



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO AMBIENTAL DE
LOS BOFEDALES EN LA MICROCUENCA AYRUMAS
CARUMAS - ACORA**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. JOEL KENYU YUCRA VELA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

La presente tesis la dedico e a Dios por acompañarme en los mejores momentos de mi vida y en los malos donde supo guiar mi camino hacia adelante. También agradecer eternamente a mi madre Norma Graciela por el gran esfuerzo que hizo en darme una profesión y un futuro mejor.

Con mucho cariño a mis abuelitos Juan y Eugenia que siempre me orientaron a seguir adelante en especial a mi abuelito Juan que hoy en día no está más con nosotros, a toda mi familia que también me apoyaron durante mi formación.

De la misma manera a mi pareja que siempre estuvo a mi lado, con su apoyo incondicional buscando la felicidad de ambos, muchas gracias.

Finalmente, a mis mascotas Simba y Bambú.

Joel Kenyu Yucra Vela



AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano el cual es nuestra alma mater y de manera muy especial a la Facultad de Ciencias Agrarias-Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. y los docentes de mi facultad por la gran enseñanza que supieron compartir durante mi formación profesional.

A mi director de tesis M. Sc. Manuel Alfredo Callohuanca Pariapaza y a los demás miembros del jurado evaluador M. Sc. Daniel Mamani Canaza, M. Sc. Dawes Ramos Alata, M. Sc. Abdon Charaja Villalta, por su apoyo para la realización del presente trabajo de tesis.

A mis amigos y amigas quienes siempre me apoyaron moralmente y profesionalmente, muchas gracias.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS..... 15

1.1.1. Objetivo general 15

1.1.2. Objetivos específicos..... 15

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO 16

2.1.1. Valoración Económica Ambiental 16

2.1.2. Utilidad de la Valoración Económica 18

2.1.3. Valoración Económica y precio 19

2.1.4. Valor Económico Total 20

2.1.5. Método de Valoración Económica 21

2.1.6. Método de valoración contingente (MVC) 22

2.1.7. Disposición a pagar (DAP) 23

2.1.8. Modelos de probabilidad no lineal 24



2.1.9. Modelos de elección discreta Logit y Probit.....	24
2.1.10. Las Percepciones Ambientales en la Valoración	26
2.1.11. Bofedales	27
2.1.12. Procesos Ecológicos en los Bofedales	28
2.1.13. Clases de Bofedales.....	30
2.1.14. Funciones Ecológicas de los bofedales	31
2.1.15. Servicios ecosistémicos que proveen los bofedales	31
2.1.16. Servicios ambientales	34
2.1.17. Pago por servicios ambientales	35
2.1.18. Bienes y servicios ambientales aportados por los ecosistemas	35
2.1.19. Oferta Hídrica De La Microcuenca	37
2.1.20. Ciclo Hidrológico.....	37
2.1.21. Precipitación.....	37
2.1.22. Evapotranspiración.....	38
2.1.23. Evapotranspiración potencial (ETP)	38
2.1.24. Métodos para el cálculo de Evapotranspiración.....	39
2.1.25. Factores que influyen en el ciclo hidrológico	39
2.1.26. Determinación de la oferta hídrica	40
2.1.27. Sistema de información geográfica (S.I.G.).....	41
2.1.28. Mapa de isoyetas e isotermas	42

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	44
3.1.1. Mapa de Ubicación.....	45
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	45



3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
3.4.1. Población de estudio.....	46
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	47
3.6. TÉCNICA O INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
3.6.1. Técnicas.....	48
3.6.2. Instrumentos	48
3.6.3. Método de valoración económica	50
3.6.4. Análisis de muestra y tratamiento	50
3.7. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS	50
3.8. DETERMINACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES.....	50
3.9. DETERMINACIÓN DE DAP EN FUNCIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS.....	52
3.9. 1 modelos probabilísticos del Logit y Probit	52
3.9.2. Especificación del Modelo Econométrico.....	54
3.10. DETERMINACIÓN DE OFERTA HÍDRICA CON EL USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.	55
3.10.1. Estaciones de interés	55
3.10.2. Estimación y Corrección de Datos para Precipitación y Temperatura.....	55
3.10.3. Mapa de Precipitación (Isoyeta).....	56
3.10.4. Estimación de la Precipitación Anual Desarrollado en Arcgis	57
3.10.5. Estimación de la Evapotranspiración Potencial	57
3.10.6. Estimación de las Temperaturas mediante en Arcgis.....	61
3.10.7. Estimación de la Radiación Solar Extraterrestre mediante en Arcgis.....	61



3.10.8. Estimación de la Radiación Solar Incidente Mediante en Arcgis	61
3.10.9. Estimación de la oferta hídrica.....	62

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS BOFEDALES	63
4.2. INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS EN LA DAP POR LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL BOFEDAL	67
4.3. ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA DE LAS PRECIPITACIONES QUE SE PRESENTAN EN LA MICROCUENCA AYRUMAS CARUMAS	74
V. CONCLUSIONES.....	78
VI. RECOMENDACIONES	79
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXOS.....	88

Área : Manejo y Conservación de Recursos Agua y Suelo.

Tema : Valoración de Recursos Naturales.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25 de agosto del 2022



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Alcances de la Valoración Económica Ambiental.....	17
Tabla 2. Sistema de operación de variables	47
Tabla 3. Radiación solar extraterrestre en mm/día (Allen et al., 1998)	60
Tabla 4. Modelo Logit precio hipotético a pagar de los servicios ambientales del bofedal.....	63
Tabla 5. La variable binaria de responder “SI” que está dispuesto a pagar	65
Tabla 6. Frecuencia relativa y acumulada de los precios hipotéticos a pagar	66
Tabla 7. Estadística descriptiva de las características socioeconómicas de los usuarios de bofedales del Centro Poblado de Ayrumas Carumas-Acora.....	67
Tabla 8. Estimación Logit de DAP sobre las características socioeconómicas	69
Tabla 9. Estimación PROBIT de DAP sobre las características socioeconómicas ...	70
Tabla 10. Efectos marginales Logit	71
Tabla 11. Resultado de la percepción ambiental.....	73
Tabla 12. Resultado de la percepción ambiental y cómo influye la educación	73
Tabla 13. Estimación de la oferta hídrica con el uso del sistema de información geográfica.....	77



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Valor económico total.....	20
Figura 2. Se ilustra de manera esquemática la clasificación de los principales métodos de valoración económica de los servicios ecosistémicos.....	22
Figura 3. Bofedales de Ayrumas Carumas.....	45
Figura 4. De entidad a punto	56
Figura 5. Mapa de Isoyetas - precipitación anual.....	75
Figura 6. Mapa de evapotranspiración potencial anual - Método Hargreaves	76



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DAA	Disposición mínima a pagar
DAP	Disposición a pagar
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs
EDA	Edad
EDU	Educación
GEN	Genero
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
ING	Ingreso Familiar
<i>KT</i>	<i>coeficiente</i>
MINAM	Ministerio de Medio Ambiente
MRSE	Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos
MVC	Método de Valoración Contingente
PAM	Percepción ambiental
PRECIO	Precio hipotético a pagar
PROB	Probabilidad de responder
<i>R0</i>	<i>Radiación solar extraterrestre</i>
Rs	Radiación Solar Incidente
SAB	Servicios Ambientales del Bosque
T min	temperatura diaria mínima
T max	temperatura diaria máxima
VE	Valores de Existencia
VET	Valor Económico Total
VL	Valores de legado



VNU	Valores No Uso
VU	Valores de Uso
VUD	Valores de Uso Directo
VUI	Valores de Uso Indirecto



RESUMEN

Los bofedales representan ecosistemas de pastizales naturales en zonas altas, juegan un rol importante en la producción de biomasa para el consumo de camélidos sudamericanos que es la principal actividad económica y contribuye en la regulación del ciclo hídrico. Por lo que el presente trabajo de investigación se realizó en los bofedales de la microcuenca de Ayrumas Carumas en el distrito de Acora Puno; con el objetivo de: a) determinar la valoración económica de los servicios ambientales de los bofedales en la microcuenca de Ayrumas Carumas, b) determinar las características socioeconómicas de los beneficiarios que inciden en la DAP por los servicios ambientales del bofedal y c) estimar la oferta hídrica. La valoración económica de los bienes y servicios ambientales, se determinó por el método de valoración contingente (MVC), que consiste en averiguar el estado socioeconómico y la (DAP) de la población beneficiada a través de preguntas directas y discretas, se aplicaron un total de 200 encuestas, las variables consideradas fueron: precio hipotético a pagar, percepción ambiental, ingreso, educación, género y edad. Para encontrar la relación entre variables de la (DAP) se utilizó dos modelos comúnmente usados que son el Logit y Probit el cual permitió predecir la probabilidad de encontrar respuestas positivas en la (DAP), de los cuales el 75 % usuarios estarían dispuestos a pagar y un 25 % que no están dispuestos al pago, finalmente se concluye que la disposición a pagar en promedio es de S/4.12 nuevos soles mensualmente por familia. Para el desarrollo de la oferta hídrica de las precipitaciones que se presentan en la microcuenca Ayrumas Carumas se recopiló datos de 22 años de precipitación; datos que se utilizaron en programa ArcGis para la estimación de las isoyetas, donde se ha, obteniendo una precipitación media anual de 807.8 mm y una mínima de 673.9.

Palabras clave: Bofedales, DAP, Logit, Probit, valoración,



ABSTRACT

The wetlands represent ecosystems of natural grasslands in high areas, they play an important role in the production of biomass for the consumption of South American camelids, which is the main economic activity and contributes to the regulation of the water cycle. Therefore, the present research work was carried out in the wetlands of the Ayrumas Carumas micro-basin in the Acora Puno district; with the objective of: a) determining the economic valuation of the environmental services of the wetlands in the Ayrumas Carumas micro-basin, b) determining the socioeconomic characteristics of the beneficiaries that affect the DAP for the environmental services of the wetlands and c) estimating the offer water The economic valuation of environmental goods and services was determined by the contingent valuation method (MVC), which consists of finding out the socioeconomic status and the (DAP) of the benefited population through direct and discreet questions, a total of Of 200 surveys, the variables considered were: hypothetical price to pay, environmental perception, income, education, gender and age. To find the relationship between variables of the (DAP), two commonly used models were used, which are the Logit and Probit, which allowed predicting the probability of finding positive responses in the (DAP), of which 75% users would be willing to pay. and 25% who are not willing to pay, finally it is concluded that the average willingness to pay is S/4.12 nuevos soles per month per family. For the development of the water supply of the rainfall that occurs in the Ayrumas Carumas micro-basin, data on 22 years of rainfall was collected; data that was used in the ArcGis program to estimate the isohyets, where ha, obtaining an average annual rainfall of 807.8 mm and a minimum of 673.9.

Keyword: Wetlands, assessment, DAP, logit, Probit.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Los bofedales del Perú, están amenazadas por la extracción intensiva de sus recursos naturales, debido al sobrepastoreo, la caza, ampliación de captación de agua potable para la minería en la zona, presencia de grandes herbívoros como los vacunos y equinos, utilización inadecuada del agua, y aumento de la población que genera la mayor presión sobre extensiones de tierra para otras actividades.

Sin embargo, los bofedales por sus características hidrológicas constituyen importantes medios para luchar contra el cambio climático, debido a que, más de la mitad del carbono acumulado en el planeta no está en los bosques, sino en ciertos humedales que cubren solo un 3% de la superficie terrestre, que proveen bienes y servicios ambientales que no pueden ser reemplazados por otros ecosistemas (Tapia & Flores, 1984). Sin embargo, los bofedales representan uno de los ecosistemas más vulnerables del mundo, ya que su localización y fragmentación dentro de una matriz ambiental seca, los hace extremadamente sensibles al cambio climático y alteraciones antropogénicas (Dangles *et al.*, 2014).

Asimismo, los bofedales son praderas nativas, constituidas por especies vegetales propias de ambientes húmedos, de carácter permanente o temporal por las temporadas de lluvia y periodos de sequías; esta vegetación constituye fuente de forraje durante periodos de sequía, generalmente se encuentran por encima de 4 000 msnm (Miranda, 1999). Por su estructura de suelo arcilloso, estos ecosistemas permiten el almacenamiento de agua durante todo el año y por lo tanto genera un hábitat de pastizales, características de la puna alta, de gran importancia para el pastoreo de altura (PNUD-ALT, 2001).



En la cordillera oriental la precipitación es mayor y la evaporación menor, por lo que, este tipo de humedal juega un rol importante en la regulación del ciclo hídrico, lo cual hace particulares a esta área, permitiendo generar una biomasa apta para el consumo del ganado, que constituye la principal actividad económica de la zona de estudio.

En tal sentido, es necesario realizar la valoración de los servicios que prestan estos ecosistemas naturales, cuyo pago por estos servicios, pueden contribuir a la remuneración y conservación de los servicios ambientales y obtener ingresos adicionales en el mercado de ecosistemas naturales. Así mismo, contribuir en los planes integrales de manejo y conservación de estas zonas agroclimáticas. En tal sentido se planteo los siguientes objetivos a trabajar en el presente estudio.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- Determinar la valoración económica de los servicios ambientales del ecosistema de bofedales y las características socioeconómicas de los pobladores de la microcuenca Ayrumas Carumas, Distrito de Acora.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la valoración económica de los servicios ambientales de los bofedales en la microcuenca de Ayrumas Carumas.
- Determinar las características socioeconómicas de los beneficiarios, que influyen en la disposición a pagar por los servicios ambientales del bofedal.
- Estimar la oferta hídrica de las precipitaciones que se presentan en la microcuenca Ayrumas Carumas.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Valoración Económica Ambiental

La valoración del medio ambiente toma importancia, desde que el hombre tiene interacción con los recursos naturales, desde el momento en que satisface sus necesidades y transforma su entorno para mejorar su nivel de bienestar (Soria, 2018).

En este contexto, la valoración económica ambiental permite asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales, independientemente si existen o no precios de mercado que ayuden a hacerlo. El valor económico de cualquier bien o servicio suele medirse teniendo en cuenta lo que estamos dispuestos a pagar por él menos lo que cuesta proveerlo, por lo que, lo único que expresa el valor de los bienes y servicios que aporta es nuestra disposición a pagar por ello (Ramsar, 1997).

La valoración puede servir para señalar los cambios en la dotación de recursos ambientales: su escasez relativa o absoluta; siendo la economía ciencia que administra los recursos escasos, por lo tanto, podrá proporcionar las herramientas adecuadas para tomar decisiones entre alternativas, para lo que se necesitará un indicador de importancia relativa. Y los valores comparativos de acciones alternativas proveen guías para las elecciones y decisiones. (Tomasi, 2007).

Los economistas han experimentado por muchos años la evaluación de recursos naturales, por lo cual existen valoraciones que no son de mercado. Por lo que,



últimamente, las valoraciones de bienes naturales son dependientes del punto de vista del evaluador, es decir, de si este 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 (Mendieta, 2005).

Mientras 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 (Azqueta, 1994).

Tabla 1. *Alcances de la Valoración Económica Ambiental*

Permite asignar valores monetarios a los bienes y servicios proporcionados por los recursos naturales, independiente de si existen o no precio de mercados que ayuden a hacerlo.	Estima los beneficios y costos asociados a los cambios en los ecosistemas que afectan el bienestar social.	Genera información para la toma de decisiones relacionadas con la evaluación social de proyectos o políticas públicas; en particular aquellas decisiones relacionadas con el aprovechamiento sostenible del ambiente y la conservación de los recursos naturales.
--	--	---

Fuente: MINAMBIENTE (2018)



2.1.2. Utilidad de la Valoración Económica

La información generada como resultado de la valoración económica puede ser utilizada en la toma de decisiones para fines diversos, entre ellos se tiene los siguientes (MINAM, 2016):

a) Aumentar la conciencia ambiental

La puesta en términos monetarios de los beneficios de los servicios ecosistémicos, a través de la valoración económica, contribuye a crear una mayor conciencia ambiental en la sociedad sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas para maximizar el bienestar de la sociedad actual y del futuro.

b) Análisis costo-beneficio

Los resultados de la valoración económica pueden ser incorporados al análisis costo-beneficio (ACB), con la finalidad de evaluar y seleccionar la mejor alternativa de política o proyecto que maximice el bienestar social.

c) Planificación y diseño de políticas

La valoración económica del patrimonio natural permite resaltar los beneficios económicos de su conservación y uso sostenible, o los costos que representa su pérdida y degradación; así, se constituye en una herramienta fundamental para el diseño de políticas ambientales y la integración de los servicios ecosistémicos en la planificación del desarrollo en el ámbito local, regional y nacional.



d) Regulación ambiental

La valoración económica puede aportar información para el diseño de instrumentos de regulación ambiental, como por ejemplo incentivos o desincentivos. Ellos podrían generar cambios de comportamiento en los agentes económicos, con el fin de alcanzar un nivel de calidad ambiental socialmente deseado.

e) Mecanismos de financiamiento

La valoración económica del patrimonio natural puede utilizarse para el diseño de mecanismos de financiamiento ambiental o incentivos económicos para la conservación de los ecosistemas y el patrimonio natural en general. Por ejemplo, Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE), Acuerdos por Conservación, Fondos de Agua, entre otros.

f) Contabilidad nacional

La valoración económica ayuda a conocer el valor monetario del flujo del patrimonio natural, el cual puede ser utilizado en la elaboración de las cuentas ambientales nacionales.

2.1.3. Valoración Económica y precio

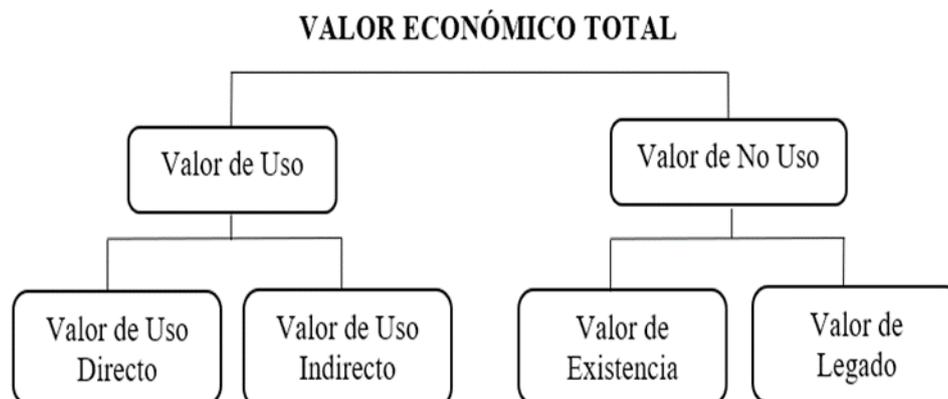
El valor económico, es un valor antropocéntrico, relativo e instrumental, establecido en unidades monetarias que se basa en las preferencias individuales de la persona. Así como el valor económico es el bienestar que se genera a partir de la interacción del sujeto (individuo o sociedad) y objeto (bien o servicio) en el contexto donde se realiza esta interrelación. El precio representa un acuerdo social que permite la transacción de los bienes y servicios; expresado en la cantidad de dinero que un

comprador da a un vendedor a cambio de un bien o un servicio; el precio se determina en el mercado, en el proceso de interacción entre la oferta y demanda (MINAM, 2016).

