para determinar los parámetros de los modelos se han utilizado los modelos probabilísticos de Logit y Probit, la aplicación de los modelos de tipo binario, nos han permitido determinar la DAP, para lo cual se utilizó un total de 343 encuestas de los pobladores de la cuenca Huancané.

Tabla 9

Resultado del modelo de Logit de los pobladores de la cuenca Huancané 2017.

Caracterist. socioeconomicas	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Coefficiente de intercepto (C)	0.639766	0.702475	0.910732	0.3624
Precio hipotético (X1)	-0.488854	0.127831	-3.824228	0.0001
Ingreso familiar (X2)	1.82942	0.347985	5.257182	0.0000
Genero del entrevistado (X3)	0.136268	0.268618	0.507293	0.6119
Edad del entrevistado (X4)	-0.221013	0.132164	-1.672268	0.0945
Nivel educativo (X5)	-0.108496	0.201615	-0.538135	0.5905
Percepcion ambiental (X6)	0.596398	0.317886	1.876139	0.0606
Tamaño del hogar (X7)	-0.269568	0.190933	-1.411849	0.1580
0McFadden R-squared	0.162592	Mean dependent var		0.670554
S.D. dependent var	0.470699	S.E. of regression		0.416774
Akaike info criterion	1.108121	Sum squared resid		58.1897
Schwarz criterion	1.197631	Log likelihood		-182.0428
Hannan-Quinn criter.	1.143776	Deviance		364.0856
Restr. Deviance	434.777	Restr. log likelihood		-217.3885
LR statistic	70.69133	Avg. log likelihood		-0.530737
Prob(LR statistic)	0.00000			
Obs with Dep=0	113	Total obs		343
Obs with Dep=1	230			

Al analizar los resultados de la Tabla 9, se observa que los coeficientes de regresión múltiple, estadística “z” y la probabilidad respectiva ($P \leq 0.01$), para las variables X1 (precio hipotético), y el coeficiente de la variable ingreso (X2) es positivo, señalando una relación directa entre el ingreso familiar y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago, y también demuestra alta significancia estadística, esto nos ratifica que a un ingreso familiar alto corresponde pago de precio hipotético elevado. Las variables genero (X3), edad (X4), nivel educativo (X5), percepción ambiental (X6), y tamaño del hogar (X7), de acuerdo a la probabilidad ($P \leq 0.01$) no existe diferencia significativa estadísticamente, la misma nos indica que no existe dependencia entre variables dependientes e independientes, tal como ratifica la estadística “z”. Los modelos utilizados cumplen con lo establecido por Habb y McConnell (2003), según quienes, para la valoración contingente y especificaciones para la variante referéndum, el pilar de las formas funcionales es el modelo Logit lineal. Los resultados de los modelos muestran que en este caso en particular las variables monto a pagar e ingreso familiar son las que influyen el valor económico del servicio ambiental de protección del agua para consumo domestico. La educación (EDU), tamaño del grupo (TAM), genero (GEN) y otras variables no tienen peso en la respuesta positiva de DAP. En ese sentido, es importante hacer conciencia y educar sobre este tema en el área de estudio.

4.1.3. Valoración económica en función de las características socioeconómicas utilizando el modelo econométrico Probit

El signo que acompaña a la variable precio hipotético cuando es negativo señala la relación inversa entre el valor de la disposición a pagar (DAP) para el mantenimiento de la calidad ambiental en forma sostenible y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago voluntarioso, si el coeficiente de la variable de ingreso es positivo, señala una relación directa entre el ingreso familiar y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago (Medina, 2003).

Tabla 10

Resultado del modelo de Probit de los pobladores de la cuenca Huancané 2017.

Caracterist. Socioeconómicas	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Coefficiente de intercepto (C)	0.47873	0.405902	1.179423	0.2382
Precio hipotético (X1)	-0.283191	0.073706	-3.842147	0.0001
Ingreso familiar (X2)	0.948475	0.183539	5.167701	0.0000
Genero del entrevistado (X3)	0.098089	0.155772	0.629693	0.5289
Edad del entrevistado (X4)	-0.135962	0.077298	-1.75893	0.0786
Nivel educativo (X5)	-0.056416	0.117635	-0.479581	0.6315
Percepcion ambiental (X6)	0.318067	0.184305	1.725762	0.0844
Tamaño del hogar (X7)	-0.137438	0.113707	-1.208697	0.2268
McFadden R-squared	0.152085	Mean dependent var		0.670554
S.D. dependent var	0.470699	S.E. of regression		0.420367
Akaike info criterion	1.12144	Sum squared resid		59.19732
Schwarz criterion	1.21095	Log likelihood		-184.327
Hannan-Quinn criter.	1.157095	Deviance		368.6541
Restr. Deviance	434.777	Restr. log likelihood		- 217.3885
LR statistic	66.12289	Avg. log likelihood		- 0.537397
Prob(LR statistic)	0.00000			
Obs with Dep=0	113	Total obs		343
Obs with Dep=1	230			

Los resultados de la Tabla 10, muestra los coeficientes de regresion, estadística “z” y la probabilidad respectiva ($P \leq 0.01$), que para las variables X1 (precio hipotético), y X2 (ingreso familiar), indican alta significancia estadística, esto ratifica que a un ingreso familiar alto corresponde pago de precio hipotético elevado. Las variables genero (X3), edad (X4), nivel educativo (X5), percepción ambiental (X6), y tamaño del hogar (X7), de acuerdo a la probabilidad ($P \leq 0.01$) no existe diferencia significativa estadísticamente, la misma indica que no existe dependencia entre variables dependientes e independientes, tal como ratifica la estadística “z” los signos de precio hipotético y de ingreso familiar cumplen con los criterios econométricos, por

lo que los resultados del presente trabajo de investigación serían válidos para su aplicación respectiva.

4.1.4. La determinación de la disposición a pagar (DAP) mediante los modelos de Logit y Probit.

Al respecto, Fankhauser & Tapic (2005), indican que desde el punto de vista en economía ambiental, cierta cantidad de dinero que una familia estaría dispuesta a pagar a cambio de una mejora de un servicio ambiental; mide una valoración personal de ese bien. Ese valor es nuestra disposición a pagar (DAP), como un significado teórico en la teoría del consumidor, definido como la cantidad de ingreso que uno está dispuesto a ceder para obtener cierto servicio.

Así mismo, Medina (2003) señala que los modelos Logit y Probit, son modelos que permiten, además de obtener estimaciones de la probabilidad de un suceso, identificar los factores de riesgo que determinan dichas probabilidades, así como la influencia o peso relativo que éstos tienen sobre las mismas. Este tipo de modelo arroja como resultado un índice, cuyos determinantes son conocidos, el cual permite efectuar ordenaciones, las cuales al realizarse, posibilitan, con algún método de estratificación, generar clasificaciones en las que se le asocia a cada elemento una calificación.