2.1.4. Valor Económico Total

El Valor Económico Total (VET) considera que cualquier bien o servicio ecosistémico puede estar compuesto por distintos valores, algunos de los cuales son tangibles y fácilmente medibles, mientras que otros son intangibles y difíciles de cuantificar (Vásquez *et al.*, 2007). El VET comprende los Valores de Uso (VU) y de No Uso (VNU). Los valores de uso comprenden a su vez los Valores de Uso Directo (VUD) y Uso Indirecto (VUI). Los valores de no uso comprende los Valores de Existencia (VE) y Legado (VL). Estos distintos valores que constituyen el valor de los ecosistemas se pueden aislar para su análisis y sumarse para la identificación del valor total (MINAM, 2016). Los componentes del se ilustran en la:

Figura 1. Valor económico total



Fuente: MINAM (2016).

El concepto de Valor Económico Total (VET) desde un punto de vista biológico es más amplio que la evaluación tradicional de costo/beneficios, ya que permite incluir



tanto los bienes y servicios tradicionales (tangibles) como las funciones del medio ambiente, además de los valores asociados al uso del recurso mismo (Rodríguez, 2011).

Rodríguez (2011) afirma que el valor económico total (VET), desde una perspectiva antropocéntrica está determinado por las preferencias individuales que son el factor fundamental que determina el valor, es decir, los recursos naturales y ambientales son considerados en términos económicos solo por su capacidad de satisfacer necesidades humanas.

Sin embargo, Martin *et al.* (2007) mencionan que las funciones existen independientemente de su uso, demanda, disfrute o valoración social, traduciéndose en servicios sólo cuando son usadas, de forma consciente o inconsciente, por la población.

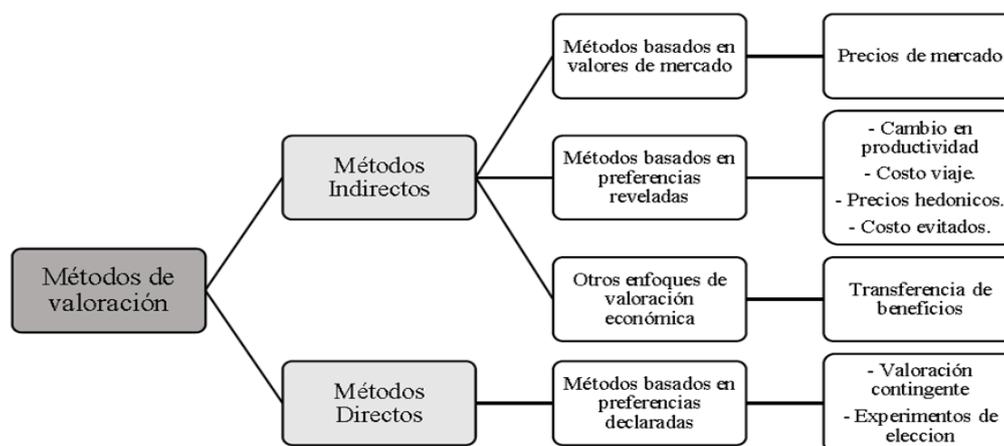
Los valores se dividen en directos e indirectos; los valores de uso directos se obtienen principalmente de bienes que se pueden extraer, consumir o disfrutar directamente (extractivos, consuntivos o estructurales). Los valores de uso indirecto son aquellos no extractivos, se obtiene principalmente de los servicios que genera el ambiente, es decir, de las funciones ecológicas reguladoras que dan protección la actividades económicas, de producción y de consumo, o a poblaciones, no obstante como esta contribución no se comercializa ni se remunera (y sólo se relaciona indirectamente con las actividades económicas) estos valores de uso indirecto son difíciles de cuantificar y no suelen estar presentes en las decisiones de manejo y gestión de un recurso (Barbier & Burgess, 1997).

2.1.5. Método de Valoración Económica

Según DEFRA (2007), la elección de la técnica de valoración dependerá del tipo de servicio ambiental a ser valorado, así como la cantidad y calidad de datos disponibles.

Sin embargo, MINAM (2016) considera que la elección del método de valoración depende generalmente del objetivo de la valoración, la información disponible, el bien o servicio ecosistémico, el tipo de valor económico, los recursos financieros, el tiempo, entre otros. Algunos métodos de valoración pueden ser más adecuados para calcular los valores de los servicios ecosistémicos que otros, por lo tanto, la valoración será una herramienta clave para la buena formulación de políticas y tomas de decisiones que involucren el medio ambiente y así poder medir y expresar en una unidad común, las pérdidas y ganancias económicas que representan para la sociedad la protección, restauración, recuperación y conservación, o por el contrario los costos por deterioro o destrucción de los recursos naturales y ambientales.

Figura 2. Se ilustra de manera esquemática la clasificación de los principales métodos de valoración económica de los servicios ecosistémicos.



Fuente: Mamani (2017); MINAM (2026).

2.1.6. Método de valoración contingente (MVC)

El método de valoración contingente estima los cambios en el bienestar de los individuos, producto de cambios hipotéticos (contingentes) en un recurso natural o servicio ecosistémico, por medio de la utilización de preguntas directas sobre su



disponibilidad a pagar por evitar un cambio que las beneficie, o su disponibilidad a aceptar un cambio que las perjudique. (MINAMBIENTE, 2018).

Según MINAM (2016) el método de construcción de mercados hipotéticos busca averiguar el valor que asignan los individuos a un bien o servicio ecosistémico a partir de la respuesta a preguntas de máxima disponibilidad a pagar (DAP) por conseguir un bien o servicio ecosistémico proveído por los ecosistemas, o alternativamente la mínima disposición a aceptar (DAA) en compensación por una disminución de dicho bien o servicio ecosistémico, las cuales tendrán un mecanismos como pregunta abierta o rangos de valores, entre otros.

En año 1979 fue introducido por Bishop & Heberlein (1979) la variante del método contingente llamado referéndum 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.

2.1.7. Disposición a pagar (DAP)

La disposición de pagar (DAP) es la cantidad máxima que pagaría la ciudadanía para contribuir con el saneamiento y restauración ambiental (Ayala & Abarca, 2014).

Es la cierta cantidad que el hogar estará dispuesto a pagar por los servicios ambientales. Este es el valor que estamos dispuestos a pagar. La disposición a pagar con



un significado teórico en la teoría del consumidor, que se define como la cantidad de ingresos que una persona está dispuesta a ceder para obtener cierto servicio (Fankhauser & Tepic, 2005).

Está ligada a la discusión de los fundamentos de medición, es decir es la diferencia entre medir la cantidad máxima de dinero que una persona estaría dispuesta a pagar para consumir una determinada cantidad de un bien y la mínima cantidad de dinero que estaría dispuesta a aceptar en compensación por dejar de consumir tal bien.

2.1.8. Modelos de probabilidad no lineal

Los modelos probabilísticos lineales plantean una serie de problemas que han llevado a la búsqueda de otros modelos alternativos que permitan estimaciones más fiables de las variables dicotómicas. Para evitar que la variable endógena estimada pueda encontrarse fuera del rango (0, 1), las alternativas disponibles son utilizar modelos de probabilidad no lineales, donde la función de especificación utilizada garantice un resultado en la estimación comprendido en el rango 0 a 1. Las funciones de distribución cumplen este requisito, ya que son funciones continuas que toman valores comprendidos entre 0 y 1. (Medina, 2003).

2.1.9. Modelos de elección discreta Logit y Probit

Medina (2003), afirma 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. En el caso del modelo Logit, la función utilizada es la logística, por lo que la especificación de este tipo de modelos queda como sigue:

$$y_i = \frac{1}{1 + e^{-a - \beta_k x_{ki}}} + \varepsilon_i = \frac{e^{a + \beta_k x_{ki}}}{1 + e^{a + \beta_k x_{ki}}} + \varepsilon_i$$

La expresión puede utilizarse para relacionar la probabilidad $p(x)$ de que Y_i tome el valor 1 con el valor x de la variable X , que al tomar el logaritmo de la razón de sus probabilidades, se tiene:

$$Y_i = \ln = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k \text{ a este se llama modelo logit}$$

Dado el supuesto de normalidad, la probabilidad de que \ln , puede ser calculada a partir de la función de densidad acumulada normal estándar. Para modelo probabilístico la función de distribución normal tipificada, quedando especificado como modelo Probit a través de la siguiente función de densidad normal estándar:

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

Donde la variable “s” es una variable normal estandarizada de integración con media cero y varianza uno.

Dada la semejanza 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; la menor complejidad de manejo que caracteriza al modelo Logit es lo que ha potenciado su aplicación en los estudios empíricos.



Al igual que el modelo de probabilidad lineal (MPL), el Modelo Logit se puede interpretar en términos probabilísticos, es decir, se usa para medir la probabilidad de que ocurra el evento estudiado ($Y_i=1$). En cuanto a la interpretación de los parámetros estimados en un modelo Logit, el signo indica la dirección en que se mueve la probabilidad cuando aumenta la variable explicativa correspondiente. 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).

2.1.10. Las Percepciones Ambientales en la Valoración

La conciencia y el conocimiento de las personas sobre la biodiversidad y el medio ambiente en general determinan cómo se gestionan y conservan estos recursos. Por eso es importante conocerlos, comprenderlos y apreciarlos (Ruiz, 2009).

El proceso de consecución de la conciencia ambiental implica la experiencia directa a través de los sentidos, así como la información indirecta obtenida de otros, medios de comunicación, medios científicos, etc., la percepción del entorno, y el entorno está mediada por las características individuales de nuestros valores actitud y personalidad; pero también afectado por factores económicos y sociales (Daltabuit *et al.*, 1994).

La percepción ambiental implica un proceso de percepción del entorno físico inmediato a través de los sentidos. El conocimiento ambiental incluye almacenar, organizar y reconstruir imágenes de características ambientales que actualmente no son visibles. Las actitudes hacia el entorno son sentimientos favorables o desfavorables que las personas tienen hacia las características del entorno físico (Holahan, 2002).



2.1.11. Bofedales

El bofedal es un ecosistema andino herbáceo hidromórfico e hidrófilo, que se encuentra en los Andes sobre suelos planos, en depresiones o ligeramente inclinados, permanentemente saturados de agua corriente; los suelos orgánicos (turba) pueden ser profundos; su vegetación es densa y compacta siempre verde, de porte almohadillado o en cojín; la fisonomía de la vegetación corresponde a herbazales de 0.1 a 0.5 metros (MINAM, 2019).

Según Miranda (1999) los bofedales son praderas nativas, constituidas por especies vegetales propias de ambientes húmedos, de carácter permanente o temporal por las temporadas de lluvia y periodos de sequías; esta vegetación constituye fuente de forraje durante periodos de sequía, generalmente se encuentran por encima de 4 000 msnm; dominando en su estructura vegetativa con especies de porte almohadillado.

Las especies predominantes en los bofedales altoandinos son: *Alchemilla pinnata* (sillu-sillu), *Alchemilla diplophylla*, (libro-libro) *Lilaoepsis andina*, *Calamagrostis eminens*, *Hypochoeris stenocephala* (sik'i), *Calamagrostis curvula* (pork'e), *Distichia muscoides* (kachu paco), *Hypochoeris taraxacoides* (sik'i), *Plantago tubulosa* (sik'i), *Eleocharis albibracteata* (quemillo), *Festuca dolichophylla*. (chillihua), *Werneria pygmaea*, etc. Los bofedales son pastizales de mayor rendimiento forrajero en beneficio a los rebaños de camélidos sudamericanos (Gil, 2011).

Vargas (1992) indica que uno de los recursos importantes de la zona alto andina son los bofedales, que se desarrollan en zonas de permanente humedad por la disponibilidad de manantiales o aguas de deshielo y hay una amplia variedad de especies importantes para pastar allí, especialmente en la estación seca, las especies vegetales de los bofedales son suculentas y preferidas por los camélidos, especialmente por la alpaca



debido a su alta palatabilidad. Estas características sugieren que el bofedal es un sitio o una comunidad vegetal de alto potencial forrajero, considerando los mismos índices de evaluación referidos para pastizales en seco, la condición de los bofedales va de bueno a regular, con grado de erosión leve (menos de 5%).

Tapia (1984) menciona que los bofedales son pantanos artificiales, que tienen la cualidad de mantener un nivel constante de agua, además, facilita el crecimiento de los pastos propios de ambientes húmedos. La ventaja de los bofedales; cuando son cuidados y mantenidos convenientemente son permanentes e indestructibles, por ejemplo, los pobladores de la comunidad de Chichillapi consideran que su gran bofedal lo hicieron los abuelos, lo que quiere decir, que es de origen pre-hispánico.

Según García & Willems (2015) citado por Ccamapaza (2018), las zonas de bofedales, son considerandos ecosistemas frágiles las cuales albergan comunidades agrícolas andinas y se ven afectados por el cambio climático debido a la alta frecuencia e intensidad de 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.

2.1.12. Procesos Ecológicos en los Bofedales

La vegetación es una de las propiedades más estudiadas de los bofedales, pero son las condiciones hidrológicas (pH, nutrientes, ciclos hidrológicos) las que determinan la función y características de los bofedales, el agua y todos los humedales. (Fennesy *et al.*, 2007). Las condiciones del suelo (densidad aparente y profundidad de la turba) son las más estrechamente relacionadas con la prestación de importantes servicios de los



ecosistemas, como el almacenamiento de carbono y agua. Cuanto menor sea la densidad aparente y más profunda sea la turba, mayor será la capacidad de almacenamiento del bofedal.

Algunos estudios muestran que el tipo de roca madre que rodea el área de bofedal, es la que influye en mayor medida en la calidad del agua (Cooper *et al.*, 2010). Asimismo, se ha encontrado que la mayoría de bofedales son alimentados por alguna fuente subterránea de agua, además de la precipitación; y dependiendo de su posición en la cuenca, recibirá un mayor aporte de agua, o será más estacional (Cooper *et al.*, 2010; Cooper *et al.*, 2015).

Según Urbina & Benavides (2014) mencionado por MINAM (2019), la composición química y calidad del agua, así como el nivel de humedad del sistema (usando el hidroperiodo como indicador) estarían influyendo en la composición vegetal de un bofedal.

De acuerdo con Biancalani & Avagyan (2014) mencionado por MINAM (2019) afirman que el proceso de acumulación de turba ocurre cuando la velocidad con que se aporta material orgánico (vegetal) muerto al suelo, es mayor a la velocidad de descomposición y mineralización de este material vegetal. Si la capa freática está cerca de la superficie, saturando el suelo, se hace más lento el proceso de descomposición porque se reduce la disponibilidad de oxígeno en el suelo, y se favorece la descomposición anaeróbica.

Los cambios en la composición de las plantas a menudo están relacionados con cambios en las condiciones del suelo y el agua; en los bofedales conservados, se han identificado varias especies que pueden ser abundantes, que es poco común encontrar en los bofedales degradados. Por ejemplo, *Aciachne pulvinata* es una especie utilizada como



indicador de sobrepastoreo en pastizales y por lo común crece en suelos húmedos, pero no saturados de agua (Tapia & Flores, 1984).

2.1.13. Clases de Bofedales

Existen diferentes criterios de clasificación de los bofedales, algunos toman como criterio de clasificación el piso altitudinal, otros la ubicación, las condiciones climáticas, el almacenamiento del recurso hídrico entre otros. A continuación, se resumen algunas clasificaciones sobre los bofedales:

Según la ubicación altitudinal, calidad, cantidad y permanencia del agua que los riega, los bofedales se clasifican en: Altoandino semihúmedo, Altiplano semihúmedo, Altiplano semiárido y Altoandino semiárido y árido (Alzérreca, 2001). Por su parte, Gil (2011) considerando solo la ubicación altitudinal en 4 000 y 4 500 msnm, considera que los bofedales son de tipos: bofedales estacionales, bofedales siempre húmedos y bofedales con riego artificial.

De acuerdo a Pacheco (1998), existen 3 tipos de bofedales según condiciones hídricas: bofedal con agua permanente, que son altamente productivo y de rápida recuperación; bofedal temporal, que se seca temporalmente; y bofedal tipo halófilo, con agua salada temporal.

Flórez & Malpartida (1987) considerando su origen y provisión de agua, clasifica a los bofedales en: (1) bofedales naturales, producidos por los deshielos o corrientes de agua, dando la impresión que no son tan extensos como los artificiales; y (2) bofedales artificiales, que cuentan con riego permanente en grandes extensiones para lo cual se construyen canales que derivan las aguas de los ríos.



2.1.14. Funciones Ecológicas de los bofedales

Estos humedales alto andinos cumplen funciones ecológicas fundamentales, como reguladores del ciclo hidrológico 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, plantas medicinales, desarrollo del ecoturismo para observadores de aves asociados a lagos, lagunas, pantanos y turberas, las cuales son ecosistemas de enorme importancia para la población rural (Barrantes & Vega, 2001).

En medio de las funcionalidades ecológicas que prestan los humedales está la recarga de acuíferos, una vez que 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 (Barrantes & Vega, 2001).

2.1.15. Servicios ecosistémicos que proveen los bofedales

Los beneficios económicos que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas, estos incluyen servicios de aprovisionamiento, como alimentos y agua; servicios de regulación como el control de inundaciones; servicios culturales tales como beneficios espirituales, recreativos y culturales; y servicios de apoyo, tales como el ciclo



de nutrientes, que mantienen las condiciones para la vida en la tierra. (Millennium Ecosystem Assessment, 2003)

A continuación, se presenta un resumen elaborado por Flores *et al.* (2014) y Page & Baird (2016) de los servicios que proveen los bofedales, y en especial las turberas altoandinas:

a) Servicios de provisión

- Forraje para el ganado: Tradicionalmente los bofedales han sido usados para alimentar a alpacas, pero desde la introducción del ganado vacuno, ovino y equino, a diferentes zonas de los bofedales son aprovechados también por estos animales.
- Turba: Como abono para viveros de diferentes partes del país y como una medida de subsistencia, en áreas en que no hay otras fuentes de combustible para la población local.
- Plantas medicinales: Hay especies que crecen en los ambientes más húmedos, que son usados como medicina natural.
- Agua: En las partes bajas de la cuenca, es uno de los servicios más valorados, pero menos investigados.

b) Servicios de regulación

- Almacén de carbono: La turba, o suelo orgánico presente en los bofedales, son la principal forma de almacenamiento y fijación de carbono.
- Protección de procesos de erosión de la turba y el suelo: El principal factor de erosión es el agua. Mantener una buena proporción de cubierta vegetal permite que por fricción la velocidad del agua vaya disminuyendo al moverse dentro del bofedal.



- Purificación del agua: Se ha visto que los bofedales pueden mejorar la calidad del agua, reduciendo el contenido de metales.
 - Almacén de agua: La turba funciona como una esponja que permite retener con más fuerza el agua almacenada en su interior, lo que también permite reducir la velocidad en el movimiento del agua al interior del bofedal.
 - Regulación hídrica: Si la turba actúa como una esponja entonces no se liberará agua en la época de estiaje, sino solo durante las lluvias (el excedente que no puede ser almacenado en el bofedal).
 - Regulación del clima local: Se relaciona con la cantidad de agua que se almacena en un bofedal, y el alto calor específico que tiene el agua como compuesto químico. Esto permite que alrededor de un bofedal con mucha agua, como alrededor de una laguna, se amortigüen las temperaturas extremas.
 - Regulación climática global: Naturalmente, existe un balance entre el carbono que las plantas capturan por fotosíntesis y que fijan como turba, con el carbono que es liberado como metano, que no conocemos. Se sabe que cuando los bofedales se degradan, liberan el carbono que estaba fijado en la turba, y esto siempre implica una contribución extra de gases de efecto invernadero, que aceleran el cambio climático.
- c) Servicios de soporte**
- Refugio de fauna silvestre y de biodiversidad: Los bofedales poseen condiciones únicas dentro del paisaje andino, que permite el mantenimiento de muchas especies vegetales adaptadas a estas condiciones.
 - Formación de turba: Es uno de los procesos centrales de mantenimiento de un bofedal, y depende en gran medida del hidroperiodo.



- Mantenimiento del ciclo de nutrientes: El ciclo que mejor se conoce es el de carbono.

d) Servicios culturales

Cuando los bofedales están bien conservados son valorados por:

- Tener belleza escénica y paisajística
- Ser áreas de recreación y turismo.

2.1.16. Servicios ambientales

Los Servicios Ambientales del Bosque (SAB) son los beneficios que las personas obtienen de varios ecosistemas forestales, ya sea de forma natural o mediante su manejo sostenible (Comisión Nacional Forestal, 2015). Por su parte Santa María (2010), denomina servicios ambientales a todos los beneficios indirectos que se obtienen de los ecosistemas. A pesar que se cuenta con una variada gama de servicios ambientales, centra el estudio en cuatro servicios específicos, y que además se constituyen en los más comunes: la captura y almacenamiento de carbono, la biodiversidad, los servicios hidrológicos y la belleza escénica.

Para Azqueta (1994), el pago por servicios ambientales es un mecanismo de compensación económica por cuanto el beneficiario o usuario del servicio paga al prestador del servicio; por lo que, los proveedores de servicios deben adoptar prácticas de gestión destinadas a aumentar, mantener la calidad del servicio ambiental brindado.

El uso de mecanismos con base en mercados ambientales para conservar y remunerar los servicios de los ecosistemas es una tendencia global creciente, que gana fuerte apoyo no solamente en los mercados de carbono, sino también en los de biodiversidad y de agua (Santa María, 2010).



2.1.17. Pago por servicios ambientales

Para Azqueta (1994), define el pago por servicios ambientales es un mecanismo de compensación económica mediante el cual los beneficiarios o usuarios del servicio recompensan a los proveedores. De estos recursos, los proveedores de servicios deben adoptar prácticas de gestión que tengan como objetivo aumentar o al menos mantener la calidad del servicio ambiental brindado.

El pago por servicios ambientales abarca acuerdos privados, planos de financiamiento y programas gubernamentales innovadores que son estructurados sobre la premisa que los ecosistemas naturales prestan servicios valiosos y, si son comercializados correctamente, pueden contribuir a la conservación de las fuentes de los servicios ambientales y generar ingresos adicionales para aquellas personas que quieran participar de estos esquemas (Santa María, 2010).

2.1.18. Bienes y servicios ambientales aportados por los ecosistemas

Según Barsev *et al.* (2000), los activos ambientales son productos de la naturaleza utilizados directamente por los seres humanos. En cambio, los servicios ambientales son las capacidades que las personas pueden utilizar para su propio bienestar.

Los bienes ambientales son los recursos tangibles que son utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo final, y que se gastan y transforman en el proceso; los bienes ambientales aportados por los ecosistemas pueden ser: agua para uso doméstico, agua para riego y agroindustria, madera y forrajes, plantas y frutos comestibles, troncos, material biológico, plantas medicinales, carbón, semillas, alimentos vegetales, polinización, fauna silvestre y recursos genéticos (Carbal, 2009).



Mientras los servicios ambientales tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor; y los servicios aportados por los ecosistemas pueden ser: proveedor de agua subterránea, protección y formación del suelo, fijación y reciclaje de nutrientes, control de inundaciones, retención de sedimentos, fijación y regulación de gases CO₂, regulación del clima, biodiversidad y belleza escénica, protección de la cuenca, corredores y rutas de transporte, artesanía, energía hidroeléctrica (Carbal, 2009)

Martínez & Dimas (2007), considera que el desarrollo de la base de bienes y servicios ambientales es el resultado de las actividades de miles de personas activas descentralizados en diferentes puntos del país y utilizando diferentes recursos; su uso inadecuado generaría deterioro y el estancamiento.

Por lo que, surge la necesidad de conocer los beneficios que la sociedad atribuye a los ecosistemas y costos podrían ser involucrados en diferentes niveles de intervención, en estas actividades de bienes y servicios ambientales, que puedan contribuir a la mejora la calidad ambiental (Azqueta, 1994).

Una de las posibilidades que ofrece la economía ambiental para su valoración pertinente de los bienes y servicios ambientales, es la fijación o determinación de precios o valor de bienes y servicios ambientales, por lo que afortunadamente se han desarrollado diversos métodos de valoración económica ambiental con este propósito como: método de valoración contingente, método de precios hedónicos, método de análisis costo-beneficio y el método del coste de viaje, entre otros, para proporcionar información sobre la adecuada valoración económica ambiental (Cerdeira, 2003).



2.1.19. Oferta Hídrica De La Microcuenca

2.1.20. Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico es la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver nuevamente a la tierra: (evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y reevaporación).

Según Chereque (2011), menciona que se entiende como el conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso), el cual está en un proceso recirculatorio permanentemente y se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento) los cuales se presentan de forma superficial, sub-superficial y subterránea.

2.1.21. Precipitación

Se considera precipitación, a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, en sus diversos tipos de estado ya sea en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.) y sólida (nieve, granizo, etc.) así como también las precipitaciones ocultas como rocío y helada blanca y estos fenómenos son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión, la precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental (Musy, 2001)

Para medir la cantidad de precipitación se realiza mediante instrumentos estandarizados que registran los valores para ciertos periodos de tiempo preestablecidos por el operador, este tipo de mediciones se efectúan mediante la utilización de un



pluviómetro. Estos equipos preferentemente están instalados en lugares apropiados donde no exista interferencias con obstáculo que perjudique la medición y su unidad de medida se da en milímetros (mm), la misma que puede ser cuantificada por medio de la cantidad de lámina de agua que cae sobre un metro cuadrado de superficie (García, 2013).

Por su parte INRENA (2007), manifiesta que la precipitación areal en la Cuenca para evaluar la cantidad promedio de precipitación sobre un área es necesario basarse en los valores puntuales registrados en cada una de la estación pluviométrica que conforma la red y tengan una buena calidad y naturaleza de los datos.

2.1.22. Evapotranspiración

Es la cantidad total de agua transformada en vapor por la acción de la cobertura vegetal existente; incluyendo la evaporación desde el suelo, la evaporación del agua interceptada y la transpiración de las hojas (Ordoñez, 2011)

La unidad en que se mide la evapotranspiración es en milímetros sobre un período dado sea este mm por año o mm por mes. Dentro de las teorías que estudian la evapotranspiración encontramos aquellas que profundizan el flujo de calor absorbido por medio de un balance energético y otras que evalúan el flujo de vapor de agua emitido a la atmósfera. A partir de estas dos teorías surgen numerosas formulas empíricas y algoritmos que estiman de una forma aproximada la evapotranspiración potencial y real (Hammerly, 2001)

2.1.23. Evapotranspiración potencial (ETP)

Es la evapotranspiración máxima posible el cual se produce en condiciones óptimas, es decir cuando el terreno contiene gran cantidad de agua llegando a su



capacidad de campo y además cubierto por vegetación o cubierta vegetal denso (Unesco, 2006).

2.1.24. Métodos para el cálculo de Evapotranspiración

Para Hammerly (2001), el cálculo o estimación de la evapotranspiración existen varias expresiones y métodos para su estimación; entre las ecuaciones empíricas donde se puede mencionar Thornthwaite, Jensen-Heise y Hargreaves que básicamente usan variables térmicas y de radiación solar únicamente y cada una de ellas se aproximan a valores verdaderos en la estimación de la evapotranspiración, siempre y en cuanto haya una buena disposición de datos meteorológicos.

2.1.25. Factores que influyen en el ciclo hidrológico

La **temperatura** es una variable de suma importante en el ciclo hidrológico puesto que está presente en cada una de sus etapas. Por su parte en la determinación de oferta hídrica, la temperatura interviene como parámetro en las fórmulas empíricas para la estimación de la evapotranspiración. La temperatura tiende a disminuir en la troposfera y que varía de acuerdo a las condiciones locales de la zona de estudio (Ibáñez, 2011).

Las **horas sol** o conocidas como heliofanía representan el tiempo total durante el cual actúa la radiación solar sobre algún lugar en específico, es decir entre el alba y el atardecer del día. A partir de los datos de horas de sol podemos estimar valores cuantitativos de radiación solar, nubosidad y en para el caso de la oferta hídrica servirán como una variable fundamental para el cálculo de la evapotranspiración (Aparicio, 2015)



La **radiación solar** es un proceso físico por el cual se transmite energía en forma de ondas electromagnéticas, dichas ondas poseen como característica fundamental la longitud y la frecuencia. El principal centro de esta fuente de energía que llega a la tierra es proveniente del sol y es precisamente esta radiación solar la que actúa con el 99,97% de la energía involucrada en los fenómenos meteorológicos, es debido a esto que la radiación solar influye directamente en el ciclo hidrológico (Fernández, 2008).

Según Bateman (2009), define a la “Humedad relativa como la relación entre la presión de vapor real y la de saturación, esta humedad se mide mediante un higrógrafo y esta expresada en porcentaje”. Así mismo la humedad absoluta “es la masa de vapor de agua contenida en una unidad de volumen.

2.1.26. Determinación de la oferta hídrica

La oferta hídrica se puede utilizar para gestionar el suministro de agua y predecir cuándo habrá sequía. También se utiliza en irrigación, modelos de escorrentía, control de avenidas y para la agricultura. También se utiliza en diseño de drenajes subterráneos que puede ser horizontal (con tuberías) o drenaje vertical a través” de pozos (Caicedo, 2009)

El balance hídrico se describe mediante la utilización de gráficos con los niveles de precipitación y evapotranspiración a menudo en escala diaria, mensual y anual.

El balance hídrico de una cuenca es fundamental para el conocimiento del afluente y su capacidad de abastecimiento; donde los principales beneficiados con este recurso son los pobladores de la zona rural, desde el punto de vista teórico el análisis de este permitirá racionalizar el uso sostenible del recurso hídricos, así como la prevención de eventos de sequias, y para la planificación de siembra de los cultivos. El balance hídrico brindará información acerca de la capacidad del río y los meses del año en el cual el afluente



aumenta su caudal o por el contrario lo disminuye como también pondrá permitir realizar predicciones hidrológicas, basado en datos que son registrados por las estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio (Diaz & Alarcon , 2018)

En la actualidad, existen distintos tipos de herramientas computacionales como los sistemas de información geográfica entre ellos los más usados son QGIS y ArcGIS que permiten a partir de un mapa de isolíneas elaborado con valores climatológicos reales obtenidos de una estación meteorológica; hallar valores medios de precipitación, esorrentía y evaporación, para un área específica y ayudar a encontrar el resultado final en el balance hídrico (Diaz & Alarcon, 2018).

2.1.27. Sistema de información geográfica (S.I.G.)

Sanchez (2005) define la teledetección como el proceso de obtención de información a distancia, sin contacto entre la información (el objetivo) y su receptor (el sensor).

Los sistemas de información permiten relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa muestra la distribución espacial de lo que se está estudiando en regiones, cuenca o todo un país, el SIG representan una herramienta muy útil en el procesamiento de datos hidrológicos y climáticos de una cuenca o región.

Castro (1999) afirma que la teledetección implica el uso de diferentes fuentes de datos, que a su vez se integran en la tecnología de información geográfica (SIG), lo que permite organizar, combinar y analizar grandes cantidades de datos de diferentes fuentes y modelarlos con fines prácticos.



Escobar (1994) considera que la base de un SIG es una serie de mapas digitales que representan diferentes variables, o mapas que representan diferentes atributos que encajan en diferentes entradas de la base de datos. Esta estructura permite recopilar información de muy diferente origen y forma, dentro de un mismo sistema, lo que permite un mayor nivel de conocimiento.

Arc GIS es un conjunto de Sistemas de Información Geográfica (GIS) que incluye aplicaciones integradas: Arc Map, Arc Catalog y Arc Toolbox. Con estas tres aplicaciones juntas, puede realizar cualquier tarea o tarea GIS, desde la más simple hasta la más avanzada, incluyendo mapeo, administración de datos, geoanálisis, edición y más. Intercambio de datos y geoprocésamiento. Además, Arc GIS le permite acceder a una variedad de datos espaciales y otros recursos disponibles en Internet a través de los servicios de Arc IMS. (www.esri.com)

2.1.28. Mapa de isoyetas e isotermas

Según Diaz & Alarcon (2018), indica que las Isoyetas son Líneas curva que une los puntos, en un mapa, que presentan las mismas precipitaciones en la unidad de tiempo considerada. Así, para una misma área, se pueden diseñar un gran número de mapas con isoyetas, por ejemplo: isoyetas de la precipitación media del mes de enero, febrero, etc., o las isoyetas de las precipitaciones medias anuales, etc.

Según INRENA (2007), Las isoyetas son contornos de igual altura de precipitación, el cual se calculan a partir de la interpolación entre pluviómetros adyacentes. Las áreas entre isoyetas sucesivas son medidas y se multiplican por el promedio de precipitación entre las isoyetas adyacentes, entre mayor sea la cantidad de estaciones en la cuenca hidrográfica, mejor serán los resultados. Este método tiene la ventaja que las isoyetas pueden ser trazadas para tener en cuenta efectos locales. La



influencia orográfica es superada de algún modo mediante la construcción de isoyetas, y por ello es posiblemente el que mejor nos aproxima a la verdadera precipitación promedio del área.

Diaz & Alarcon (2018), indica que las Isotherma Es una curva que une los vértices, en un plano cartográfico, que presentan las mismas temperaturas en la unidad de tiempo considerada. Así, para una misma área, se pueden diseñar un gran número de planos con isothermas, por ejemplo: Isothermas de la temperatura media de largo periodo del mes de enero, de febrero, etc., o las isothermas de las temperaturas medias anuales.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en la microcuenca del Centro Poblado de Ayrumas Carumas del Distrito de Acora, Provincia de Puno, el cual tiene una extensión de 12,915 ha, ubicado geográficamente en las coordenadas: Latitud Sur: 16° 17' 25.1" S ; Longitud Oeste 69° 55' 24.2" W a una altitud 3940 hasta 4500 msnm. El clima en la zona es frío intenso y seco; El lugar cuenta con presencia de bofedales alcanzando una extensión de 934 ha el cual es aprovechados por los usuarios de la zona altoandina para las actividades agropecuarias.

Municipalidad del Centro Poblado de Ayrumas Carumas (Acora-Puno)

Dirección: Carretera Collao-Ilave Km.72.2

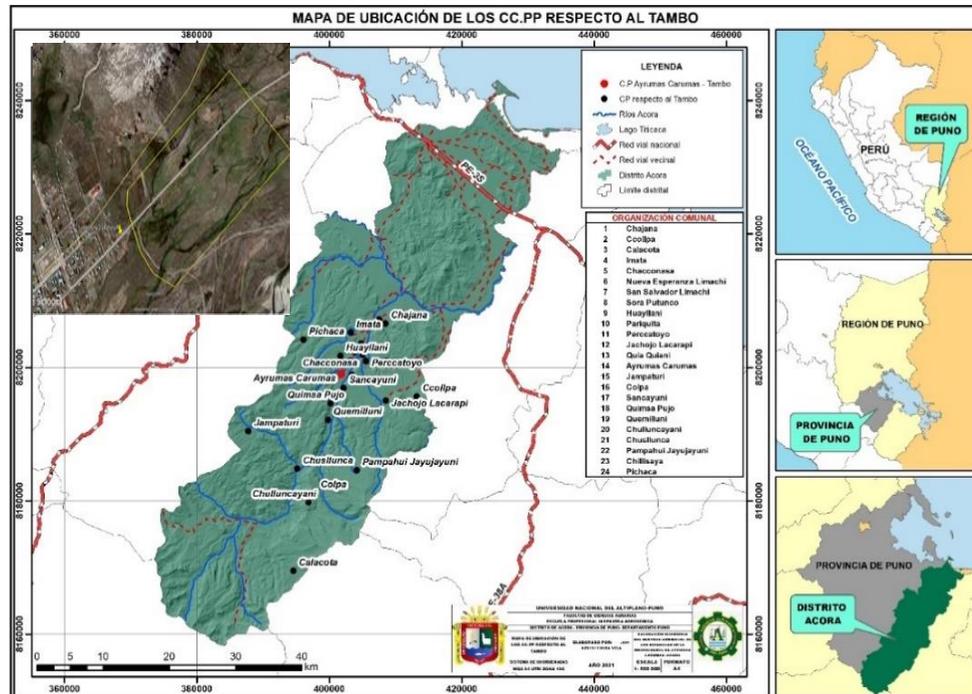
Tiempo: 125 minutos

Distrito: Acora.

Provincia y Departamento: Puno.

3.1.1. Mapa de Ubicación

Figura 3. Bofedales de Ayrumas Carumas



Fuente: Google Earth, Elaboración propia, 2019

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es descriptivo – explicativo, porque involucra un análisis situacional y se describe los resultados del análisis, adaptativa, involucra a la aplicación de un método de valorización económica existente para los bofedales. Para la valorización económica 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.



3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es no experimental, transversal y correlacional. El tipo corresponde a la investigación aplicada y por su naturaleza es correlacional y descriptivo (Flores, 2006).

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población de estudio

La población del Centro Poblado de Ayrumas Carumas del Distrito de Acora está conformado con una población rural de 415 habitantes y 300 viviendas según el último censo del INEI del 2019. Las cuales la gran mayoría de los pobladores son beneficiarios del servicio ambiental de los bofedales de forma directa e indirecta.

El método de muestreo empleado fue el Muestreo probabilístico, del tipo aleatorio simple. La muestra fue de 200 personas en función a la fórmula del muestreo. La fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra para datos globales es la siguiente:

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

Donde:

N = Total de la población

$Z_{\alpha}^2 = 1.962$ (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.50)

q = 1 – p (en este caso 1-0.50 = 0.50)

e = es el error muestral deseado=0.05

$$n = \frac{1.96 * 0.50 * 0.50 * 415}{(0.05^2 * (415 - 1)) + 1.96 * 0.50 * 0.50}$$

$$n=200$$

La muestra fue de 200 personas en función a la fórmula del muestreo

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la *tabla 2*, se especifica la variable dependiente binaria dicotómica de la disposición a pagar, y las variables independientes de características socioeconómicas de los pobladores que radican en la zona de estudios, que probablemente influyen en las decisiones de disposición a pagar; en todas ellas presentan sus correspondientes categorizaciones y cuantificación.

Tabla 2. *Sistema de operación de variables*

Variable	Representación	Explicación	Cuantificación y categorización
PROB (SI)	Probabilidad de responder (Si).	Variable dependiente binaria que representa la probabilidad de responder SI a la disposición a pagar.	1 = Si el usuario responde positivamente a la pregunta de DAP , 0 = Si responde negativamente.
PRECIO	Precio hipotético a pagar	Variable Independiente que toma el valor de la tarifa preguntada por acceder a los beneficios del programa de recuperación y conservación.	Numero decimal (1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 3.50, 4.00, 4.50 y 5.00 Nuevos soles)
PAM	Percepción ambiental	Variable Independiente binaria que representa la percepción del grado de deterioro del ecosistema.	0 = Si considero no deteriorado 1 = Si considera deteriorado.