Tabla 11

Resultados de la disposición a pagar (DAP) en soles, por los pobladores de la cuenca de Huancané, calculados mediante modelos Logit y Probit 2017.

Modelo	(DAP) Media	(DAP) Mínimo	(DAP) Má.ximo	(DAP) Desvest
Logit	4.2364	1.1443	10.8524	2.1199
Probit	4.1722	1.2649	10.0519	1.9332
Promedio	4.2043	1.2046	10.4522	2.0266

Fuente: Resultados del proceso de datos paquete microeconómico Limpdep 7.3.

Los resultados de la Tabla 11, muestra la disposición a pagar (DAP) en soles, por los pobladores de la cuenca Huancane, calculados mediante modelos Logit y Probit, se obtuvieron valores bastante semejantes para ambos modelos y como valor promedio se obtuvo S/. 4.20 nuevos soles mediante el paquete econométrico Limpdep 7.3

Al respecto, Brunett et al. (2010), llegan a la siguiente conclusión: Los resultados muestran que los usuarios dispuestos a pagar rebasan el 50 %, con cantidades que oscilan entre 30 y 80 pesos mensuales, sin embargo hay un sector de los encuestados que no estarían dispuestos a contribuir, pero utilizarían acciones enfocadas al cuidado del medio ambiente. En el trabajo de investigación: "Disposicion a pagar para proteger servicios ambientales; un estudio de caso con valores de uso y no uso en Chile Central" concluye: Para estimar la DAP se utilizaron técnicas de preferencia declaradas, específicamente un experimento de elección (EE), el cual se aplico a una muestra aleatoria de visitantes de la reserva (n = 100) (Cerde, 2010).

Tabla 12

Resultados de los valores agregados de los pobladores de la cuenca Huancané 2017.

Modelo	DAP media	Población	Valor agregado (S/.)	Valor Agregado (\$.)
Logit	4.2364	3,200.00	13,556.48	4,108.02
Probit	4.1722	3,200.00	13,351.04	4,045.77
Promedio	4.2043	3,200.00	13,453.76	4,076.89

Fuente: Elaborado por el tesista (\$1= S/.3.30 a diciembre de 2017).

En la Tabla 12, se tiene los resultados obtenidos de los valores agregados, que multiplicados por la cantidad de habitantes (3,200 personas), se ha determinado un valor agregado promedio de S. 13,453.76 nuevos soles mensuales que los comuneros podrían aportar para implementar el plan integral de gestión de recursos hidrológicos en la cuenca de estudio, este valor equivale a la cantidad de \$. 4, 076.89 dolares americanos.

Al respecto, Mendieta (2005), manifiesta que el pago por servicios ambientales es un mecanismo de compensación económica a través del cual los beneficiarios o usuarios del servicio retribuyen a los proveedores. Con esos recursos el proveedor debe adoptar practicas de manejo dirigidas a elevar o al menos mantener la calidad del servicio ofrecido.

4.2. Establecer las tarifas (soles/m³) en base de la valoración del agua de riego partiendo de la función de producción en la cuenca Huancané.

Establecer las tarifas (soles/m³) en base de la valoración del agua de riego partiendo de la función de producción en la cuenca Huancane, primeramente se ha determinado los requerimiento del agua por los cultivos y la producción de pastos naturales. Para lo cual es importante que los procesos de la evaporación y la transpiración ocurran simultáneamente y que está en función de los factores y los elementos climaticos y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos (Martinez & Dimas, 2007).

Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. Esta fracción disminuye a lo largo del ciclo del cultivo a medida que el dosel del cultivo proyecta más y más sombra sobre el suelo. Los requerimiento del agua por los cultivos se ha determinado mediante las formulas empíricas utilizando los elementos climáticos y aerodinámicos, es decir se ha utilizado para la determinacion de ETo método de Penman-Monteith Mensual (mm/dia) (ANA, 2010) y (De Mastro, 1990).

4.2.1. Determinación de ETo método de Penman-Monteith Mensual (mm/día).

Tabla 13

Resultados de Evapotranspiración potencial en función de elementos climáticos utilizando el método de Penman-Monteith Mensual (mm/día) 2017.

Mes	Prom Temp	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	%	km/día	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	9.3	69	259	5.4	18.8	3.22
Febrero	9.3	68	251	6.2	19.8	3.32
Marzo	8.9	70	242	6.9	19.9	3.16
Abril	8.2	65	225	7.9	19.4	3.03
Mayo	6.3	57	199	9.3	19.1	2.77
Junio	4.9	56	181		17.5	2.4
Julio	4.5	55	207	9.1	18.1	2.48
Agosto	5.7	53	259	9	19.9	2.95
Septiembre	7.6	55	285	8.9	22	3.48
Octubre	8.9	56	294	8.6	23.1	3.85
Noviembre	9.5	57	294	7.9	22.6	3.93
Diciembre	9.5	62	294	6.4	20.4	3.6
Promedio	7.7	60	249	7.9	20.1	3.18

Fuente: Elaborado por tesista en base de datos meteorológicos del SENAMHI-Puno.

4.2.2. Determinación de la Precipitación Efectiva (PE).

En el mundo entero, se sabe que la principal fuente de agua para la producción agrícola es la precipitación pluvial. Tres características principales de las precipitaciones son la cantidad, la frecuencia y la intensidad, cuyos valores varían de un lugar a otro, día a día, mes a mes y año a año. El conocimiento preciso de estas tres características principales es esencial para la planificación de su plena utilización. Información de la cantidad, intensidad y distribución de la precipitación mensual o anual para los lugares más importantes en el mundo está generalmente disponible. Registros a largo plazo de las precipitaciones diarias han sido recopiladas durante años "las normas y las desviaciones estándares se han elaborado" inundaciones y sequías definidos en zonas climáticas de la evapotranspiración potencial menor precipitación se han mapeado de los patrones de lluvia y estudios de cultivos. Las investigaciones que usan las computadoras electrónicas están continuamente en curso y se están haciendo esfuerzos para predecir las tendencias futuras con el fin de perfeccionar la planificación. A pesar de los datos voluminosos sobre el tiempo, aun no se sabe que debe hacer acerca de las

precipitaciones. Ciertas entidades simples han desconcertado a los planificadores sobre la precipitación efectiva (Chow, 1994).

Consideramos que, en las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal. Para el presente estudio se ha utilizado el método de Penman-Monteith mensual, y para la evapotranspiración potencial se utilizó el proceso correlacional planteando la fórmula del método Penman-Monteith, cuyo resultado se muestra en la Tabla 13 (De Mastro, 1990; GWP, 2005).