ING	Ingreso Familiar	Variable Independiente categórica ordenada que representa el ingreso mensual total del jefe de familia o encargado del hogar.	1 =S/.100-500 Nuevos soles. 2 =S/.551-1600 Nuevos soles. 3=S/.1601-2100Nuevos soles. 4 =S/.2101-2600 Nuevos soles. 5 =S/.2601-3000 Nuevos soles.
EDU	Educación	Variable Independiente categórica ordenada que representa el nivel educativo del entrevistado.	1 =Primaria completa. 2 =Secundaria completa. 3 = Superior completa. 4 = Postgrado
GEN	Genero	Variable independiente binaria que representa el género del entrevistado.	1 = Si es hombre. 0 = Si es mujer.
EDA	Edad	Variable Independiente categórica ordenada que representa la edad en años del entrevistado.	1 =18-25 años 2 = 26-35 años 3 = 36-45 años 4 = 46-55 años 5 = 56 a más años

Fuente: Elaboración propia

3.6. TÉCNICA O INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. Técnicas

El presente trabajo de investigación utilizó la técnica de la encuesta, recurriendo como fuente a los usuarios de la zona del presente trabajo de investigación.

3.6.2. Instrumentos

Se utilizó el cuestionario de la encuesta impreso en físico; la encuesta se elaboró con el propósito de recabar información para la aplicación del método de valoración contingente (MVC) en la determinación del valor de los servicios ambientales, por lo que el objetivo principal de dichas encuestas, fue definir la Disposición a Pagar (DAP) por el servicio ambiental de los bofedales en la microcuenca Ayrumas Carumas. Así como, identificar las variables socioeconómicas que influyen significativamente en la DAP.



El cuestionario de encuestas se dividió en tres escenarios, los cuales ayudaron a recabar mejor información acerca de los pobladores de la zona de estudio y así determinar la relación que existe entre la disponibilidad a pagar (DAP), con los diferentes factores sociales y económicos.

El primer escenario se consideró información e importancia de los bofedales en la microcuenca de Ayrumas Carumas, las cuales contienen preguntas para poder saber el grado de conocimiento del residente rural sobre el ecosistema de bofedales. Preguntas como: ¿cree que son importantes los bofedales?, ¿es importante la conservación de los bofedales?, ¿Según la situación actual cree usted que los bofedales están deteriorados?, ¿en la actualidad ha hecho algún trabajo de mantenimiento o ampliación de bofedales de la microcuenca Ayrumas Carumas?

En el segundo aspecto se consideró el factor socioeconómico, con preguntas como: ¿cuál es su edad?, ¿sexo?, ¿grado de instrucción? y ¿cuál es su ingreso familiar total mensual?, la intención de estas preguntas consiste principalmente en evitar el riesgo de recabar datos con antecedentes falsos, que pueda causar dificultades en el estudio.

En el tercer escenario y el ultimo se indagó la disponibilidad a pagar, el cual es una variable dependiente con la probabilidad de responder (sí o no) que está dispuesto a pagar y las preguntas fueron como: ¿Usted está dispuesto a pagar mensualmente para la conservación del servicio ambiental de los bofedales, así como también para su mejoramiento?, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar para el mantenimiento y mejoramiento del servicio ambiente de los bofedales?, ¿Por qué motivo no está dispuesto a colaborar? Los cuales ayudaron a determinar los factores más importantes para la determinación de la disposición a pagar (DAP) por los usuarios.



3.6.3. Método de valoración económica

Para la presente investigación se aplicó el Método de Valoración Contingente (MVC), que consiste en la realización de encuestas para estimar el valor económico de los servicios ambientales por parte de los usuarios, por el criterio de disposición a pagar por los servicios ambientales (DAP). Para ello, se delimito la zona de participación para la encuesta vivienda por vivienda, teniendo como fin intervenir al líder de hogar o el responsable del núcleo familiar, para ello semanas previas. Se logró la coordinación con las diferentes autoridades locales del Centro Poblado de Ayrumas Carumas tales como el alcalde, rondas campesinas, presidentes de Centros Poblados, entre otros.

Al culminar la aplicación de encuestas, se procedió a la sistematización y luego se hizo el tratamiento de los datos los cuales fueron un total de 200 encuestas dirigidas a jefes o responsables de cada hogar.

3.6.4. Análisis de muestra y tratamiento

Realizada las encuestas se hizo el análisis y el tratamiento de datos para así poder ingresarlas al software estadístico STATA 16.0 y luego así estimar los valores o coeficientes de los modelos Logit y Probit que puedan predecir la probabilidad de la disposición media a pagar por parte de la población beneficiada.

3.7. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.8. DETERMINACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

Para la valoración económica de los servicios ambientales de los bofedales, se aplicó el método de valoración contingente, también conocido como el método de



construcción de mercados artificiales, en base a la variable independiente de precio hipotético a pagar, que varía entre un rango de 1.50 a 5.00 soles, los encuestados a libre voluntad eligen un monto determinado en la escala, por acceder a los beneficios del programa de recuperación y conservación del bofedal, considerándose el monto promedio total de los encuestados, como el valor económico de bienes y servicios ambientales del bofedal, que fija el proveedor de servicios ambientales de la microcuenca Ayrumas Carumas.

La probabilidad de la disposición a pagar de los beneficiarios del ecosistema del bofedal, se determinó por la frecuencia relativa de respuesta dicotómica de la variable dependiente, que está dispuesto a pagar por acceder a los beneficios que brinda el bofedal respondiendo afirmativamente con “SI” y respuesta negativa “NO” cuando la utilidad no se valora ni se reconoce.

Para determinar y predecir la probabilidad individual de cada beneficiario, sobre la disposición a pagar por los servicios ambientales, se estima con los modelos econométricos de probabilidad Logit y Probit, dando valores predeterminados a las variables independientes y procediendo conforme a lo especificado para el modelo logístico o al modelo probabilístico.

El método contingente de disposición a pagar, trata de simular el comportamiento de un mercado; si un individuo responde la pregunta “NO” se definirá la función de utilidad y otro si responde “SI”.

La función de utilidad si el individuo responde NO al pago se representará como:

$$U_0(\gamma)$$

y = ingreso del encuestado (jefe de familia)



La función de utilidad si el individuo responde SI la definición será la siguiente:

$$U_1(Y - P)$$

P = cantidad a pagar por el servicio ambiental

La probabilidad de que el individuo conteste SI es:

$$\text{Prob}(\text{decir SI}) = \text{Prob}(U_1 > U_0)$$

Es decir, la probabilidad de que el individuo responda afirmativamente será igual a la probabilidad de que la utilidad con cambio sea mayor a la utilidad en el estado inicial.

Supongamos que un individuo experimenta un mayor nivel de utilidad accediendo al bien ambiental mediante el servicio que brinda los bofedales, entonces se representaría de la siguiente manera:

$$u'(\text{Servicio}) > u^\circ(\text{bofederal actual})$$

Entonces debemos de llegar a la conclusión de que la DAP mediana es igual a DAP media.

3.9. DETERMINACIÓN DE DAP EN FUNCIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

3.9.1 modelos probabilísticos del Logit y Probit

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

$$y_i = \frac{1}{1 + e^{-a - \beta_k x_{ki}}} + \varepsilon_i = \frac{e^{a + \beta_k x_{ki}}}{1 + e^{a + \beta_k x_{ki}}} + \varepsilon_i$$

La expresión puede utilizarse para relacionar la probabilidad $p(x)$ de que Y_i tome el valor 1 con el valor x de la variable X , que, al tomar el logaritmo de la razón de sus probabilidades, se tiene:

$$Y_i = \ln = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad \text{a este se llama modelo Logit}$$

Dado el supuesto de normalidad, la probabilidad de que \ln , puede ser calculada a partir de la función de densidad acumulada normal estándar. Para el modelo probabilístico la función de distribución normal tipificada, quedando especificado como modelo Probit a través de la siguiente función de densidad normal estándar:

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

Donde la variable “ s ” es una variable normal estandarizada de integración con media cero y varianza uno.

Formula de la hipótesis estadística:

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

En los modelos de tipo Logit y Probit, para estimar sus probabilidades con variables binarios se emplea correspondientemente las siguientes ecuaciones:

$$Prob = P(SI) = \frac{e^z}{1+e^z} \quad \text{O} \quad Prob = P(SI) = \frac{1}{1+e^{-z}} \quad \text{Ecuación Logit... IV}$$

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

3.9.2. Especificación del Modelo Econométrico

Las características socioeconómicas que se consideraron son las variables de tabla 2, las cuales son variables binarias, categóricas, continuas y descritas. El modelo econométrico que se utilizó tanto para Logit como Probit, fue el siguiente:

$$\text{prob}(si) = \beta_0 + \beta_1 \text{PREC} + \beta_2 \text{PAM} + \beta_3 \text{ING} + \beta_4 \text{EDU} + \beta_5 \text{GEN} + \beta_6 \text{EDA}$$

Donde:

Prob (SI): Representa la variable dependiente, que estimara la probabilidad de responder afirmativamente la disposición a pagar por el servicio ambiental de los bofedales en la microcuenca Ayrumas Carumas-Acora.

Las Variables Independientes son: PREC= Precio hipotético a pagar, PAM= Percepción ambiental, ING= Ingreso familiar, EDU=Educación, GEN= Genero, EDA=Edad

Donde, β_0 es la constante del modelo; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$, son los coeficientes estimados de las variables independientes

Para determinar cual de las características socioeconomicas incidiran mas en la disposicion a pagar (DAP) primero se tuvo que alzar las observaciones y corregir los datos encuestados y luego sistematizar en una hoja excel y ingresar los datos al software STATA version 16.1 donde se aplicara los modelos econometricos del LOGIT y PROBIT y ver cual de los modelos se adapta mejor; estos determinaran la DAP y que característica socioeconomicas influiran en la determinacion de disposición a pagar.



3.10. DETERMINACIÓN DE OFERTA HÍDRICA CON EL USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

El procedimiento que se realizó para determinar la oferta hídrica con el uso de los sistemas de información geográfica fue en función a los datos Meteorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), donde estos insumos fueron principalmente para la estimación del mapa de isoyetas. También se hizo el cálculo de la evapotranspiración potencial por el método Hargreaves para hallar la ETP.

3.10.1. Estaciones de interés

Primeramente, se hizo la verificación de las estaciones próximas a la zona de estudio y se comprobó que cuenten con las variables necesarias que ayuden a la determinación de la oferta hídrica, así como su estado de actividad e inactividad. Se analizó principalmente la variable de precipitación pluvial y temperatura para la estimación de la oferta hídrica, el cual nos ayudó a descartar estaciones que no cuentan con el mínimo de años de datos. Para el presente trabajo se consideró 05 estaciones meteorológicas cercanas al lugar de estudio donde consideró las siguientes estaciones meteorológicas para el lugar de estudio **CO. Laraqueri, CO. Ilave, CO. Mazo Cruz, CO. Puno** con registros de datos históricos de 22 años y la estación **CO. Rincón de la Cruz**, con registros de datos de 13 años.

3.10.2. Estimación y Corrección de Datos para Precipitación y Temperatura

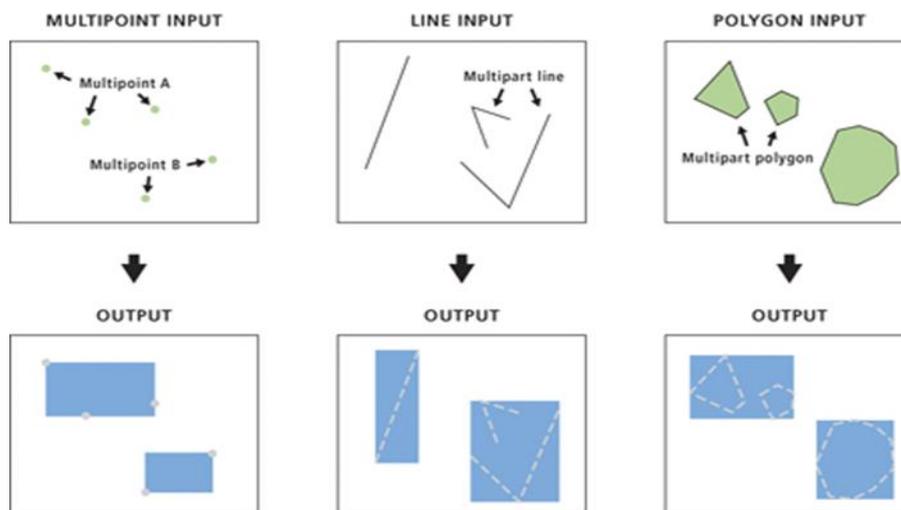
En la hidrológica es muy común encontrar investigaciones realizadas donde se presentan estaciones meteorológicas con datos anómalos y en muchos casos sin registro de datos para ciertos años, las causas son diversas siendo la más frecuente la rotura, mala calibración o mal funcionamiento de los equipos meteorológicos en un período de tiempo

determinado (Teixeira, FAO). En el presente estudio se consideró 5 estaciones meteorológicas donde se consideró datos de precipitación principalmente y temperatura; se realizó la completación de faltantes.

3.10.3. Mapa de Precipitación (Isoyeta)

Para el presente estudio se generó el mapa de isoyetas en función a los datos de precipitación pluvial de las 5 estaciones meteorológicas ya mencionadas, se aplicó la metodología de la interpolación ponderada la cual determina los valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra.

Figura 4. De entidad a punto



Fuente: <https://desktop.arcgis.com/>

La herramienta *IDW* del interpolador nos ayudó a determinar las áreas efectivas de cada estación sobre las microcuencas de estudio, esta metodología es usada para estimar la distribución precipitación y por último se utiliza la herramienta *contour* la cual genera las isolíneas a partir de las isoyetas. El procedimiento consiste en ubicar las estaciones en el mapa y se grafican las isolíneas, para la distribución de la precipitación utilizando el software ArcGis 10.5 de tal forma que se pueda visualizar

que estación actúa con más influencia dentro de la microcuenca; el cálculo se realizó para cada mes y se generó un total de 12 mapas temáticos para la determinación de la oferta hídrica anual.

3.10.4. Estimación de la Precipitación Anual Desarrollado en Arcgis

Para la determinación de la precipitación anual se usó la siguiente metodología, primeramente, se calcularon los mapas de precipitación pluvial de cada mes, las cuales fueron 12 mapas y estos fueron agregadas a la carpeta de trabajo del programa *Arcgis*, donde se realizó el siguiente procedimiento con caja de herramienta *Arctoolbox>algebra de mapas y ráster calculeitor* donde se hizo la suma respectiva de todos los mapas para el cálculo respectivo de la precipitación anual que posteriormente será llevado a la tabla excel que se menciona en la parte de resultados.

3.10.5. Estimación de la Evapotranspiración Potencial

Ante la carencia de variables que normalmente son usadas en los distintos métodos para el cálculo de la evapotranspiración potencial, se usó las siguientes variables climáticas: la temperatura máxima, mínima y media proveniente de las estaciones meteorológicas ya mencionadas; para evaluar la evapotranspiración potencial mediante el método **Hargreaves** (Hargreaves y Samani, 1985), se necesitó datos de **Temperaturas y Radiación solar**, la expresión general es la siguiente:

$$ET_0 = 0,0135(t_{med} + 17,78)R_s \dots (1)$$

Donde: ET_0 = evaporación potencial diaria, mm/ día

T_{med} =temperatura media °C

R_s = radiación solar incidente, convertida en mm/día



La **Radiación solar incidente, (Rs)**, el cual se avalúa a partir de la **radiación solar extraterrestre** y esta última aparece según los autores como **Ro** ó **Ra** donde la ubicamos en función a la latitud del lugar y del mes y en el presente estudio nos referimos a ella como **Ro**.

Obtención de la radiación solar incidente (Rs)

(Samani, 2000) propone la siguiente fórmula:

$$R_s = R_0 * KT * (t_{\max} - t_{\min})^{0,5} \dots (2)$$

Donde:

R_s = Radiación solar incidente

R_0 = Radiación solar extraterrestre (*tabla 3*)

KT = coeficiente

t_{\max} = temperatura diaria máxima

t_{\min} = temperatura diaria mínima

Donde los valores de **Ro** están tabulados y las temperaturas máximas y mínimas son datos empíricos relativamente fáciles de obtener por medio de las estaciones meteorológicas, la dificultad para aplicar esta sencilla expresión la encontramos en el coeficiente **KT**.

Para evaluar la **radiación solar extraterrestre (Ro)** existen varias tablas, todas ellas en función de la latitud y el mes. Al final de este documento se incluye la tabla de



R_o de Allen *et al* (1998). La tabla original está en **MJulio/m²/día**, aquí la presentamos en **mm./día** (de agua evaporada).

El **coeficiente KT** de la expresión (2) es un coeficiente empírico que se puede calcular a partir de datos de presión atmosférica, pero Hargreaves citado en (Samani, 2000) recomienda $KT = 0,162$ para regiones del exterior y 0.19 para regiones costeras.

Formula simplificada

$$ET_0 = 0,023(T_{med} + 17,78)R_o * (T_{max} - T_{min})... (3)$$

Donde: Eto = evapotranspiración potencial diaria, mm/día

T_{med} = temperatura media diaria, °C

R_o = Radiación solar extraterrestre, en mm/día

T_{max} = temperatura diaria máxima.

T_{min} = temperatura diaria mínima.

La siguiente tabla de **Radiación solar extraterrestre** en mm/día está ubicada en función al hemisferio norte y Sur; en el presente trabajo se ubicó las estaciones en función a la latitud de las estaciones meteorológicas, donde se tuvo que convertir las latitudes de las estaciones que están grados, minutos, segundos directamente a grados el cual esta expresado en números enteros.