Tabla 14

Determinación de la precipitación efectiva por el método USDA-CROPWAT

Meses	Precipit.(mm)	Prec. Efec (mm)
Enero	142.3	109.9
Febrero	108.3	89.5
Marzo	104.3	86.9
Abril	40.3	37.7
Mayo	11.2	11
Junio	5	5
Julio	3.8	3.8
Agosto	10	9.8
Septiembre	29.8	28.4
Octubre	48.3	44.6
Noviembre	65.2	58.4
Diciembre	107.4	88.9
Total	675.9	573.9

Fuente: Elaborado por tesista en base de datos meteorológicos del SENAMHI-Puno.

Sabemos que la precipitación efectiva es la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedan por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo, para el presente trabajo se ha utilizado la metodología de USDA Soil Conservation Service: Ecuación desarrollada por el USCS, por medio de la cual la precipitación efectiva puede ser calculada de acuerdo a valores decadiarios de precipitación, y se ha determinado mediante el paquete de CROPWAT, cuyos resultados se muestra en la Tabla 14 y 15.

4.2.3. Requerimiento del agua del cultivo de papa cuenca del rio Huancané método CROPWAT-2017.

Tabla 15

Requerimiento de agua para el cultivo de papa cuenca del rio Huancané método CROPWAT-2017.

Mes	Decada	Etapas	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	1	Inic	0.45	1.68	1.7	1.3	1.7
Oct	2	Inic	0.45	1.73	17.3	14.9	2.4
Oct	3	Inic	0.45	1.75	19.2	16.4	2.8
Nov	1	Des	0.45	1.78	17.8	17.4	0.3
Nov	2	Des	0.57	2.26	22.6	18.7	3.9
Nov	3	Des	0.74	2.83	28.3	22.4	6
Dic	1	Des	0.91	3.37	33.7	26.5	7.2
Dic	2	Med	1.03	3.7	37	30	7
Dic	3	Med	1.03	3.59	39.4	32.2	7.2
Ene	1	Med	1.03	3.45	34.5	35.6	0
Ene	2	Med	1.03	3.32	33.2	38.6	0
Ene	3	Med	1.03	3.36	36.9	35.7	1.2
Feb	1	Fin	0.99	3.24	32.4	31.6	0.8
Feb	2	Fin	0.88	2.93	29.3	29	0.3
Feb	3	Fin	0.79	2.59	20.7	29	0
Mar	1	Fin	0.74	2.37	7.1	9.2	0
					411.2	388.7	40.7

Fuente: Elaborado por tesista Método CROPWAT-2017.

4.2.4. Determinación de lámina neta (Ln) y lámina bruta (Lb) en mm.

En la producción de la papa, el suministro de agua y la programación de riego repercuten mucho en la calidad de los tubérculos: una irrigación frecuente reduce la malformación de éstos. La falta de agua en la fase inicial de formación de la cosecha aumenta la presencia de tubérculos fusiformes. Las buenas prácticas agrícolas, e irrigación cuando es necesaria, un cultivo de unos 120 días en climas templados y subtropicales puede producir de 25 a 40 toneladas de tubérculos frescos por hectárea. Este cultivo, es exigente en agua y muy sensible al déficit hídrico (5000-7000 m³/ha/campaña en costa); requiere de 400 a 600 litros de agua para producir 1 kilogramo de materia seca de tubérculos, por ello la EUA es baja en condiciones de riego comunes y no supera los 2.3 kg/m³ (FAO, 2008).

Tabla 16

Resultado de las lámina neta (Ln) y lámina bruta (Lb) en mm.

Fecha	Día	Etapa	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám.Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	mm	mm	Mm	mm	l/s/ha
10-oct	1	Ini	0	0.77	77	52	29.5	0	0	42.2	4.88
12-dic	64	Des	0	1	100	35	29.3	0	0	41.8	0.08
03-mar	Fin	Fin	0	1	0	0					

Fuente: Elaborado por tesista Método CROPWAT-2017.

En condiciones normales de la sierra del Perú, los requerimientos hídricos varían entre los 600 a 1000 milímetros por ciclo de producción, lo cual dependerá de las condiciones de la precipitación pluvial, la temperatura, capacidad de almacenamiento del suelo y de la variedad. Las mayores demandas existen en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo que es necesario efectuar algunos riegos secundarios en los períodos más críticos del cultivo, cuando no se presenta precipitación, cuyo resultados se muestra en la Tabla 16.

4.2.5. Producción de papa en función de densidad de plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017.

En microeconomía, la función de producción es la relación existente entre los factores o insumos utilizados en un proceso productivo (inputs), y el producto obtenido (outputs), dada una cierta tecnología. La función de producción asocia a cada conjunto de insumos (servicios de los factores por período) el máximo nivel de producción por período alcanzable de acuerdo a las posibilidades técnicas (Gil, 2011).

La función de producción de un productor agropecuario relaciona la cantidad usada de factores de producción (agua, semilla, tierra, insumos, entre otros) con la producción obtenida gracias a ella. La función de producción representa la máxima cantidad que se puede producir de un bien con unos recursos; por lo tanto es una aplicación que a un vector de recursos le hace corresponder un escalar que representa la cantidad producida (FAO, 2008).

Tabla 17

Produccion de papa en función de densidad de la plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017.

	Produccion (t/ha)	Agua (m3/ha)	Densidad (Planta/m2)	Cuadrado Agua
N	P	A	D	A2
1	1.03	300	2	90000
2	1.48	663	2	439569
3	1.86	1111	2	1234321
4	2.13	1610	2	2592100
5	1.78	1304	2	1700416
6	2.15	2252	2	5071504
7	0.94	300	3	90000
8	1.5	663	3	439569
9	1.79	1111	3	1234321
10	2.38	1610	3	2592100
11	2.05	1304	3	1700416
12	2.48	2252	3	5071504
13	1.1	300	4	90000
14	1.71	663	4	439569
15	1.77	1111	4	1234321
16	2.17	1610	4	2592100
17	2.25	1304	4	1700416
18	3.09	2252	4	5071504
19	1.28	300	5	90000
20	1.33	663	5	439569
21	2.28	1111	5	1234321
22	2.43	1610	5	2592100
23	2.55	1304	5	1700416
24	3.07	2252	5	5071504

Fuente: Elaborado por el tesista en base de datos históricos 2017.