Tabla de Radiación solar extraterrestre en mm/día (Allen et al., 1998)

Tabla 3. Radiación solar extraterrestre en mm/día (Allen et al., 1998)

Latitud	HEMISFERIO NORTE												HEMISFERIO SUR											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
70	0.0	1.1	4.2	9.4	14.4	17.3	16.1	11.4	6.1	2.0	0.0	0.0	16.9	11.7	6.4	2.0	0.1	0.0	0.0	0.9	4.4	9.6	15.2	18.5
68	0.0	1.5	4.8	9.8	14.4	17.1	15.9	11.7	6.6	2.4	0.3	0.0	16.7	12.0	6.9	2.4	0.3	0.0	0.0	1.3	4.9	10.0	15.3	18.2
66	0.2	2.0	5.3	10.1	14.5	16.9	15.8	12.0	7.1	2.9	0.6	0.0	16.7	12.2	7.4	2.9	0.6	0.0	0.2	1.7	5.3	10.4	15.3	18.0
64	0.6	2.4	5.8	10.5	14.7	16.8	15.8	12.2	7.5	3.5	1.0	0.2	16.8	12.9	8.3	3.9	1.4	0.5	0.8	2.6	6.3	11.1	15.6	17.9
62	0.9	2.9	6.3	10.9	14.8	16.8	15.9	12.5	8.0	4.0	1.4	0.5	16.9	13.2	8.8	4.4	1.8	0.8	1.2	3.1	6.8	11.5	15.8	17.9
60	1.3	3.4	6.8	11.2	14.9	16.8	16.0	12.8	8.4	4.4	1.8	0.9	17.0	13.5	9.2	4.9	2.2	1.2	1.6	3.6	7.3	11.8	16.0	18.0
58	1.8	3.9	7.2	11.6	15.1	16.9	16.1	13.1	8.9	4.9	2.2	1.3	17.1	13.8	9.6	5.4	2.7	1.6	2.0	4.0	7.8	12.2	16.1	18.0
56	2.2	4.4	7.7	11.9	15.3	16.9	16.2	13.3	9.3	5.4	2.7	1.7	17.2	14.0	10.0	5.9	3.1	2.0	2.4	4.5	8.2	12.5	16.3	18.1
54	2.7	4.9	8.2	12.2	15.4	16.9	16.2	13.6	9.7	5.9	3.2	2.1	17.3	14.3	10.4	6.4	3.6	2.4	2.9	5.0	8.7	12.8	16.4	18.1
52	3.1	5.4	8.6	12.6	15.6	17.0	16.4	13.8	10.1	6.4	3.7	2.6	17.4	14.5	10.9	6.8	4.1	2.9	3.3	5.5	9.1	13.1	16.6	18.2
50	3.6	5.9	9.1	12.9	15.7	17.0	16.4	14.0	10.5	6.9	4.2	3.1	17.5	14.8	11.2	7.3	4.5	3.3	3.8	6.0	9.5	13.4	16.7	18.2
48	4.1	6.4	9.5	13.1	15.8	17.1	16.5	14.2	10.9	7.4	4.7	3.6	17.6	15.0	11.6	7.8	5.0	3.8	4.2	6.4	9.9	13.7	16.8	18.2
46	4.6	6.9	9.9	13.4	16.0	17.1	16.6	14.4	11.2	7.8	5.1	4.0	17.6	15.2	12.0	8.2	5.5	4.3	4.7	6.9	10.3	13.9	16.9	18.2
44	5.1	7.3	10.3	13.7	16.0	17.1	16.6	14.7	11.6	8.3	5.7	4.5	17.7	15.4	12.3	8.7	6.0	4.7	5.2	7.3	10.7	14.2	17.0	18.2
42	5.6	7.8	10.7	13.9	16.1	17.1	16.7	14.8	11.9	8.7	6.2	5.1	17.7	15.6	12.6	9.1	6.4	5.2	5.7	7.8	11.1	14.4	17.1	18.2
40	6.1	8.3	11.1	14.2	16.2	17.1	16.7	15.0	12.2	9.2	6.7	5.6	17.7	15.7	12.9	9.5	6.9	5.7	6.2	8.2	11.4	14.6	17.1	18.2
38	6.6	8.8	11.5	14.4	16.3	17.1	16.7	15.1	12.5	9.6	7.1	6.0	17.7	15.9	13.2	9.9	7.4	6.2	6.6	8.7	11.8	14.8	17.1	18.1
36	7.1	9.2	11.8	14.6	16.3	17.0	16.7	15.3	12.9	10.0	7.6	6.6	17.7	16.0	13.5	10.3	7.8	6.6	7.1	9.1	12.1	15.0	17.1	18.1
34	7.6	9.7	12.2	14.7	16.3	17.0	16.7	15.3	13.1	10.4	8.1	7.1	17.7	16.1	13.8	10.7	8.3	7.1	7.6	9.5	12.4	15.1	17.1	18.0
32	8.1	10.1	12.5	14.5	16.3	16.9	16.6	15.5	13.4	10.9	8.6	7.6	17.6	16.2	14.0	11.1	8.7	7.6	8.0	9.9	12.7	15.3	17.1	17.9
30	8.6	10.5	12.8	15.0	16.3	16.8	16.6	15.5	13.6	11.3	9.1	8.1	17.6	16.2	14.2	11.5	9.2	8.0	8.4	10.3	13.0	15.4	17.1	17.8
28	9.1	10.9	13.1	15.1	16.3	16.7	16.5	15.6	13.8	11.6	9.5	8.6	17.5	16.3	14.4	11.8	9.6	8.5	8.9	10.7	13.3	15.5	17.1	17.7
26	9.6	11.3	13.4	15.3	16.3	16.6	16.4	15.6	14.1	12.0	10.0	9.1	17.3	16.3	14.6	12.2	10.0	8.9	9.3	11.1	13.5	15.6	17.0	17.6
24	10.0	11.8	13.7	15.3	16.2	16.4	16.3	15.6	14.2	12.3	10.4	9.5	17.2	16.4	14.8	12.5	10.4	9.4	9.8	11.5	13.8	15.7	16.9	17.4
22	10.5	12.1	13.9	15.4	16.1	16.3	16.2	15.7	14.4	12.7	10.9	10.0	17.1	16.3	14.9	12.8	10.9	9.8	10.2	11.8	14.0	15.8	16.8	17.2
20	10.9	12.5	14.2	15.5	16.0	16.1	16.0	15.6	14.6	13.0	11.3	10.4	16.9	16.3	15.1	13.1	11.2	10.2	10.6	12.2	14.2	15.8	16.7	17.0
18	11.4	12.9	14.4	15.5	15.9	16.0	15.9	15.6	14.7	13.3	11.7	10.9	16.8	16.3	15.2	13.4	11.6	10.7	11.0	12.5	14.4	15.8	16.6	16.8
16	11.8	13.2	14.6	15.6	15.8	15.8	15.7	15.6	14.9	13.6	12.1	11.4	16.6	16.2	15.3	13.6	12.0	11.1	11.4	12.8	14.5	15.8	16.4	16.6
14	12.2	13.5	14.7	15.6	15.7	15.6	15.6	15.5	15.0	13.8	12.5	11.8	16.4	16.2	15.4	13.9	12.3	11.5	11.8	13.1	14.7	15.8	16.2	16.3
12	12.6	13.8	14.9	15.5	15.5	15.3	15.3	15.4	15.1	14.1	12.9	12.2	16.1	16.0	15.4	14.1	12.7	11.9	12.2	13.4	14.8	15.7	16.0	16.1
10	13.0	14.1	15.1	15.5	15.3	15.1	15.1	15.3	15.1	14.3	13.2	12.7	15.9	15.9	15.5	14.3	13.0	12.2	12.5	13.6	14.9	15.7	15.8	15.8
8	13.4	14.4	15.2	15.4	15.1	14.8	14.9	15.2	15.2	14.5	13.6	13.1	15.6	15.8	15.5	14.5	13.3	12.6	12.9	13.9	15.0	15.6	15.6	15.5
6	13.8	14.6	15.3	15.3	14.9	14.6	14.7	15.1	15.2	14.7	13.9	13.4	15.3	15.6	15.5	14.7	13.6	13.0	13.2	14.1	15.1	15.5	15.3	15.2
4	14.1	14.9	15.3	15.3	14.7	14.3	14.4	14.9	14.9	14.2	13.8		15.1	15.5	15.5	14.7	13.9	13.3	13.5	14.4	15.1	15.4	15.1	14.9
2	14.4	15.1	15.4	15.1	14.4	14.0	14.1	14.7	15.2	15.1	14.5	14.2	14.8	15.3	15.5	14.9	13.9	13.3	13.5	14.4	15.1	15.4	15.1	14.9
0	14.8	15.3	15.5	15.0	14.2	13.6	13.8	14.6	15.2	15.3	14.8	14.5	14.8	15.3	15.5	15.0	14.2	13.6	13.8	14.6	15.2	15.3	14.8	14.5

3.10.6. Estimación de las Temperaturas mediante en Arcgis

La metodología que se desarrolló para generar el mapa temático de temperatura máxima, mínima y media, fue contar con información meteorológica en formato de tabla excel e importarla al programa Arcgis como *Shapefile*, seguidamente se utilizó la caja de herramientas *Arctoolbox > Spatial Analyst Tools > interpolación*, aplicó la herramienta *IDW* y *countor*, la cual genera las isolíneas en los mapa temático; la estimación se realizó para cada mes y se generó un total de 12 mapas temáticos correspondientes a cada mes y lo podemos observar en la parte de *Anexos*.

3.10.7. Estimación de la Radiación Solar Extraterrestre mediante en Arcgis

Para la estimación del *Ro* en el programa Arcgis se cargó las tablas de radiación solar extraterrestre ya calculada en una hoja excel al programa ArcGis como *Shapefile*, se utilizó la caja de herramientas *Arctoolbox > Spatial Analyst Tools > interpolación*, utilizando la herramienta *IDW* y *countor* la cual genera las isolíneas en el mapa temático para luego multiplicar *Ro* por la constante *Kt=0.19* ; la estimación se realizó para los 12 meses del año y esto nos ayudó a estimar la evapotranspiración potencial.

3.10.8. Estimación de la Radiación Solar Incidente Mediante en Arcgis

Para la estimación de la radiación solar incidente se usó las siguiente formula:

$$R_s = R_0 * KT * (t_{\max} - t_{\min})^{0,5}$$

En este casi vendrían a ser los tres mapas temáticos de:

1. $R_0 * Kt$ mm/ día.
2. Temperatura máxima.



3. Temperatura mínima.

La metodología que se utilizó en el ArcGIS fue la siguiente primeramente nos dirigimos a la caja de herramienta del *Arctoolbox >álgebra de mapas>ráster calculeitor* luego ingresamos los mapas temáticos ya mencionados con la fórmula propuesta, la estimación se realizó para los 12 meses del año y esto nos ayudó a estimar la evapotranspiración potencial.

3.10.9. Estimación de la oferta hídrica

Para la estimación de oferta hídrica se desarrolló en función a la estimación de las isoyetas de forma mensual y anual, se exporto a la hoja excel los valores de cada mapa temáticos de isoyetas. El procedimiento para la exportación valores a la tabla excel fue primeramente ir a la *tabla de contenidos* del Arcgis y dar clic derecho en mapa y buscamos la pestaña propiedades donde hacemos clic en *source* que son *propios del Arcgis*, hay se tendrá los datos para hacer la exportación a la tabla excel, este procedimiento se realizara para los distintos meses del año el cual sirvió para la estimación de la oferta hídrica en función a las isoyetas y la evapotranspiración que se mostrara en la parte de resultados en la *tabla 13*.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para lograr cumplir con los objetivos planteados en el presente estudio de investigación, se tuvo que hacer la recolección de las encuestas a los residentes rurales de la zona de estudio, realizadas de forma aleatoria con un total de 200 encuestas, las cuales fueron de representantes o jefes de del Centro poblado de Ayrumas Carumas; para esta aplicación de encuestas se tuvo que coordinar primeramente con las autoridades de la Municipalidad, luego con integrantes de las rondas campesinas y personas interesadas en el tema, donde se tuvo que hacer la sectorización de zonas aleatorias.

4.1. DETERMINACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS BOFEDALES

Para la valoración económica de los servicios ambientales de los bofedales, utilizando el método de valoración contingente, obtenido por el criterio de elección de precio hipotético a pagar, por acceder a los beneficios que brinda la recuperación y conservación del bofedal, estimándose según análisis estadísticos de las muestras en un monto promedio de 4.12 soles/mes/usuario, con una desviación estándar de ± 0.801 , tal como muestra en la *tabla 4*.

Tabla 4. *Modelo Logit precio hipotético a pagar de los servicios ambientales del bofedal*

Variable	obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
PRECIO	200	4.124484	0.8015624	2.071486	6.305737

Fuente: Elaboración propia, disponibilidad media de pago.



En estudios similares realizados por Tito (2018) en los humedales de la microcuenca Culca-Acora, obtuvo un valor económico del agua de los humedales de 2.32 soles al mes por familia, utilizando el método de valoración contingente y los modelos probabilísticos del Logit y Probit. Por su parte Flores (2022) determina el valor económico de los servicios de agua potable, mediante el método de valoración contingente, en la comunidad de Collpani, que están dispuestos a pagar 3.18 soles mensuales por familia por el servicio.

Por otro lado, según el trabajo realizado por Quispe, (2018) determinó la DAP por el servicio ambiental hidrológico del bofedal de Viluyo del Distrito de Nuñoa-Melgar, utilizando el MVC y los modelos probabilísticos de Logit y Probit, obteniendo como resultado un mayor monto en la disposición a pagar de s/.22.35 nuevos soles por mes y por familia, considerando que la zona de estudio su principal actividad es la producción y la crianza de camélidos sudamericanos. Los reportes indicados, indican valoraciones diferentes que perciben los beneficiarios por los servicios ambientales, según la utilidad o el costo de oportunidad del servicio ambiental.

La probabilidad de la disposición a pagar de los beneficiarios del ecosistema del bofedal Ayrumas Carumas, se determina por la frecuencia relativa de respuesta dicotómica de la variable dependiente, que están dispuestos a pagar por acceder a los beneficios que brinda el bofedal respondiendo afirmativamente con “SI” y respuesta negativa “NO” cuando la utilidad no se valora ni se reconoce. En este caso, según los resultados presentados en la **tabla 5**, el 75% de los beneficiarios SI están dispuestos a pagar por los servicios ambientales y en términos relativos representaría solo el 25% de los usuarios del bofedal No estarían dispuestos a pagar por los servicios ambientales del ecosistema.

Tabla 5. La variable binaria de responder “SI” que está dispuesto a pagar

DAP	N°	%
NO a la disposición a pagar	50	25%
SI a la disposición a pagar	150	75%

Fuente: Elaboración propia, variable binaria.

Sobre la probabilidad de beneficiarios que, SI están dispuesto a pagar por los servicios ambientales del agua, Tito (2018) reporta que el 65.6% de los beneficiarios de los humedales de la microcuenca de Culca-Acora, están dispuestos a pagar. De la misma manera, Flores (2022) indica que el 79.66 % de la población de la Comunidad de Collpani, manifestaron estar dispuestos a pagar por los servicios ambientales de agua potable que brinda el humedal. Reportes que confirman altos índices de disposición a pagar por los beneficiarios, de los servicios que brinda los bofedales, que varían entre 65.6 % a 79.66% de valoración y aceptación para su conservación.

La **tabla 6**, muestra la frecuencia absoluta, relativa y acumulada, de los precios hipotéticos a pagar, que fijaron los beneficiarios encuestados, donde la mediana está representada por la mayor frecuencia, que es de 1.50 soles de precio hipotético a pagar por los servicios eco-sistémicos del bofedal, que lógicamente podría incluir en mayor frecuencia a los que no muestran una actitud de NO estar dispuestos a pagar por los servicios ambientales, por cuanto el 100% de los encuestados eligieron un precio hipotético a pagar.

Tabla 6. *Frecuencia relativa y acumulada de los precios hipotéticos a pagar*

Precio hipotético a pagar	F. absol.	F. relat.	F. acum.
1.50	49	24.50	24.50
2	33	16.50	41.00
2.5	18	9.00	50.00
3	24	12.00	62.00
3.5	18	9.00	71.00
4	17	8.50	79.50
4.5	19	9.50	89.00
5	22	11.00	100.00
Total	200	100	

Fuente: Elaboración propia, frecuencia media de pago.

Además, se observa la distribución de la frecuencia de la disposición a pagar por los usuarios de los bofedales, la cual está establecida según el rango de precio de S/. 1.50 soles como el valor mínimo y el máximo de 5.00 nuevos soles, se observa que 49 personas están dispuestas al pago de 1.50 soles, que representa el 24.50% de la muestra, en segundo lugar 33 usuarios que están dispuestos al pago S/2.00 nuevos soles lo que representa 16.50% y 12 personas que están dispuestos el pago de S/3.00 nuevos soles lo que representa 12.00%; en el presente cuadro se observó también que hay una mayor aceptación por el precio de S/1.50 soles por el servicio eco-sistémico que brindan los bofedales.

La probabilidad individual de cada beneficiario del ecosistema del bofedal, sobre la disposición a pagar por los servicios ambientales, se estima con los modelos econométricos de probabilidad Logit y Probit, dando valores predeterminados a las

variables independientes, según sus características socioeconómicas, con las que se puede predecir sus probabilidades de cada individuo su disposición a pagar, la influencia significativa o no de cada variable considerada, determinará el nivel de probabilidad de aceptar el pago por servicio ambiental de cada beneficiario, los que se analizan en el siguiente ítems.

4.2. INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS EN LA DAP POR LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL BOFEDAL

Para determinar la influencia de las características socioeconómicas en la disposición a pagar, se ha seleccionado las variables más relevantes, las que se describen en la tabla 2 de materiales y métodos, identificados con sus respectivos acrónimos, cuyas estadísticas descriptivas de los resultados obtenidos, se muestra en la *tabla 7*.

Tabla 7. Estadística descriptiva de las características socioeconómicas de los usuarios de bofedales del Centro Poblado de Ayrumas Carumas-Acora

Descriptiva	DAP	PREC	PAM	ING	EDU	GEN	EDAD
Media	0.9050	2.7325	0.9350	1.2800	1.6050	0.6150	3.2500
Mediana	1.0000	3.0000	1.0000	1.0000	2.0000	1.0000	3.0000
Mínimo	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Máximo	1.0000	5.0000	1.0000	3.0000	3.0000	1.0000	5.0000
Desv.Est.	0.2940	1.0679	0.2471	0.4825	0.6411	0.4878	0.9444
Suma de cuadrados	181.0000	1720.2500	187.0000	374.0000	597.0000	123.0000	2290.0000

Fuente: Elaboración propia

Por tratarse de variable *dummy* ya sean dicotómicas nominales u ordinales, sus estadísticas descriptivas son engañosas por cuanto no reflejan realidad objetiva, de ahí



que es necesario aplicar modelos logísticos (Logit) y modelos probabilísticos (Probit); porque los datos empíricos presentan tendencias logarítmicas y probabilísticas, respectivamente. Sin embargo, la mediana que representa valores de mayor frecuencia, es la que mejor reflejaría la realidad empírica, para casos de tratamiento de datos cualitativos de respuesta binaria y de variables categóricas.

Para demostrar estadísticamente el nivel de influencia de varios variables independiente (X_i), sobre la variable dependiente (Y), habitualmente se utiliza los modelos de regresión lineal múltiple y para conocer el grado de significancia de cada variable se determina a través de la prueba *t Student*. Pero, cuando la variable dependiente es dicotómica, de respuesta “Si” o “No”, no obedece a una distribución normal, por lo que los datos de la DAP, requieren se ajustados a modelos exponenciales (Logit) o a modelos probabilístico, con las que se puede predecir la probabilidad positiva o negativa de un determinado usuario.

Con los datos de la tabla A.2 del anexo, y la ayuda del Software STATA vers. 16.0, ha obtenido el siguiente modelo Logit de disposición a pagar por los servicios ambientales del bofedal Ayrumas Carumas:

$$DAP = 1.68 - 1.41 \text{ PREC} + 1.12 \text{ PAM} + 1.22 \text{ ING} + 0.69 \text{ EDU} - 1.19 \text{ GEN} + 0.26 \text{ EDAD}$$

La correspondiente prueba de hipótesis del modelo Logit, aparece la **tabla 8**, donde se aprecia los coeficientes estimados para cada variable y el nivel de significancia de los coeficientes de las variables.

Tabla 8. Estimación Logit de DAP sobre las características socioeconómicas

DAP	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% C.I.]
PREC	-1.41361	0.224598	-6.29	0	-1.853814 -0.973406
PAM	1.123511	0.910741	1.23	0.217	-0.661508 2.908531
ING	1.222143	0.5553406	2.2	0.028	0.1336958 2.310591
EDU	0.6930314	0.3742791	1.85	0.064	-0.040542 1.426605
GEN	-1.196489	0.4562268	-2.62	0.009	-2.090677 -0.302301
EDAD	0.264132	0.238354	1.11	0.268	-0.203033 0.7312972
CONS	1.681324	1.313746	1.28	0.201	-0.893571 4.256219

Fuente: Elaboración propia,

Para el presente estudio, la importancia del modelo radica en identificar qué variable socioeconómica influye significativamente en la disposición a pagar, esto muestra el p-valor para cada variable; en este caso el precio hipotético a pagar es altamente significativo ($p=0.01$) por cuanto su p-valor es 0.000, lo que indica, que la variable PREC influye significativamente en la DAP, otra variable que influye significativamente ($p=0.5$) es el ingreso económico (ING), siendo su p-valor 0.028 que es menor a 0.05; y el tercer variable que incide significativamente en la DAP es la variable género (GEN), con grado de altamente significativa ($p=0.01$).

De la misma forma, con los datos de la tabla A.2 del anexo y el software estadístico utilizado para estimar el modelo Logit, se ha estimado el siguiente modelo Probit de DAP.

$$DAP = 0.66 - 0.68 PREC + 0.69 PAM + 0.57 ING + 0.28 EDU - 0.62 GEN + 0.18 EDAD$$

En el modelo Probit es muy similar en las variables al modelo Logit, son las mismas variables, pero los coeficientes estimados son completamente diferentes; la **tabla 9** muestra que los variables PREC y GEN, presentan diferencias altamente significativas ($p=0.01$), lo que indica que con 99% de probabilidad de certeza, las

variables indicadas influyen significativamente en la disponibilidad a pagar de los servicios ambientales. La tercera variable que inciden en las decisiones de pagar, es la variable ING, que influye significativamente ($p=0.05$) en la DAP.

Tabla 9. *Estimación PROBIT de DAP sobre las características socioeconómicas*

Dap	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% C.I.]
Prec	-0.684042	0.1023244	-6.69	0	-0.884595 -0.48349
Pam	0.6966416	0.4936801	1.41	0.158	-0.270954 1.664237
Ing	0.5682763	0.2771866	2.05	0.04	0.0250005 1.111552
Edu	0.2829582	0.1905696	1.48	0.138	-0.090552 0.6564678
Gen	-0.622906	0.2398909	-2.6	0.009	-1.093083 -0.152728
Edad	0.1841249	0.1310132	1.41	0.16	-0.072656 0.4409061
Cons	0.6621806	0.7111901	0.93	0.352	-0.731726 2.056088

Fuente: Elaboración propia

Entre ambos modelos la única diferencia son los coeficientes estimados, esta diferencia se debe al tipo de modelo al que es ajustado, es decir, el primero se ajusta a un modelo logístico y el otro al modelo probabilístico. Sin embargo, ambos modelos son exponenciales, determinan las mismas variables como significativamente influyentes en DAP, presentan los mismos niveles de significancia para cada variable, expresan las mismas tendencias de las variables independientes en determinar la DAP, se obtiene similar probabilidad al realizar estos cálculos.

Pero para ambos modelos, no es pertinente interpretar los efectos marginales con los coeficientes estimados, debido a que son valores exponenciales, por lo que para su correcta interpretación y análisis, requiere transformar en coeficientes lineales, por lo que se realiza la primera derivada parcial de la variable dependiente Y (DAP), con respecto a cada variable independiente X, al realizar esta operación matemática en ambos modelos, resulta que sus coeficientes son similares; por lo que, en la **tabla 10**, aparece solo los efectos marginales del modelo Logit.

Tabla 10. *Efectos marginales Logit*

variable	dy/dx	Std. err.	z	P> z	[95% C.I.]	X
prec	-0.1833849	0.03088	-5.94	0.000	-0.243913 -0.122856	2.915
pam	0.1969449	0.20129	0.98	0.328	-0.197579 0.591468	0.935
ing	0.1585462	0.07303	2.17	0.030	0.015419 0.301674	1.325
edu	0.0899056	0.04828	1.86	0.063	-0.004726 0.184537	1.69
gen	-0.162136	0.06529	-2.48	0.013	-0.29011 -0.034161	0.46
edad	0.0342653	0.03097	1.11	0.269	-0.026436 0.094967	3.25

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Fuente: Elaboración propia

Según la **tabla 10** los efectos marginales, mantiene aproximadamente los mismos niveles de significancia de las variables y los mismos signos, en relación a los modelos Logit y Probit estimados. A excepción de que los coeficientes se han convertido en lineales, los que permiten su fácil interpretación, ya sea como variación marginal o como variación porcentual (elasticidad).

En conclusión, las variables socioeconómicas que influyen significativamente en la disposición a pagar por los servicios ambientales del bofedal Ayrumas Carumas, son: los precios hipotéticos a pagar (PREC) para acceder a los beneficios de la recuperación y conservación del ecosistema; Otra variable influyente son los niveles de ingresos familiar (ING) y la tercera variable que influye en la DAP es el género; a continuación, se analiza estas variables socioeconómicas y su grado de influencia.

La variable independiente de precios hipotéticos a pagar (PREC), expresa con su signo negativo, una relación inversa con la disposición a pagar, es decir, cuanto más alto el precio disminuye la DAP y cuando el precio a pagar es bajo, la DAP aumenta. El -0.18



de efecto marginal para el precio, indica que, si el precio a pagar sube en 10%, la disposición a pagar disminuirá en 1.8 % o viceversa, mostrando así una relación inelástica entre PREC y DAP.

Con respecto a la variable ingreso familiar (ING) es significativamente importante en la DAP, a los encuestados se ha categorizado en 5 niveles de ingreso, los de bajo ingreso como categoría 1 y los de alto ingresos como categoría 5. El coeficiente de efecto marginal de 0.15 % para esta variable, indica una relación directa y positiva, significa que si aumenta el ingreso familiar en 10% la disposición a pagar aumentará en solo 1.5%, la inelasticidad de la DAP a las variaciones del ingreso y la influencia significativa de esta variable, indican que los servicios ecosistémicos del bofedal Ayrumas Carumas, son considerados esenciales para la subsistencia por las familias beneficiarias.

En cuanto a las respuestas a la variable género (GEN) se determinó que el 54% representan el género femenino, esto representaría un total 108 representantes de familia; en cuanto al género masculino es 46% lo que representaría un total de 92 representantes de familia y podemos observar que hay más mujeres que varones que están a cargo de hogar. En los efectos marginales de los modelos Logit y Probit, la variable género (GEN) tiene un comportamiento inverso con la disposición a pagar, es decir, cuando aumentarían los varones como representante familiar, baja la DAP; pero la mayor presencia mujeres indica que los varones se ocupan en otras actividades con mayor costo de oportunidad.

Los variables percepción ambiental (PAM), nivel educativo (EDU) y la edad del representante de la familia, no han mostrado influencia significativa ($p=0.05$) en los modelos estimados; sin embargo, muestran relación positiva a la actitud de disponibilidad de pagar por los servicios ambientales del bofedal.

Tabla 11. *Resultado de la percepción ambiental*

Percepción ambiental	Freq.	F. relativa	F. acumulada
Considera no deteriorado	13	6.50	6.50
Considera si deteriorado	187	93.50	100.00
Total	200	100.0	

Fuente: Elaboración propia

En la *tabla 11* se observa la percepción ambiental de que al ecosistema del bofedal consideran deteriorada el 93.50 % de la muestra, que significa la conciencia ambiental favorable, previo a tomar medidas de recuperación y conservación del ecosistema, quizá se puede considerar como potenciales proveedores de servicios ambientales, en el mercado de bienes y servicios ambientales.

Tabla 12. *Resultado de la percepción ambiental y cómo influye la educación*

Percepción ambiental	Educación			Total
	1	2	3	
Considera no deteriorado	8	5	0	13
Considera si deteriorado	84	73	30	187
Total	92	78	30	200

Fuente: Elaboración propia

La *tabla 12*, muestra que, en todos los niveles educativos existentes en la microcuenca, existe alta percepción ambiental, al considerar deteriorada el bofedal donde viven, el 100 % de la población con educación superior demuestra alta percepción ambiental.

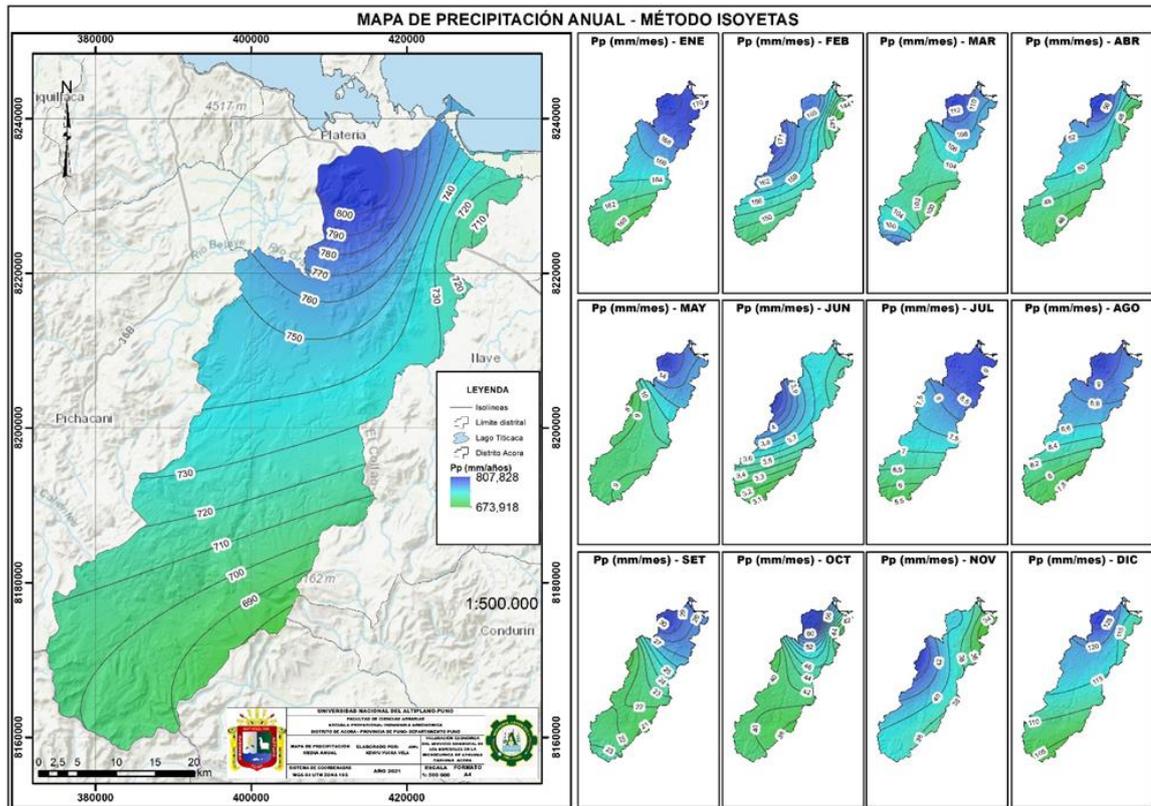


4.3. ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA DE LAS PRECIPITACIONES QUE SE PRESENTAN EN LA MICROCUENCA AYRUMAS CARUMAS

La estimación de la oferta hídrica de la microcuenca Ayrumas Carumas, se realizó en base a los datos de series históricas de precipitación pluvial provenientes de la oficina Oficina del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Puno (SENAMHI), donde se utilizó los datos de 5 estaciones meteorológicas ya mencionadas, con las que elaboraron los mapas Isoyetas,

En la *figura 5* se observa los **mapas de isoyetas** mensualmente y anualmente con los valores promedios de precipitación en la zona de estudio, donde se determinó en base a la interpolación con 5 estaciones ya mencionadas en la parte de metodología. Los mismos que presentan valores promedios de 807.828 mm/año y el mínimo valor precipitado es de 673.918 mm/año, en el mapa de isoyetas se observa que tiene distintos comportamientos la precipitación según los meses y temporadas.

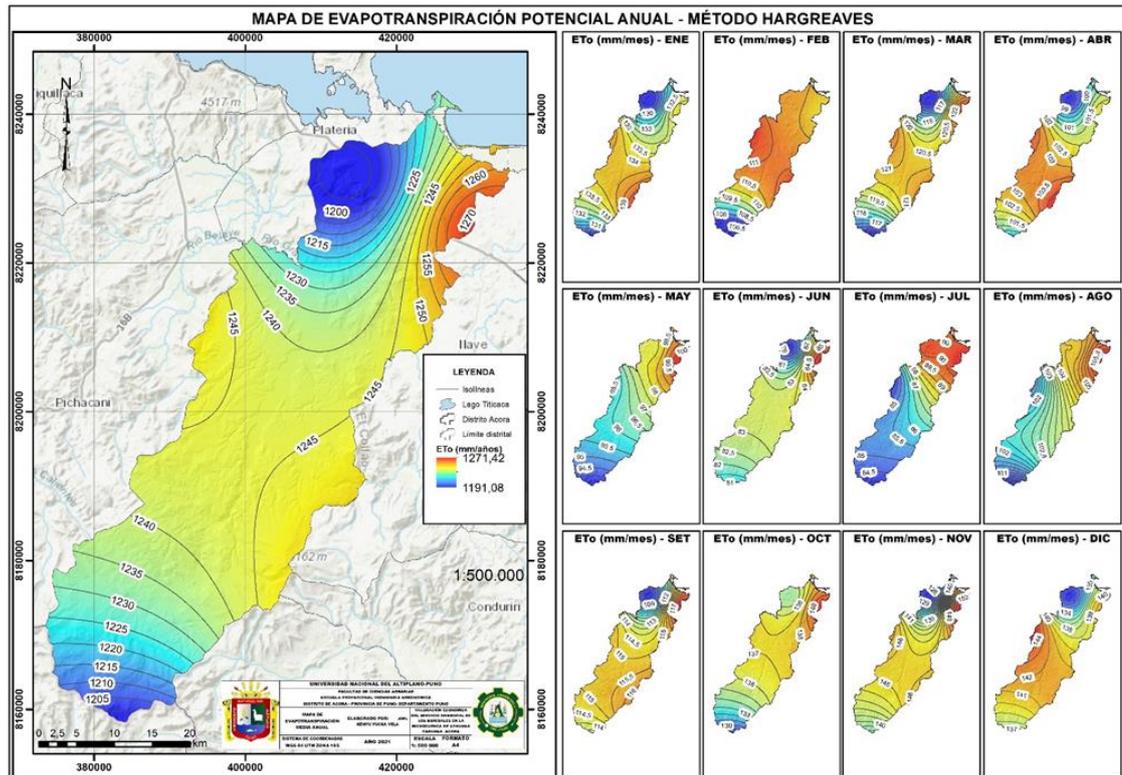
Figura 5. Mapa de Isoyetas - precipitación anual



Fuente: elaboración propia con el programa Arcgis.

En la siguiente *figura 6*, para la zona de estudio, se observa como es el comportamiento de la **evapotranspiración potencial** en los distintos meses según las temporadas húmedas y de estiaje en distrito de acora, las cuales presentan un valor de 1271,42 mm/año y en su mínimo valor 1191,08 mm/año y estos valores promedios varían de acuerdo a cada mes, así como también a la variación de los elementos climáticos la cual está en función a la latitud y altitud.

Figura 6. Mapa de evapotranspiración potencial anual - Método Hargreaves



Fuente: elaboración propia con el programa Arcgis

En la siguiente **tabla 13**, se observa **oferta hídrica** donde podemos observar que se presenta en el mes de enero un valor promedio de 807.828 mm/año y 673.918 mm/año. los cuales son promedios que llueven en la zona y son aprovechables para la recarga de los bofedales y en cuanto a la evapotranspiración vemos que es mayor a la precipitación en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre lo cual indica que hay una deficiencia hídrica pese que la precipitación ya se presenta en los meses de octubre noviembre y diciembre.

Tabla 13. *Estimación de la oferta hídrica con el uso del sistema de información geográfica*

PARAMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Precipitación (mm/mes)	165.11	157.39	105.14	49.5	10.57	3.63	7.54	8.52	24.18	44.43	39.63	114.09	729.75
Temp Media °C	9.8	9.83	9.55	8.54	6.59	5.51	4.94	5.87	7.51	9.03	9.99	10.16	8.11
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Temp Mínima °C	0.34	0.36	-0.28	-3.54	-8.88	-10.76	-10.37	-9.83	-6.04	-4.27	-4.64	-2.24	-5.01
Temp Máxima °C	19.66	18.6	20.18	17.7	19.8	17.79	17.8	18.79	20.18	20.79	21.38	20.38	19.42
Rad Sol Extraterrestre (mm/mes)	16.8	16.3	15.19	13.38	11.58	10.67	10.98	12.48	14.39	15.8	16.6	16.81	14.25
Rad Sol Incidente (mm/mes)	11.52	10.56	10.46	9.59	9.48	8.78	9.13	10.43	11.17	12.13	12.73	11.94	10.66
Eto (mm/mes)	150.74	124.9	135.58	115.82	109.53	93.83	98.38	116.98	129.68	143.2	143.2	139.59	1512.46

Fuente: Elaboración propia con las 5 estaciones meteorológicas de la zona de estudio.



V. CONCLUSIONES

PRIMERO: El valor económico de los servicios ambientales del bofedal de la microcuenca Ayrumas Carumas, estimado por el método de valoración contingente, toma el criterio de disposición de precio hipotético a pagar DAP, por acceder a los beneficios que brinda la recuperación y conservación del ecosistema, se ha calculado en un valor promedio de s/ 4.12 soles/mes/ y anualmente 9.888 soles/año en 200 familias; siendo la proporción de la población dispuesta a pagar por los servicios ambientales.

SEGUNDO: Las variables socioeconómicas que influyen significativamente en la disposición de pagar por los servicios ambiental son: el precio a pagar, el ingreso familiar y género, determinados por la prueba de hipótesis, tanto en el modelo Logit como en modelo Probit.

TERCERO: La oferta hídrica estimada para la microcuenca Ayrumas Carumas, se calculó mediante la elaboración de mapas isoyetas y estos valores oscilan entre un promedio de 807.828 y 673.918 mm/año.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERO. Para futuras investigaciones se recomienda considerar la sistematización de la evaluación económica en base a la metodología beneficio en pasturas producidas por el bofedal, a fin de que la población esté dispuesta a pagar por gran mayoría.

SEGUNDO. Se recomienda obtener datos climáticos provienen de la Oficina del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Puno, puesto que son base para determinación de distintos parámetros como el balance hídrico de las microcuencas.

TERCERO. Se recomienda investigar sobre las implicancias de las especificaciones de modelos econométricos alternativos para establecer la DAP, mismos que estos deben ser evaluados respecto a su consistencia y fiabilidad.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzérreca, H. (2001). Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano. Proyecto de conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca. *Proyecto de conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca*. Universidad Nacional La Molina, Lima, Peru.
- Aparicio, F. (2015). Fundamentos de hidrología de superficie. . LIMUSA. D.F, México: .
- Ayala, A., & Abarca, F. (2014). Disposición a pagar por la restauración ambiental del río Lerma en la zona metropolitana de la Piedad, Michoacán. *Economía sociedad y territorio*, 31.
- Azqueta, D. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. España: McGraw-Hill.
- Barbier, E., & Burgess, J. (1997). The Economics of Tropical Forest Land Use Options. *Land Economics*, 174-195.
- Barrantes, G., & Vega, M. (2001). *Evaluación del Servicio Ambiental Hídrico*. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS), Costa Rica.
- 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.
- Barsev, D., Pérez, R., & Herlant, O. (2000). *Valoración de los servicios ambientales del almacenamiento del agua en los sistemas de bofedales altoandinos caso: comunidad campesina de Calasaya Conduriri*.
- Bateman. (2009). *El ciclo hidrológico*. Grupo de Investigación En Transporte de Sedimentos.
- Bishop, R., & Thomas Heberlein, T. (1979). Measuring Values of Extra Market Goods: Are Indirect Measure Biased. *American Journal of Agricultural Economics*: Vol 65.