En la Tabla 17, se muestra los resultados de producción de papa en función de la densidad de la plantación y dosis de agua requerida en la cuenca de Huancane, analizando estos indicadores se puede observar que hay 4 categorías de densidades de plantas por metro cuadrado (2, 3, 4, 5), cuyo dosis de gua requerida oscila entre 300 a 2252 metros cúbicos por hectárea en función a la producción de papa que oscila entre 0.94 a 3.09 toneladas por hectárea. (FAO, 2008) la Region de Puno actualmente aporta el 15 % de la producción nacional, además de las mas de 3 mil variedades del mencionado tubérculo que existen en el Peru, el 40 % se encuentran en las diferentes latitudes y altitudes.

En base del trabajo de De Mastro, (1990) realizado en San Severo, Sur de Italia, en la que considera como variables dependientes la producción de papa, y como variables independientes la dosis de agua de riego, y la densidad de plantas por unidad de metro cuadrado, la función de la forma cuadrática para el presente caso es:

$$q = \alpha + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2 + \varepsilon$$

Dónde: q= producción de papa en toneladas por hectárea; A= dosis de agua de riego, en metros cúbicos por hectárea; y D densidad de plantas por metro cuadrado. A la ecuación anterior se deriva parcialmente la función respecto a la dosis de agua, lo que equivale a igualar el costo marginal al ingreso marginal. Es decir, partiendo de:

$$I = p \cdot q$$

I= Ingreso; p= precio de la cosecha de pastos naturales; y q= cantidad (producción de la cosecha):

$$I = p \cdot (\alpha + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2)$$

El beneficio máximo se obtiene cuando se cumple la condición de que el beneficio marginal es igual al costo marginal, por lo tanto, el ingreso marginal con respecto al agua será:

$$\frac{dI}{dA} = p \cdot \frac{dq}{dA} = P * (0.0006317346A + 2 * 00000026237991A)$$

La valoración del agua de riego en sistema de producción del cultivos de la papa a partir de la productividad media, para este caso se realiza tomando en cuenta el desconocimiento que se tiene de las funciones de producción de los cultivos y el precio de la cosecha de la papa se puede asumir el valor del agua a partir de la productividad media. En este caso, el valor del agua, V_1 viene de multiplicar el precio de la cosecha (p), por el incremento en producción ($q_0 - q_1$) dividido todo por el agua aportada, A_0 , para alcanzar la máxima producción técnica, q_0 . Entonces:

$$V_1 = \frac{(q_0 - q_1) \cdot p}{A_0} = (S./m^3).$$

Tabla 18

Estadística descriptiva de producción de papa respecto a la densidad de plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017 expresada en (t/ha).

Detalle	Estadística
Coefficiente de correlación múltiple “r”	0.951
Coefficiente de determinación R ²	0.9046
R ² ajustado	0.8903
Error típico	0.1945
Observaciones	24

Según resultados de la Tabla 18, la estadística descriptiva de producción de papa respecto a la densidad de plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané expresada en (t/ha), muestra un coeficiente de correlación $r = 0.951$ que indica la existencia de una buena correlación y un coeficiente de determinación de $r^2 = 0.9046$, valores bastante coherentes entre la producción y la dosis de agua y densidad de plantación.

Tabla 19

Análisis de variancia de regresión cuadrática de Producción de papa en función de la densidad de plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Fcrítico
Regresión	3	7.179453701	2.393151234	63.22059483	2.20609E-10
Residuos	20	0.757079632	0.037853982		
Total	23	7.936533333			

En la Tabla 19, se muestra los resultados del análisis de variancia de regresión cuadrática de la producción de papa en función de la densidad de plantación y dosis de agua requerida cuenca de Huancané, en donde se obtuvo un $F_c = 63.2206$ con una probabilidad de $P \leq 0.01$ la cual nos indica que existe alta significancia estadística con una desviación estándar de $S_y = 0.56$.

Tabla 20

Resultados de los coeficientes del modelo de regresión cuadrática de la función de producción de papa.

Variables		Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción		0.218923913	0.191708851	1.141960384	0.266958687
Agua	(A)	0.001321634	0.000255852	5.165608631	4.70249E-05
Densida	(D)	0.141333333	0.035521816	3.978775599	0.000739315
Agua	(D ²)	-1.97717E-07	9.76541E-08	-2.024660907	0.056461673

En la Tabla 20, se muestra los resultados de los coeficientes del modelo de regresión cuadrática de función de la producción de papa, de acuerdo a la estadística $t = 5.1656$ con probabilidades $P = 0.000047024$ es un valor de alta significación estadística, y para la densidad de plantación se obtuvo $t = 3.97877$ con probabilidad de $P = 0.0007393$, también es altamente significativo. Sin embargo para la variable de dosis de agua aplicada no existe significancia con probabilidad de $P = 0.05646167$ que es un valor superior $P \geq 0.05$.

Tabla 21

Valor del agua en función de dosis y precio de la papa por tonelada 2017.

Req. Agua (mm.)	300	663	1111	1610	1304	2252
Rendimiento Marginal	0.001203	0.00105946	0.000882308	0.00068499	0.00080599	0.00043112
Precio de papa Por tonelada	-	-	-	-	-	-
1030.00	1.23909391	1.091245460	0.908776859	0.705536160	0.83016873	0.44405213
1480.00	1.78044561	1.56800319	1.305815292	1.01378011	1.19286381	0.63805549
1860.00	2.23758706	1.9705986	1.641092192	1.27407501	1.49913965	0.80188055
2130.00	2.56239808	2.25665324	1.879315252	1.45902138	1.7167567	0.91828257
1780.00	2.14134675	1.88584167	1.570507581	1.21927608	1.43466053	0.76739107
2150.00	2.58645816	2.27784247	1.896961404	1.47272111	1.73287648	0.92690494

En la Tabla 21, se muestra los resultados del valor del agua en función de dosis y precio de la papa por tonelada, donde se observa los diferentes valores de los rendimientos marginales de papa. El valor del agua determinado es de 0.92 soles por

metro cúbico, este valor es un valor de pequeña cantidad, debido probablemente que el recurso hídrico proviene de las precipitaciones pluviales, la cual es ofertado por la naturaleza, que el ser humano debe saber reconocer el valor que tiene mucha importancia en la producción agrícola de los cultivos y los pastos naturales.

4.2.6. Producción de pastos naturales en función de densidad de especies y dosis de agua requerida cuenca de Huancané 2017.

La valoración económica ecológica del servicio ambiental hídrico responde a la necesidad de mantener ecosistemas de valor hídrico para la provisión del recurso en cantidad y calidad. La evaluación económica del recurso hídrico supone estimar la oferta y la demanda de agua como condición para la valoración económica. Esta información es clave para la fijación de los sistemas tarifarios relacionados con el aprovechamiento del agua (Barrantes & Vega, 2001).

En la producción de pastos naturales, los principales parámetros climáticos que afectan la evapotranspiración son la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento. Se han desarrollado varios procedimientos para determinar la evaporación a partir de estos parámetros. del cultivo de referencia (ET_o) (FAO, 2006).

Gil (2003), indica en los sistemas de bofedales de la cuenca de Huancané, son importantes el suelo y la vegetación donde se desarrollan simultáneamente en el tiempo de acuerdo con el clima en particular. La comunidad vegetal que se desarrolla en un suelo y clima específico, es denominada “vegetación clímax”, la cual es relativamente estable y capaz de perpetuarse. Las praderas nativas alto andinas contienen gramíneas, graminoides y hierbas que son pastoreadas por camélidos, ovinos y vacunos. Estas praderas se encuentran en los bofedales. Pero si observamos la vegetación forrajera de estos lugares, veremos que no es la misma. En las laderas hay un suelo delgado y las especies vegetales son poco deseables, como la *Stipa ichu* (ichhu); en cambio en las partes planas, el suelo es más profundo, hay más humedad y las especies forrajeras son de mejor calidad, como la *Festuca dolichophylla* (chilligua), *Distichlis humilis* (grama), *Bromus unioloides* (cebadilla), etc.

Tabla 22

Producción de forraje en función de la densidad de especies naturales y dosis de agua en el sistema de bofedales de la cuenca Huancané 2017.

N	Producción (t/ha)	agua (m3/ha)	Densidad (planta/m2)	A2
1	1.0910	1477	10.00	2181529.00
2	1.1870	1524	10.00	2322576.00
3	1.5200	1658	10.00	2748964.00
4	1.5570	1857	10.00	3448449.00
5	2.1120	1954	10.00	3818116.00
6	2.1780	2100	10.00	4410000.00
7	1.0210	1477	15.00	2181529.00
8	1.1860	1524	15.00	2322576.00
9	1.1910	1658	15.00	2748964.00
10	1.5240	1857	15.00	3448449.00
11	1.5670	1954	15.00	3818116.00
12	2.1220	2100	15.00	4410000.00
13	1.4210	1477	20.00	2181529.00
14	1.8570	1524	20.00	2322576.00
15	2.0910	1658	20.00	2748964.00
16	2.2120	1857	20.00	3448449.00
17	2.2780	1954	20.00	3818116.00
18	2.5200	2100	20.00	4410000.00

Fuente: Elaborado por tesista en base encuestas 2017

En la Tabla 22, se muestra resultados de la producción de forrajes en función de la densidad de especies naturales y dosis de agua en los sistemas de bofedales de la cuenca en estudio. Las cuencas altoandinas de la cordillera oriental, incluyen a aquellos sistemas de bofedales y complejos de humedales que forman parte de los ecosistemas del páramo, jalca y puna, así como otros ecosistemas altoandinos y afines. En el marco de la estrategia, los humedales no son tratados como cuerpos de agua aislados, sino como complejos o sistemas, en consecuencia se incluyen sus microcuencas de captación de recursos hídricos en los sistemas de infraestructuras agrícolas. En ese sentido, la estrategia contempla las interrelaciones funcionales ecológicas, sociales, culturales y económicas (Arenas & Pinedo, 2013).

En el caso del río Huancané, estos conforman una unidad de paisaje bien diferenciada desde la morfología y vegetación, pero fundamentalmente están asociados por el funcionamiento hidrológico y ecológico. La función de regulación de los sistemas hidrológicos permite que la variabilidad de caudales en épocas de avenidas y estiajes

no se conviertan en exceso o déficit de agua , sino que permitan almacenar esta cantidad de agua y proveer en la época seca. Este es un servicio ambiental de uso indirecto ya que provee el beneficio indirecto de regular caudales, y almacenar agua y covertirla en provision en la época seca (Stolk. et al., 2006).

Tabla 23

Estadísticas de la regresión lineal múltiple de bofedales en la cuenca Huancané 2017.

Detalle	Estadístico
Coefficiente de correlación múltiple “r”	0.8699
Coefficiente de determinación R ²	75.67%
R ² ajustado	70.45%
Error típico	0.2577
Observaciones	18.0000

En la Tabla 23, se tiene estadísticas de la regresión lineal múltiple de bofedales de la cuenca del rio Huancane, en donde indica que el coeficiente de correlación $r = 0.8699$ es muy bueno entre las variables de produccion de pastos naturales y las variables independientes como es el caso de dosis de riego y la densidad de especies forrajeras nativas de los bofedales, ratificado con el coeficiente de determinaciones de 75.67%, es decir el grado de asociación entre estos variables es muy buena, y la desviación estándar es baja, la cual indica la confiabilidad de estos datos.

Tabla 24

Análisis de variancia de la regresión múltiple para bofedales de la cuenca Huancané.

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Regresión	3	2.8906	0.9635	14.51	0.00014
Residuos	14	0.9296	0.0664		
Total	17	3.8201			

En la Tabla 24, se tiene los resultados del análisis de variancia de la regresión cuadrática múltiple para algunos bofedales de la cuenca del rio Huancané, los reportes de éste análisis indica que existe alta significancia estadística a la probabilidad de $P \leq 0.01$, esto implica que la aplicación del modelo de regresión cuadrática está perfectamente utilizada para el presente trabajo de investigación.

Tabla 25

Resultados de los coeficientes del modelo de regresión múltiple del sistema de pastos naturales de la cuenca Huancané.

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-0.92225400159376	5.1066000	-0.18	0.8593
Variable X 1	0.00063173462797	0.0058000	0.11	0.9151
Variable X 2	0.045566666666667	0.0148000	3.06	0.0084
Variable X 3	0.00000026237991	0.0000016	0.16	0.8749

La Tabla 25, muestra los resultados de los coeficientes del modelo de regresión cuadrática múltiple del sistema de pastos naturales de la cuenca del río Huancané, de acuerdo al estadístico $t = 3.06$ y cuya probabilidad es $P = 0.0084$, respecto a $P \leq 0.01$ indica que existe alta significancia estadística respecto a la densidad de especies forrajeras de las pasturas naturales por unidad de metro cuadrado.

Para la variable de dosis de riego al análisis estadístico no existe diferencia estadística conforme lo ratifica el estadístico $t = 0.11$ cuya probabilidad es $P = 0.9151$, respecto al caso último $P \leq 0.01$, son superiores a este valor.

Tabla 26

Valor del agua en función de sus dosis y precio de materia seca de pastos naturales en el sistema de bofedales en la cuenca Huancané.