- Caicedo, Y. (2009). *Medición del caudal por el método del flotador*. Medición del caudal por el método del flotador.
- Cardozo, A. (1954). *Auquénidos*. Editorial Centenario. La Paz, Bolivia.
- Cardozo, A. (1996). *Indicadores básicos para la cría de camélidos domésticos y ovinos*. Informe de Consultoría, La Paz.
- Carrasquel, G. (2012). Obtenido de <https://www.ecoticias.com/naturaleza/61002/noticia-medio-ambiente-Bofedales-humedales-andinos-merecen-proteccion>
- Castro, M. (2011). Una valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en los bofedales de los Páramos Ecuatorianos.
- Castro, R. (1999). *Sistemas para el seguimiento y analisis de tierras mediante Teledeteccion Bases teoricas*. Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, Chile.
- Ccamapaza, T. (2018). Valoración económica del agua de los humedales de la microcuenca de Culta –Acora. *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Cerda, J. (2003). *Beneficios de la recreacion al interior de la Reserva Nacional Lago peñuelas*. universidad de Chile, Chile.
- Chereque, W. (2011). *Hidrologia para estudiantes de ingenieria civil*. Pontificia Universidad Catolica de Peru, Obra auspiciado por CONCYTEC, Peru .
- Chuvieco, E. (2002). Sistemas de informacion geografica y teledeteccion. *Teledetección ambiental*. Ariel Ciencias Barlenona, España.
- CIBR Salud. (2019). *Asociacion de bebidas refrescantes anfabra*. Obtenido de <http://www.cibr.es/salud-hidratacion-balance-hidrico>
- Comisión Nacional Forestal. (2015). Obtenido de <https://www.gob.mx/conafor/documentos/servicios-ambientales-27810>
- Crispin, M., & Jimenez, L. (2019). Valoración económica ambiental de los bofedales del distrito de Pilpichaca, Huancavelica, Perú. *Revista lamolina*.



- Custred, G. (1997). *Las punas de los Andes Centrales. en: Flores Ochoa. Jorge, Comp. Pastores de puna.*
- Daltabuit, M., Vargas, L. M., Santillan, E., & Cisnero, H. (1994). *Mujer rural y medio ambiente en la selva lacandona.* CRIM-UNAM.
- Dangles, O., Meneses, R., & Anthelme, F. (2014). Un proyecto multidisciplinario que propone un marco metodológico para el estudio de los bofedales altoandinos en un contexto de cambio climático. *HAL science ouverte.*
- Del Toro, F. J., Kretschmar Guerrero, T., & Hinojosa-Corona, A. (2014). *Estimación del balance hídrico en una cuenca semiárida, El Mogor, Baja California, México.* Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, México.
- Diaz Suescun, L. L., & Alarcon Africano, J. G. (2018). *ESTUDIO HIDROLÓGICO Y BALANCE HÍDRICO PARA DETERMINAR LA OFERTA Y LA DEMANDA DE AGUA DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA NISCOTA PARA UN ACUEDUCTO INTERVEREDAL EN NUNCHÍA, CASANARE.* UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS BOGOTÁ D.C., BOGOTÁ D.C.
- Escobar, J. (1994). *Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con Pc ARC/INFO e IDRISI.* Jesús Salado .
- Espinoza C, A. A. (2012). BALANCE HIDRICO RIO EL ANGEL. En *TESIS DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARA LA OBTENCION* (pág. 79). ECUADOR.
- Fankhauser, S., & Tepic, S. (2005). *Can poor consumers pay for energy and water? An affordability analysis for transition countries.* Obtenido de documento de trabajo del BERD n° 92.
- Fennesy, S., Jacobs, A., & Kentula, M. (2007). *An evaluation of rapid methods for assessing the ecological condition of wetlands.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/225664104_An_evaluation



- Fernández, J. (2008). *Compendio de Energía Solar: Fotovoltaica, Térmica y Termoeléctrica*. Madrid, España.
- Flores, M. (2006). *Investigación Educativa*.
- García, B. (2013). Caracterización del agua de lluvia captada en una edificación para su aprovechamiento con fines de sustentabilidad hídrica. *Universidad Nacional Autónoma de México*. México.
- Gil Mora, J. E. (2011). Bofedal: Humedal Altoandino de Importancia para el Desarrollo de la Región Cusco. *Mundo Andino*.
- Gobierno Regional Puno. (2008). *agos por Servicios Ambientales para la conservación de bosques en la Amazonía peruana*. Obtenido de <http://siar.minam.gob.pe/puno/documentos/pagos-servicios-ambientales-conservacion-bosques-amazonia-peruana>
- Guzmán, M. (2016). Valoración económica ambiental del servicio hídrico para la conservación sector rontoccocha microcuenca mariño por la población de Abancay, Apurímac 2015. *Tesis*. Universidad a las Peruanas, Abancay, Perú.
- Hammerly, R. (2001). *Modelación de la evapotranspiración con métodos de balance de agua*.
- Hanemann, W. (1984). *Welfare evaluation in Contingent Valuation experiments With Discrete responses*.
- Hargreaves y Samani. (1985). *Reference Crop Evapotranspiration from Temperature*. Applied Engineering in Agriculture. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://hidrologia.usal.es/practic as/ET/ET_Hargreaves.pdf
- Hilari, H. (2018). Identificación y análisis multitemporal de cuatro bofedales en el altiplano norte del departamento De La Paz (Ulla Ulla, Ancoraimes, Peñas y Tuni Condoriri). *Tesis*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Holahan, C. (2002). *Psicología ambiental*. (N. E. Limusa, Ed.)



- Huayhua, C., & Loyola, R. (2021). Valoración económica de los flujos hidrológicos y la . *Manglar*.
- Ibáñez, L. (2011). *El Tiempo Atmosférico y la Hidrología*. Departamento de Irrigación UACH.
- INRENA. (2007). Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Cabanillas y Lampa. En INRENA, *Intendencia de Recursos Hídricos* (págs. 4-134). Juliaca-Peru.
- Mamani M, B. (2017). *VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE REGULACIÓN, DE LOS BOFEDALES DEL CENTRO POBLADO DE CHALHUANCA, DISTRITO DE YANQUE, PROVINCIA DE CAYLLOMA, REGIÓN AREQUIPA*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA-FACULTAD DE ECONOMÍA, Arequipa-Peru.
- Mamani, B. (2015). Valoración de los servicios ambientales del almacenamiento del agua en los sistemas de bofedales altoandinos caso: comunidad campesina de Calasaya Conduriri. *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Peru.
- Mango, B. (2017). *Valoración económica de los servicios ecosistémicos de regulación, de los bofedales del centro poblado de chahuanca, distrito de Yanque, provincia de caylloma, región Arequipa*. Tesis, Arequipa, Perú.
- Martinez, M., & Dimas, L. (2007). *Valoración los Servicios Hidrológicos:Subcuenca del Río Teculután Guatemala*. Obtenido de vreyes@wwfca.org
- Medina, M. E. (2003). El Uso del los Modelos de Elección Discreta Para la Predicción de Crisis Cambiarias: El Caso Latinoamericano. *Tesis Doctoral*. Universidad Autónoma de Madrit, Madrit, España.
- Mendieta L, J. C. (2005). *Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables*. Bogota-Colombia:Universidad de los Andes. Facultad de Economía: Bogotá : Uniandes, CEDE, ©2005,segunda edicion.



- Millennium Ecosystem Assessment. (2003). *Ecosystem And Human Well-Being*. Washington,DC: A Framework For Assessment. Obtenido de https://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf
- MINAM. (2016). *GUIA DE VALORACION ECONOMICA DEL PATRIMONIO NATURAL* (SEGUNDA EDICION ed.). LIMA-PERU.
- MINAMBIENTE. (2018). Guia de Apliacion de la Valoración Económica. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles, Bogota-Colombia. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/pdf/valoracion_economica_ambiental/Gu%C3%ADa_de_aplicaci%C3%B3n_de_la_VEA_Comprimida.pdf
- Musy, A. (2001). Hydrologie Generale. *Ecole Polytechnique Federale de Lausanne*. Laboratoire d Hydrologie et Amenagement.
- Ordoñez , J. (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una cultura del agua y la gestion integral del recurso hidrico*. SENAMHI.
- Paredes, M. (1995). *El desarrollo sostenible del recurso camélido y la organización campesina*.
- Pearce, D., & Turner, R. (1995). *Economia de los recursos naturales y del medio ambiente*.
- Pérez, O. (2008). *Valoración económica de los Recursos Naturales y del Ambiente* Importancia y limitaciones, metodología y técnicas, estudios de caso y aplicaciones. Lima, Perú.
- PNUD-ALT. (2001). *Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito peruano del sistema*. Puno, Peru.
- Prieto, M. (2001). Mejorando la calidad de la educación: hacia una resignificación de la escuela. valparaíso: ediciones universitarias de valparaíso. *Revista electronica diagolos educativos* .



- Quispe, R. (2018). Valoración económica del servicio ambiental hidrológico del bofedal viluyo del distrito de Nuñoa-Melgar. *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Peru.
- Ramsar, C. (1997). Valoración Económica de Bofedales. *Guía para decisores y planificadores*, 11 p.
- Rodriguez, L. H. (2011). MÉTODOS DE VALORACIÓN DE BIENES AMBIENTALES. *Metodos de Valoración de Bienes Ambientales*.
- Ruiz, M. (2009). Percepción y conocimiento de la biodiversidad por estudiantes urbanos y rurales de las tierras áridas del centro-oeste de Argentina. *Asociación Argentina de Ecología*, 176.
- Samani, Z. (2000). Hargreaves, Reference Crop Evapotranspiration From Temperature. En *Hargreaves, G.H Reference Crop Evapotranspiration From Temperature* (págs. 96-99).
- Sanchez, R. (2005). *Interpretación visual de imagen de sensores remotos y su aplicación en el levantamiento de cobertura vegetal y uso de la tierra*. Santa fe de Bogota, Colombia.
- SENAMHI. (s.f.). *Balance hidrico superficial del Peru a nivel multianual*. Lima-Peru .
- Sokolov, A. (1981). Metodos de calculo del balance hidrico. *Guia internacional de investigacion y metodos*. Instituto de hidrologia de España (UNESCO), España. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000137771&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_4675bc89-f700-4d3a-a1e6-20659bb2a2bb%3F_%3D137771spao.pdf&locale=en&multi=true&ark=/ark:/48223/
- Soria, W. (2018). *Valoración económica ambiental de la cuenca hídrica de hampaturi*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.



- Tapia, M., & Flores, J. (1984). *Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú*. Lima, Perú: Editoriales Adolfo Fries.
- Tomasi, D. (2007). *Valoracion Economica del Ambiente*. Universidad de Buenos Aires- Facultad de Agricultura, Buenos Aires-Argentina.
- UNESCO. (2006). *Balance hidrico superficial del Peru a nivel multianual*.
- Unesco. (2006). Balance Hidrico superficial del Peru a nivel multianual. *Programa Hidrologico internacional*. Perú.
- Vera, A. H. (s.f.). Balance hidrico superficial de las cuencas de los rios Chira y Piura. *DIRECCION DE HIDROLOGIA APLICADA. DIRECCION GENERAL DE HIDROLOGIA Y RECUROS HIDRICOS*.
- Vila, M., & Chupa, L. (2015). Valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en la comunidad campesina Villa de Junín. *Articulo Original*.
- www.esri.com. (1969). <https://www.esri.com/en-us/arcgis/about-arcgis/overview>.



ANEXOS

ANEXO 1: Formato de encuesta

ENCUESTA DEL BOFEDAL DE CENTRO POBLADO DE AYRUMAS CARUMAS-ACORA

ENCUESTA A JEFE DE FAMILIA N°.....

Estimado(a) Reciba un saludo cordial: Soy egresado de la Universidad Nacional del Altiplano Puno y estoy realizando encuestas confidenciales(anónimas) de carácter académico, que es para mi proyecto de tesis de pre grado denominado “VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO AMBIENTAL DE LOS BOFEDALES EN LA MICROCUENCA DE AYRUMAS CARUMAS-ACORA” para obtener información y plantear alternativas.

I. ESCENARIO DE INFORMACIÓN Y IMPORTANCIA DE LOS BOFEDALES EN LA MICROCUENCA DE AYRUMAS CARUMAS

1. **¿Cree que son importantes los bofedales?**

() SI () NO

.....

.....

2. **¿Es importante la conservación de los bofedales?**

() SI () NO

.....

.....

3. **¿En la actualidad ha hecho algún trabajo de mantenimiento o ampliación de bofedales de la microcuenca Ayrumas Carumas?**

() SI () NO

.....

.....

4. **¿Quién debería cuidar y mantener los bofedales altoandinos?**

Gobierno () Municipalidad () Otras entidades() Yo mismo ()

II. ESCENARIO DE DATOS SOCIOECONÓMICOS

1. **¿Cuál es su edad?**

18-25 años () 26-35 años() 36-45 años() 46-55 años() 56-89 años()

2. **¿Sexo?**

Masculino () Femenino ()



3. ¿Grado de Instrucción?

Primaria ().....

Secundaria ().....

superior completa ().....

Superior completa ().....

Postgrado ().....

4. ¿Cuál es su ingreso familiar total mensual?

1.- S/ 0 a 550 ()

2.- s/ 551 a 1600 ()

3.- s/ 1601 a 2100 ()

4.- s/ 2101 a 2600 ()

5.- s/ 2601 a 3000 ()

III. ESCENARIO DE LA DISPONIBILIDAD A PAGAR

1. ¿Usted está dispuesto a pagar mensualmente para la conservación del servicio ambiental de los bofedales, así como también para su mejoramiento?

Si

No

2. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar para el mantenimiento y mejoramiento del servicio ambiental de los bofedales?

S/1.50	S/2.00	S/2.50	S/3.00	S/3.50	S/4.00	S/4.50	S/ 5.00
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

3. ¿Por qué motivo no está dispuesto a colaborar?

1.-El gobierno debe de pagar, no es mi responsabilidad

2.-No tengo recursos económicos

3.-El municipio el que debe de pagar

4.-No confió en el uso adecuado de los fondos

MUCHAS GRACIAS, POR SU INFORMACIÓN

FECHA:/...../.....



ANEXO 2. Base de datos de encuesta para ingresar el software stata versión 16

Donde:

OBS= observaciones-**DAP**= disposición a pagar-**PREC**=precio-**PAM**=
percepción ambiental-**ING**= ingreso-**EDU**= educación-**GEN**= genero-**EDAD**=
edad.

OBS	DAP	PREC	PAM	ING	EDU	GEN	EDAD
1	1	2.0	1	1	1	1	4
2	1	3.0	1	1	1	0	4
3	1	2.5	1	2	0	1	5
4	0	1.0	0	1	1	1	5
5	1	2.0	1	1	2	1	4
6	1	2.5	1	1	2	0	3
7	1	1.5	1	1	2	1	2
8	1	1.5	1	1	2	1	2
9	1	3.0	1	2	1	1	4
10	1	5.0	1	1	2	1	5
11	0	1.0	1	1	2	1	4
12	1	3.5	1	2	3	1	2
13	1	3.0	1	1	1	1	5
14	0	1.0	0	1	2	1	3
15	1	5.0	1	1	1	0	4
16	1	3.5	1	1	2	0	3
17	1	3.0	0	1	1	0	4
18	0	1.0	1	1	2	1	5
19	1	2.5	1	1	2	1	2
20	0	1.0	1	1	2	0	3
21	1	3.0	1	1	1	0	2
22	1	3.0	1	2	1	1	2
23	1	3.0	1	1	2	0	1
24	1	2.0	1	1	2	0	1
25	1	2.0	1	1	1	0	4
26	1	2.0	1	1	1	1	5
27	1	2.0	1	1	1	1	3
28	1	2.5	1	1	1	0	3
29	1	1.5	1	2	2	1	4
30	1	2.5	1	1	2	1	3
31	1	1.5	0	3	2	1	2
32	1	4.0	1	1	2	1	4
33	1	1.5	1	1	3	1	2
34	1	1.5	1	3	2	0	4
35	1	3.0	1	1	2	1	2
36	1	1.5	0	1	2	1	2
37	1	5.0	1	1	1	0	4
38	1	1.5	0	1	2	1	4
39	1	1.5	1	1	2	1	5
40	1	4.0	1	1	1	1	4
41	1	1.5	1	1	3	1	3
42	1	2.5	1	1	3	1	4



43	1	3.0	1	2	2	0	3
44	1	1.5	1	1	1	1	5
45	1	5.0	1	1	2	1	3
46	1	3.0	1	2	2	0	4
47	1	2.5	1	2	2	1	5
48	1	1.5	1	1	1	0	3
49	1	5.0	1	1	1	1	5
50	1	4.5	1	1	1	0	5
51	1	3.0	1	1	2	1	4
52	1	3.0	1	1	2	1	5
53	1	3.0	1	2	2	1	2
54	1	2.5	1	1	1	0	3
55	0	1.0	0	1	1	0	3
56	1	3.0	1	2	2	1	3
57	1	2.5	1	2	3	0	3
58	1	2.0	1	1	1	1	4
59	1	1.5	1	1	1	1	2
60	1	1.5	1	1	2	0	2
61	1	3.0	1	2	2	1	3
62	1	3.0	1	2	3	0	2
63	1	3.5	1	1	1	0	3
64	1	3.0	1	1	2	0	4
65	1	2.5	1	1	2	1	5
66	1	2.5	1	1	1	1	4
67	1	4.0	1	2	2	1	4
68	1	3.5	1	1	1	0	5
69	1	3.0	1	1	1	0	4
70	1	3.0	1	1	2	1	4
71	1	4.0	1	2	2	1	4
72	1	1.5	1	1	1	0	5
73	1	1.5	1	1	1	1	4
74	1	5.0	1	1	1	1	4
75	1	3.0	1	1	2	1	3
76	0	1.0	1	1	1	0	4
77	1	2.0	1	1	2	1	4
78	1	3.0	1	2	2	0	3
79	1	3.0	1	1	2	0	4
80	1	3.0	1	2	1	0	4
81	0	1.0	1	1	1	1	5
82	0	1.0	1	1	1	1	5
83	1	2.0	1	1	2	1	4
84	1	3.0	1	1	1	0	5
85	1	3.0	1	2	1	1	4
86	1	3.5	1	1	1	0	3
87	1	3.0	1	1	1	0	3
88	1	4.0	1	2	2	1	4
89	1	4.0	1	1	1	1	3
90	1	3.0	1	2	1	1	5
91	1	3.0	1	1	1	0	5
92	1	5.0	1	2	2	0	3
93	1	3.0	1	1	1	1	3
94	1	3.0	1	1	1	1	2
95	1	4.0	1	2	2	0	2
96	1	5.0	1	2	3	1	4
97	1	3.5	1	1	1	1	3
98	1	3.0	1	2	2	1	3
99	1	3.0	1	1	2	0	3
100	1	3.0	1	1	2	1	3