	Valor del agua					
Agua (m ³ /ha)	1477	1524	1658	1857	1954	2100
Rend. Marginal precio/ton	0.00141	0.00143	0.00150	0.00161	0.00166	0.00173
1000	1.4068	1.4315	1.5018	1.6062	1.6571	1.7337
1500	2.1102	2.1472	2.2527	2.4093	2.4857	2.6006
2000	2.8136	2.8629	3.0036	3.2124	3.3142	3.4675
2500	3.5170	3.5787	3.7545	4.0155	4.1428	4.3343

En la Tabla 26, se muestra la valoración del agua de riego partiendo de la función de producción de los pastos naturales en el sistema de bofedales de la cuenca del río Huancané, considerando como variables dependientes la producción de materia seca

de pastos naturales, y como variables independientes la dosis de agua de riego, y la densidad de especies forrajeros por unidad de metro cuadrado, utilizando la función de la forma cuadrática:

$$q = \alpha + \beta_1 A + \beta_2 D + \beta_3 A^2 + \varepsilon$$

Dónde: q = producción de pastos naturales, toneladas por hectaria; A = dosis de agua de riego, en metros cúbicos por hectárea; y D = densidad de especies forrajeros por metro cuadrado. Para calcular el valor de agua para el año en estudio, se deriva parcialmente la función cuadrática respecto a la dosis de agua, lo que equivale a igualar el costo marginal al ingreso marginal. Es decir, partiendo de: $I = p \cdot q$

I = Ingreso; p = precio de la cosecha de pastos naturales; y q = cantidad (producción de la cosecha): $I = p \cdot (-0.922254 + 0.0006317346A + 0.04566666D + 00000026237991A^2)$

El beneficio máximo se obtiene cuando se cumple la condición de que el beneficio marginal es igual al costo marginal, por lo tanto, el ingreso marginal con respecto al agua será:

$$\frac{dI}{dA} = p \cdot \frac{dq}{dA} = P * (0.0006317346A + 2 * 00000026237991A)$$

Como se observa, el valor de agua (DAP) para el poblador alpaquero disminuye a medida que aumenta el volumen de agua empleada, ya que disminuye la productividad marginal. Así mismo, aumenta con el precio, debido a que este índice se relaciona directamente con el ingreso marginal. La valoración del agua de riego en sistema de bofedales es a partir de la productividad media, para este caso realiza tomando en cuenta el desconocimiento que se tiene de las funciones de producción de los cultivos y el precio de la cosecha de pastos naturales, se puede asumir el valor del agua a partir de la productividad media. En este caso, el valor del agua, V_1 viene de multiplicar el precio de la cosecha (p), por el incremento en producción ($q_0 - q_1$) dividido todo por el agua aportada, A_0 , para alcanzar la máxima producción técnica, q_0 . Entonces: $V_1 = \frac{(q_0 - q_1) * p}{A_0}$. Para el presente estudio se han encontrado valores, como el máximo técnico $1203.85 \text{ m}^3/\text{há}$, $q_0 = 0.6742$, y $q_1 = -1.2271$ y asumiendo mil nuevos soles (S/.1000.00) el precio de materia seca de forraje de pasto natural producido se obtiene el valor $V_1 = 0.2532$ nuevos soles por metro cúbico (De Mastro, 1990).

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos permitieron conocer las opiniones de los habitantes de la cuenca en estudio, con diferentes características socioeconómicas. Así mismo presentan un alto grado de interés por el medio ambiente y por los recursos naturales que los rodea y asignan una gran importancia a los recursos hidrológicos sobre todo por la principal fuente de captación del agua, considerándola valiosa y necesaria para satisfacer sus necesidades básicas. Este trabajo permitió reflexionar sobre otras opciones para incrementar el abastecimiento de agua ya que no solo se puede pensar en proyectos costosos con alto impacto ecológico, sino también en atender los servicios ecosistémicos hidrológicos a través de proyectos para el manejo adecuado de cuencas y acuíferos. Se realizó estudio comparativo, con otros trabajos a través del método de valoración contingente, fue difícil, ya que son escasas las variables que son comunes en los trabajos realizados. Por lo tanto es necesario, incrementar el número de trabajos de esta naturaleza, como así también su calidad y variedad de la información, que permitan llevar a cabo estudios futuros propuestos con éxito.
- Las respuestas de responder SI que están dispuestos a pagar son 67.1%, y las personas que han respondido en forma negativa son 32.9%, y los precios hipotéticos que están dispuestos a pagar S/.5.00 son un 29.20%, y las personas que podrían pagar S/.20.00 fueron 21.90% , el mayor porcentaje ingreso familiar los han tenido menores de S/.1000.00 en un 61.80% ; para los modelos econométricos de Logit y probit, han resultado altamente significativos para el modelo de Logit para las variables de precio hipotético (-0.488854) e ingreso familiar (1.82942), cada uno con sus signos negativo y positivo respectivamente, y para los demás variables los resultados han demostrado no significativos; la disposición a pagar para el modelo de Logit se obtuvo S/. 4.2364 haciendo un valor agregado de S/.13556.48 y convertido en dólares americanos alcanza \$. 4108.02, y de igual manera para el modelo Probit S/. 4.1722 y hace un total de S/.13351.04 y convertido en dólares americanos hace un total de \$. 4045.77, estas cantidades son expresadas mensualmente, las cuales serían utilizadas para la implementación de planes integrales de la gestión de los recursos hídricos en la cuenca en estudio.
- Los coeficientes de correlacion $r = 0.95$ % y el coeficiente de determinación $r^2 = 90.46\%$ son valores bastante buenos para establecer las tarifas (soles/m³) y el análisis



de varianza de regresión fue altamente significativo $F_c = 63.22\%$ y los valores referenciales obtenidos fueron para el cultivo de papa S/. 0.9420 soles/m³ y para pastos naturales S/. 0.2532/m³, haciendo un promedio de S/.0.60 soles/m³.



RECOMENDACIONES

- Profundizar el estudio de la actividad agrícola y ambiental, entre otros en lo que se refiere a los ingresos y costos de la actividad a futuro y en especial los posibles efectos negativos del desarrollo de ésta actividad sobre el ecosistema de la cuenca como consecuencia de un incremento acelerado de la erosión de los suelos y la contaminación del agua de la cuenca en estudio.
- Implementar políticas del sistema de manejo integrado de recursos hídricos a nivel de la cuenca; concientizando previamente a la población usuaria sobre la problemática ambiental de los recursos naturales como es el agua, suelo, manejo de pasturas y cultivos en general.
- Realizar estudios utilizando más de dos metodologías de valoración ambiental para las principales cuencas del altiplano de Puno.

BIBLIOGRAFÍA

- Autoridad Nacional del Agua – ANA. (2010). *Inventario de fuentes de aguas superficiales de las cuencas Huancané y Suches, Ministerio de Agricultura Autoridad Nacional del Agua*. Lima Perú. 133 p.
- https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/inventario_fuentes_hídricas_superficiales_-_cuencas_huancane_y_suches_0.pdf
- Ander, E. (1991). *El desafío ecológico. Editorial Universidad Estatal a Distancia UNED. San Jose*. Costa Rica. 11 p.
- Ardila, S. (1993). *Guía para la utilización de modelos econométricos en aplicaciones del Método de Valoración Contingente*. Washington D.C. Estados Unidos: BID.
- 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. Lima Perú.
- Azqueta, D. (1996). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Madrid: McGraw-Hill. 299 p.
- Azqueta, D. (2007). *Introducción a la economía ambiental*. McGraw-Hill Interamericana S.L. España.
- Azqueta, D. A. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. McGraw-Hill. España.
- 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.
- Barrantes, G., & Vega, M. (2002). *La aplicación al caso de la cuenca del Río Tempisque: Evaluación del servicio ambiental hídrico en la cuenca del río tempisque y su aplicación al ajuste de tarifas*. Preparado para ASOTEMPISQUE y financiado por Fondo Canje Deuda Costa Rica Canadá, PPD/PNUD y CRUSA.
- Baytelman, Y. (1997). *Valoración Contingente: Ventajas Metodológicas en la Estimación Directa de la Demanda por un Bien Ambiental*. Tesis

- Magister en Economía del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas Universidad de Chile. Santiago.
- Bishop, R. C., y Thomas, A. (1997). *Hypothetical bias in Contingent Valuation; results from a simulated market Natural*. Resources Journal vol. 23, 619-633 pp.
- Brunett, E., Baro, J. E., Cadena, E., & Estrella, M. V. (2010). *Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos: caso de estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca*, CIENCIA ergo sum, Vol. 17-3, noviembre 2010-febrero 2011. Autónoma del Estado de México. 286-294 pp.
- <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10415212007>
- Bushbacher, R. (1990). *Natural forest management in Humid Tropics ecological, social and economic*. Considerations. AMBIO, Vol. 19.
- Carson, R., Flores, N., & Mitchell, R. (2005). *Determining the economic value of Water. Concepts and methods*. "Resources for the Future" (RFF), 4-16 pp. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-642-23430-9_54
- Castro, E., & Ruben, R. (1998). *Políticas Agrarias para el Uso Sostenible de la Tierra y la Seguridad Alimentaria*. UpNA-CINPE/WAU-DLV. Costa Rica, 174 p.
- Costanza, R., Ralph, D., Rudolf de Groot, S., Stephen, F., Monica, G., Bruce, H., & Morjan, B. (1998). *The Value of The Worlds Ecosystem Services and Natural Capital*. En Ecological Economics. 25 p.
- CCT-CINTERPEDS. (1995). *Valoración Económico Ecológica del Agua: Primera Aproximación para la Interiorización de Costos*. San José. Costa Rica.
- Célleri, R. (2009). *Estado del Conocimiento Técnico sobre los Servicios Ambientales Hidrológicos Generados en los Andes. Servicios Ambientales para la Conservación de los Recursos Hídricos: Lecciones desde los Andes. Síntesis Regional*. CONDESAN. Lima Perú.
- Cerda, J. (2003). *Beneficios de la Recreación al Interior de la Reserva Nacional Lago Peñuelas*. Tesis para Optar el Grado de Magister en Gestion y planificación Ambiental. universidad de Chile. departamento de Post Grado. Santiago de Chile.



- Costanza, R., Ralph , D., Rudolf de Groot, S., Mónica, G., Bruce, H., & Marjan, B. (1998). *The value of the World's Ecosystem Services And Natural Capital*. En Ecological Economics, Vol. No.01. 25 p.
- Crispin C. M. (2015). *Valoración Económica Ambiental de los Bofedales del Distrito de Pilpichaca, Huancavelica*. Tesis Magister Scientiae en Ciencias Ambientales Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.
- Cruz, F. A., Vasquez, G.R., Ramirez, H., Nava, S., Troyo, D., Rivera, R., & Vega, M., (1997). *Precipitación y recarga en la cuenca de la Paz, BCS*. Universidad y Ciencia. Bolivia. 27 (3): 251-263 pp.
- Daltabuit, M., Vargas, L. M., Santillan, E., & Cisnero, H. (1994). *Mujer rural y medio ambiente en la selva la Candona*. CRIM.Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima Perú.
- De Mastro, G. (1990). *Risultati delle prove irrigue in Puglia*. Rev. Agricultura Ricerca N° 143.
- Diamond, P. A. y Hausuman, J. A. (1994). *Contingent Valuation: is some number better than no number*. Journald of economic perspectives, vol. 8, No 4. 45-84 pp.
- Ellis, F. (1992). *Agricultural Policies in Developing Countries*. Cambridge University Press.
- Fankhauser, S., & Tepic, S. (2005). *Can Poor Consumers Pay For Energy And Water An Affordability Analysis For Transition Countries*. Documento de Trabajo del BERD. N° 92.
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO*, 56 Estudio de Riego y Drenaje. Roma Italia.
- FAO. (2008). *El Año Internacional de la Papa. Secretaría del Año Internacional de la Papa*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 36 p.
- Field, B., & Field, M. (2003). *Economía Ambiental 3ª ed.*, McGraw. Hill. España.

- Flores, E. R., Tacuna , R.E., y Celso, V. (2014). *Marco conceptual y metodológico para estimar el estudio de salud de los bofedales y utilización de pastizales*. 1-16 pp.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2604>
- Flores, E . (2006). *Valorización Económica de las Islas de La Reserv Ea Nacional del Titicaca, Aplicando el Método del Costo De Viaje*. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima Perú.
- Freeman, A. (1993). *The Measurement of Environmental and Resource for the Future*. Washington. 516 p.
- García, J. & Willems, B. (2015). *Metodología para el Estudio de Bofedales en Cabeceras de Cuenca Usando Datos Imágenes de los Sensores TM, OLI a bordo de los Satélites Landsat - Caso Estudio: Bofedal Chunal, Cuenca Alta del río Chillón. :Avances. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensori*. INPE. Recuperado de <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1122.pdf>, 1122.
- Gil, M. J. (2011). *Bofedal: Humedal Altoandino de Importancia para el Desarrollo de la Region Cusco del Mundo Andino*. Cusco Peru. 1- 10 pp.
- GWP, G. P. (2005). *Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una Gestión Integrada, Global Water Parthnership*. San Jose de Costa Rica. 95 p.
- Haab, T.C., y McConnell, K.E. (2003). *Valoracion de los Recursos Ambientales y Naturales: La Economia de la Valoracion no Comercial*. Cheltenham, Edward Elgar Publishers. Reino Unido. 32, 251- 270.
- Hanemann, W. M. (1984). *Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments With Discrete Responses*. American Journal of Agricultural Ecomics. 66, 322-341 pp.
- Herrador, D., y Dimas, L. (2001). *Valoracion Economica del Agua para el Area Metropolitana de San Salvador*. Fundacion Prisma. San Salvador.
- Heuvel dop et. al. (1986). *Agroclimatología Tropical*. 1era. ed., Editorial UNED. San Jose, Costa Rica.

- Holahan, C. J. (2002). *Psicología ambiental. Un enfoque general*. Limusa, Noriega Editores.
- Holdridge, L. R. (1978). *El diagrama de las Zonas de Vida. En Ecología basada en Zonas de Vida*. IIC. 13-28 pp.
- Jimenez , J., Castelao, B. A., Gonzalez, N. A., & Sanchez , P. M. (2005). *The Role of MEN (Mitosis Exit Network) Proteins in The Cytokinesis of Saccharomyces Cerevisiae*. Int Microbiol. 33-42 pp.
- Krutilla, J. (1967), *Conservation Reconsidered*, American Economics Review. 777-786 pp.
- Lee, R. 1. (1980). *Forest Hidrology*. Columbia University Press. 66 p.
- Maddala C.S. (1997). *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. New York: Cambridge University Press.
- Martinez, M., & Dimas, L. (2007). *Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos:Subcuenca del Río Teculután Guatemala*. Programa de Comunicaciones WWF, Centroamérica. 53 p.
- MEA. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being Wetlands and Water Synthesis*. World Resources Institute DC, Washington.
- Medina, M. E. (2003). *Modelos de Elección Discreta : Interpretación Estructural de Los Modelos de Elección Discreta*. www.eva.medinaam.es.
- Mendieta, L. J. (2005). *Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables*. Universidad de los Andes. Facultad de Economía Segunda Edición. Bogotá Colombia. 294 p.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural*. 46 p.
- Molina, J. (1996). *Informe Final de Hidrología. Plan de Manejo del Parque Nacional Sajama*. La Paz,Bolivia.

- Oaxaca, J. (1997). *Estimación de la disposición a Pagar por Abasto de Agua para el Área Metropolitana de Monterrey*. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Economía División de Estudios Superiores Tesis de Economía. México.
- Olivares, A. (1988). *Experiencias de Investigaciones en Pradera Nativa en un Ecosistema Frágil. En: Primera Reunión Nacional en Praderas Nativas de Bolivia. Programa de Autodesarrollo Campesino*. Corporación Desarrollo de Oruro (PAC, CORDEOR) Oruro, Bolivia. 265 -291 pp.
- Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1995). *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. Colegio de Economistas, Celeste Ediciones. Madrid España.
- Panayotou, T., (1994). *Conservation of Biodiversity and Economic Development: The concept of Transferable Development Rights*. Environmental and Resource Economics 4:91-110 pp.
- Perez, O. (2008). *Valoración Económica de los Recursos Naturales y del Ambiente, Importancia y Limitaciones, Metodología y Técnicas, Estudios de Caso y aplicaciones*. SPDA. Lima Perú.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. (2003). *Proyectos Demostrativos en Bofedales en la Crianza de Alpacas*. La paz Bolivia- Puno Perú.
- Prieto. (2001). *Características y Distribución de Bofedales en el Ambito Boliviano en el sistema de TDPS*. TDPS. La Paz Bolivia.
- Tudela, W. (2012). *Valoración Económica de los beneficios Ambientales de la Reserva Nacional del Titicaca*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú.
- Reynolds, J. (1997). *Evaluación de los Recursos Hídricos Disponibilidad y Utilización. Proyecto de Cuentas Ambientales*. CINPE-UNA-CCT. Costa Rica. 183 p.
- Riera, P. (1994). *Manual de Valoración Contingente, de Instituto de Estudios Fiscales*. Madrid España. 112 p.
- Rodríguez, A. (1983). *Evolución Indirecta de los Recursos Hídricos de una Cuenca*. Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Departamento de Estudios Especiales (D.P.E). Madrid España.



- Ruiz, M. I. (2009). *Educación Ambiental y Participación: Un Programa Educativo Planificado por y para los Jóvenes de una Comunidad Indígena y Forestal Mexicana*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- Scherr, S., Neidecker-Gonzales, B., & Miranda, B. (1997). *Investigación sobre Políticas para el Desarrollo Sostenible en las Laderas Mesoamericanas*. IICA-LADERAS C.A.: IFPRI, CIMMYT. Holanda.
- SENAMHI. (2007). *Evaluación Hidrológica del lago Titicaca*. Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos. Lima Perú.
- Siguayro, P. R. (2008). *Evaluación Agrostológica y Capacidad Receptiva Estacional en Bofedales de Puna Seca y Húmeda del Altiplano de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano de Puno Tesis de Ingeniero Agrónomo. Puno Perú.
- Vásquez, F. C. (2007). *Valoración Económica del Ambiente. Fundamentos, Económicos, Econométricos y Aplicaciones*. Thomson Learning. Buenos Aires, Argentina.
- Wardford, J., Cruz, M., & Munasinghe, W. (1997). *The Greening of Economic Policy Reform. Volume II: Case Studies*. The World Bank. Environmental Department and Economic Development Institute.
- Young, R. (2005). *Determining The Economic Value of Water. Concepts And Methods*. Resources For The Future (RFF). Washington. 4-16 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Género de personas entrevistado de la cuenca de Huancané.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0 No varon	146	42,6	42,6	42,6
Válidos 1 si es varon	197	57,4	57,4	100,0
Total	343	100,0	100,0	

Anexo 2. Edad de personas entrevistado de la cuenca del rio Huancané.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1 < de 20 años	11	3,2	3,2	3,2
2 entre 21 a 30 años	125	36,4	36,4	39,7
Válidos 3 entre 31 a 40 años	105	30,6	30,6	70,3
4 entre 41 a 50 años	62	18,1	18,1	88,3
5 > de 51 años	40	11,7	11,7	100,0
Total	343	100,0	100,0	

Anexo 3. Nivel educativo de personas entrevistados de la cuenca de Huancané.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1 primaria completo	84	24,5	24,5	24,5
2 secundaria completa	132	38,5	38,5	63,0
Válidos 3 estudios superiores	107	31,2	31,2	94,2
4 posgrado	20	5,8	5,8	100,0
Total	343	100,0	100,0	

Anexo 4. Tamaño de familia de personas entrevistadas de la cuenca de Huancané.

Z	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1 una persona	59	17,2	17,2	17,2
2 personas	168	49,0	49,0	66,2
Válidos 3 personas	110	32,1	32,1	98,3
4 personas	6	1,7	1,7	100,0
Total	343	100,0	100,0	