101	1	5.0	1	2	3	1	3
102	1	3.0	1	1	2	0	4
103	1	3.0	1	1	2	1	2
104	1	2.0	1	1	1	0	2
105	0	1.0	0	1	1	1	2
106	0	1.0	0	1	2	1	3
107	1	2.0	1	2	2	1	3
108	1	2.0	0	1	1	1	2
109	1	3.5	1	1	2	1	4
110	1	5.0	1	1	2	1	2
111	1	3.0	1	1	1	0	3
112	1	2.5	1	1	1	0	3
113	1	2.0	1	1	1	1	3
114	1	5.0	1	2	1	0	2
115	1	4.0	1	2	1	0	2
116	1	3.0	1	1	1	1	3
117	0	1.0	1	2	2	1	3
118	1	3.0	1	2	1	1	3
119	1	3.0	0	1	1	0	2
120	1	3.5	1	1	1	1	3
121	1	3.0	1	1	1	1	4
122	1	3.0	1	2	1	1	3
123	1	2.5	1	1	1	0	3
124	1	3.0	1	1	2	0	3
125	1	2.0	1	1	1	1	2
126	1	4.5	1	2	1	1	3
127	1	3.0	1	2	1	0	3
128	1	3.0	1	1	2	0	3
129	1	2.5	1	1	2	1	3
130	1	3.0	1	2	2	1	2
131	1	3.0	1	1	2	1	2
132	1	1.5	1	1	1	1	4
133	1	2.5	1	1	2	0	2
134	1	3.0	1	1	1	1	3
135	1	3.5	1	2	2	1	3
136	1	3.0	1	1	1	1	4
137	1	3.0	1	1	2	0	2
138	1	3.0	1	2	2	1	3
139	1	2.0	1	1	1	0	2
140	1	2.0	1	1	2	0	2
141	1	2.0	1	1	2	1	3
142	1	3.0	1	2	1	0	2
143	1	3.0	1	1	2	1	4
144	1	3.5	1	3	3	1	3
145	1	3.0	1	2	1	1	4
146	1	1.5	1	1	1	1	3
147	1	3.0	1	1	1	1	3
148	1	3.0	1	1	1	0	2
149	1	3.0	1	1	2	0	4
150	1	3.0	1	1	1	1	4
151	1	3.0	1	1	2	1	3
152	1	2.0	1	1	1	1	4
153	1	2.0	0	1	1	1	4
154	1	2.5	1	1	1	0	3
155	1	2.5	1	1	2	0	4
156	0	1.0	0	1	1	1	4
157	0	1.0	1	1	1	1	3
158	0	1.0	1	1	2	0	4



159	0	1.0	1	2	2	1	4
160	1	5.0	1	2	2	0	3
161	1	5.0	1	2	2	1	3
162	1	1.5	1	1	1	0	3
163	1	1.5	1	1	2	0	3
164	1	3.0	1	1	2	1	2
165	1	3.5	1	1	1	1	2
166	1	3.5	1	1	2	1	3
167	1	3.0	1	1	1	0	3
168	1	1.5	1	1	2	0	2
169	1	1.5	1	1	1	1	3
170	1	1.5	1	1	1	1	3
171	1	2.0	1	1	2	0	2
172	0	1.0	1	1	2	0	2
173	1	3.0	1	1	2	1	2
174	1	3.0	1	2	2	1	3
175	1	3.0	1	1	1	0	3
176	1	3.0	1	1	1	0	4
177	1	3.5	1	2	3	1	3
178	1	3.0	1	2	2	1	2
179	1	3.0	1	1	1	1	3
180	1	3.0	1	1	2	0	3
181	1	3.0	1	1	1	1	2
182	1	3.5	1	2	3	0	2
183	1	3.0	1	1	1	1	4
184	1	4.0	1	2	2	1	3
185	1	4.0	1	2	2	0	3
186	1	4.5	1	2	3	0	4
187	1	5.0	1	2	3	1	3
188	1	1.5	1	1	1	1	3
189	1	2.0	1	1	2	0	4
190	1	2.5	1	1	2	0	3
191	1	3.0	1	1	1	1	4
192	1	3.0	1	1	3	1	2
193	0	1.0	1	1	1	1	3
194	1	3.0	1	1	2	0	3
195	1	3.0	1	1	1	1	4
196	0	1.0	1	1	1	1	4
197	1	5.0	1	1	1	0	2
198	1	2.0	1	1	3	0	3
199	1	1.5	1	1	2	1	4
200	1	4.5	1	2	3	1	4

ANEXO 3. Datos de Precipitaciones correspondientes a las 5 estaciones meteorológicas de la zona de estudio

		SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO													
DEPARTAMENTO:		PUNO		PROVINCIA:		PUNO		DISTRITO:		PICHACANI		INFORMAC		Precipitacion Acumulada.	
ESTACION:		CO. LARAQUERI		LAT:		16°8'9.3" S		LONG:		70°2'45.2" W		ALT:		3928 msnm	
N°	AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PP. ANUAL	
1	1999	132.7	170.7	240.7	73.9	19.5	0	0	11.9	6.7	32.5	1.1	71.1	820.8	
2	2000	250.3	236.7	126.3	12.5	5.3	1.4	0	10.1	6.5	66.7	7.1	139.5	862.4	
3	2001	368.5	267.6	139.8	78.2	13.1	0.0	3.5	4.7	12.1	24.5	44.5	67.8	1024.3	
4	2002	62.8	204.8	163.0	74.8	22.6	4.6	25.9	15.0	10.9	44.3	68.9	63.0	760.6	
5	2003	0.0	123.4	124.0	28.2	12.6	0.0	0.0	5.6	19.1	6.1	24.3	128.4	471.7	
6	2004	228.3	146.8	71.8	22.5	0.0	1.8	11.1	43.9	6.1	0.0	14.1	61.4	607.8	
7	2005	115.1	280.3	79.3	42.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1	39.0	37.5	127.8	740.6	
8	2006	240.8	96.5	88.3	32.7	6.3	3.4	0.0	12.9	34.0	18.7	53.5	68.6	655.7	
9	2007	109.3	96.8	168.9	48.0	4.9	0.0	0.0	0.0	45.8	57.8	71.4	110.6	713.5	
10	2008	190.9	105.0	73.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	2.3	35.9	15.6	143.5	571.3	
11	2009	71.4	173.4	107.9	67.2	0.0	0.0	5.1	0.0	11.1	15.0	86.7	102.1	639.9	
12	2010	165.0	187.4	41.4	40.6	19.0	0.0	0.0	2.6	3.4	34.3	4.1	144.8	642.6	
13	2011	155.0	239.9	120.9	48.3	3.4	0.0	5.3	0.2	9.6	35.7	47.3	202.3	867.9	
14	2012	203.9	286.7	160.5	94.9	0.6	0.0	0.5	9.2	15.5	18.1	69.3	229.7	1088.9	
15	2013	247.1	175.2	66.9	23.8	6.3	26.9	18.7	17.9	0.9	17.5	72.0	191.7	864.9	
16	2014	181.1	91.3	54.1	29.8	0.5	0.0	2.8	23.5	62.9	60.4	35.1	140.8	682.3	
17	2015	160.12	92.41	144.11	128.4	3.5	0	6.8	7.9	15.2	45	56.1	51.9	711.4	
18	2016	96	187.7	23.1	87.9	0	0.01	9	5.5	0.02	53.51	19.01	60.8	542.6	
19	2017	271.4	169.1	122.2	37.21	10.5	0	10.6	0	32.4	54.8	14.2	85.2	807.6	
20	2018	141.5	213.2	73.5	50.7	6.7	28.9	30.3	0	3.2	66.7	48.6	108	771.3	
21	2019	158.8	177.6	62.5	43	18.4	8.7	2.5	0	56.6	49.1	112.2	103.5	792.9	
22	2020	134.7	200.2	131.9	64.2	11.3	14.5	15.2	22.0	31.5	46.3	56.7	190.4	918.6	

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO

DEPARTAMENTO: PUNO PROVINCIA: PUNO DISTRITO: ACORA INFORMAC Precipotacion Acumulada.

ESTACION: CO.RINCON DE LA I LAT: 15°59'24.6" S LONG: 69°48'34.6" W ALT: 3887 msnm

N°	AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRIL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PP.ANUAL
1	2008	175.8	101.8	97.0	6.7	32.4	3.8	3.0	4.0	2.4	81.4	17.5	139.2	665.0
2	2009	133.6	135.9	130.0	69.7	0.0	0.0	3.8	0.0	29.6	95.7	124.2	78.7	801.2
3	2010	213.6	161.7	96.9	26.5	18.3	0.0	0.0	8.6	4.8	68.3	0.0	126.3	725.0
4	2011	117.2	290.3	163.4	23.1	26.4	0.0	8.8	0.0	59.8	25.6	45.0	192.1	951.7
5	2012	155.3	308.9	175.7	189.2	0.0	0.0	0.0	16.0	15.3	27.3	29.4	220.4	1137.5
6	2013	179.7	179.1	94.0	4.5	20.9	15.0	29.4	16.9	13.7	47.2	58.1	161.8	820.3
7	2014	206.6	88.9	94.6	22.3	0.0	0.0	2.2	40.1	72.8	62.2	23.2	93.2	706.1
8	2015	161.3	180	196	133.3	5	0	2.8	4.7	29.5	83.2	51.3	46.6	893.7
9	2016	74.5	169.6	26.8	90	7.2	2.8	9.6	5.9	16.1	41.7	40.3	64.5	549.0
10	2017	277.1	99.2	125.3	33.8	61.8	3.8	6.3	0	61.7	40.9	28.6	115.3	853.8
11	2018	176.3	178	106.4	74.2	12.2	16.3	43.3	3.6	0	115.7	16.7	124.7	867.4
12	2019	181.41	118.8	86.61	49.41	8.21	6.31	6.61	0	41.92	81.5	71.91	77.71	730.4
13	2020	162.6	162.8	72.2	16.9	3.5	0.0	0.0	20.1	45.0	91.8	18.1	207.7	800.7

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO

DEPARTAMENTO:		PUNO		PROVINCIA:		PUNO		DISTRITO		Collao		INFORMAC		Precipitacion Acumulada.	
ESTACION llave		LAT: 16°33'5.8" S		LONG: 69°38'25.4" W		ALT: 3874 msnm									
N°	AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRIL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PP.ANUAL	
1	1999	107.1	153.8	223.4	89.7	14.9	0.6	1.5	3.9	21	123.34	17.9	62.3	819.44	
2	2000	269.92	161.1	135.6	14.4	4.9	4.4	9.3	6.4	3.2	51.5	1	109.8	771.52	
3	2001	298.9	231.8	162.2	44.1	2.5	0.1	15.0	23.9	12.2	58.0	33.8	106.9	989.4	
4	2002	108.2	242.7	228.5	156.8	20.9	19.8	43.6	15.2	10.7	69.8	80.7	108.0	1104.9	
5	2003	168.1	78.8	172.0	14.5	24.3	0.5	0.0	10.3	52.2	14.1	17.9	89.3	642.04	
6	2004	286.1	132.5	52.6	19.4	10.2	1.6	22.1	38.3	15.9	2.0	22.4	63.2	666.3	
7	2005	125.0	142.5	78.7	23.6	8.3	0.0	0.0	0.0	26.2	58.7	55.7	88.5	607.2	
8	2006	335.4	80.1	138.3	30.8	3.2	3.0	0.0	8.9	27.7	25.6	99.6	81.1	833.74	
9	2007	92.9	61.8	212.4	66.2	2.5	2.1	7.8	5.2	41.5	27.5	30.6	87.1	637.64	
10	2008	245.1	94.7	68.5	17.0	1.8	1.4	7.2	3.2	1.4	53.7	0.6	146.2	640.8	
11	2009	105.1	126.7	81.7	57.5	0.0	0.0	8.2	0.0	40.5	35.2	0.0	57.6	512.5	
12	2010	212.9	117.5	64.4	42.1	37.2	0.0	0.0	8.7	1.2	39.0	7.8	125.9	656.7	
13	2011	120.9	165.8	152.6	5.6	4.0	0.0	11.0	0.0	23.1	22.6	16.0	128.9	650.5	
14	2012	115.0	248.4	179.5	43.5	0.0	1.2	0.0	4.2	12.4	7.5	46.3	252.6	910.6	
15	2013	142.4	152.1	39.3	13.4	33.7	18.3	7.2	6.5	2.5	46.0	19.1	173.6	654.1	
16	2014	210.4	78.2	36.0	18.6	0.2	0.0	3.3	29.2	120.5	30.7	20.1	83.5	630.7	
17	2015	122.6	135	164.24	91.5	11.6	0	6.1	9.2	34.5	31.9	12.9	69.6	689.14	
18	2016	96.7	177	2.8	63.2	3.4	2.2	11.4	3.8	2.4	32	8.2	107.3	510.4	
19	2017	224.6	123.8	108.5	32.3	57.7	9.1	14.5	0	44.1	24.3	30.9	93.4	763.2	
20	2018	115.8	190.5	134.9	45	5.4	3.3	8.7	9.3	25	105.1	45.2	70	758.2	
21	2019	172	125.8	45.7	64.4	14.6	2.3	14.7	0	33.4	46.5	83.4	83	685.8	
22	2020	108.0	107.0	24.0	45.4	12.4	4.7	0.0	0.0	29.6	51.2	16.2	187.9	586.4	

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO

DEPARTAMENTO: PUNO PROVINCIA: El Collao DISTRITO: Santa Rosa INFORMAC Precipotacion Acumulada.

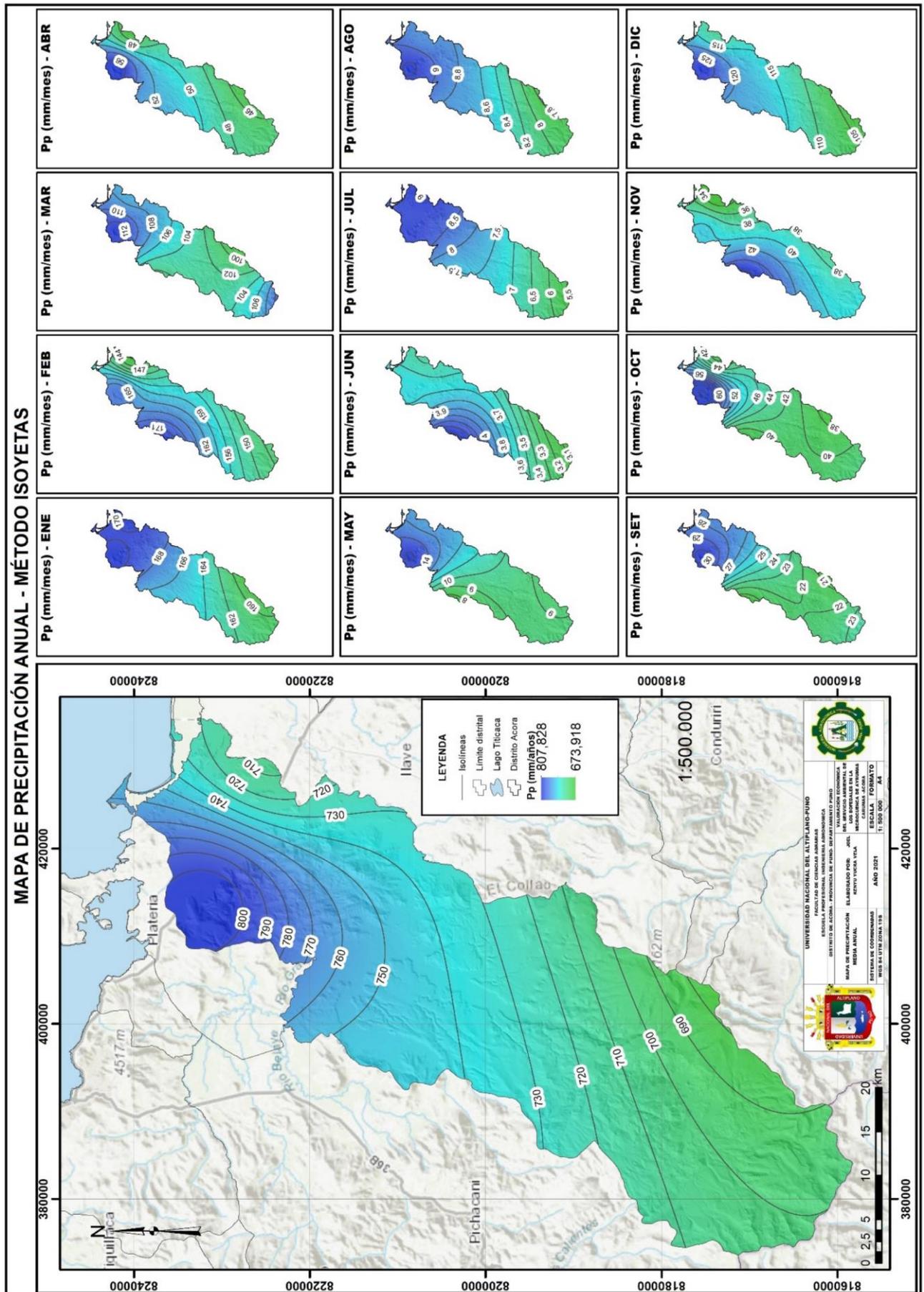
ESTACION: CO. Mazo cruz Latitud : 16° 44' 20" S Longitud : 69° 42' 5 5.6" W ALT: 3980 msnm

N°	AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRIL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PP.ANUAL
1	1999	139.6	177.5	212.8	64.2	1.6	0	0	0	8.4	35.2	0	45.8	685.1
2	2000	179.5	135.8	64.1	22.9	6.4	1.2	0	1.2	0.6	28.3	7.9	82.2	530.1
3	2001	267.5	184.1	116.3	33.6	4.8	0.6	0.0	6.4	0.2	1.8	14.4	27.0	656.7
4	2002	70.4	175.4	120.3	75.6	17.0	9.2	3.0	2.2	2.0	51.1	36.3	81.1	643.6
5	2003	103.3	103.7	92.8	5.8	8.0	0.0	2.2	7.5	7.0	11.8	10.6	75.9	428.6
6	2004	142.8	118.8	64.4	16.2	0.0	0.8	26.2	59.6	12.1	0.0	0.0	41.9	482.8
7	2005	109.2	187.5	40.0	42.8	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	6.6	18.0	158.3	580.6
8	2006	271.5	118.1	109.5	26.9	11.4	0.2	0.0	0.4	5.0	37.7	57.2	94.2	732.1
9	2007	87.4	113.4	107.0	29.4	0.0	0.4	0.0	0.2	10.8	3.1	49.2	87.8	488.7
10	2008	194.4	52.7	57.9	1.4	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	6.3	3.0	135.2	457.3
11	2009	71.0	130.0	61.8	33.4	0.7	0.0	6.4	0.0	6.4	4.6	72.7	65.0	452.0
12	2010	103.5	61.4	40.6	44.2	20.5	0.0	0.0	0.0	0.8	9.4	6.3	82.4	369.1
13	2011	121.6	153.6	46.6	47.7	5.8	0.0	3.2	0.0	12.4	0.4	37.6	171.6	600.5
14	2012	183.0	174.4	87.1	73.8	0.2	0.0	0.4	3.4	0.9	7.6	36.0	142.6	709.4
15	2013	152.4	166.0	49.4	1.8	22.4	8.2	4.0	8.0	2.6	65.8	18.0	141.6	640.2
16	2014	160.5	28.2	37.0	18.1	0.0	0.0	0.0	15.0	24.6	33.0	47.8	57.4	421.6
17	2015	142.4	101.6	103	61.5	1.2	0	2	14.4	9	38	39	18.8	530.9
18	2016	33.8	174.8	26	72	0	8.8	4.6	0	4	9.9	11	39.4	384.3
19	2017	208.6	84	101.6	7	13.2	0	3.4	0.4	29.8	7.2	22.6	70.6	548.4
20	2018	172.1	168.6	84.1	42.3	1.4	14.1	43.4	0.2	0.6	32.4	14.4	93.6	667.2
21	2019	206.6	144.6	54.2	24	13	6.5	8.3	0	40.6	23.2	63.8	48.8	633.6
22	2020	113.3	218.6	30.6	25.0	9.0	0.0	0.0	0.0	21.0	45.8	6.0	169.2	638.5

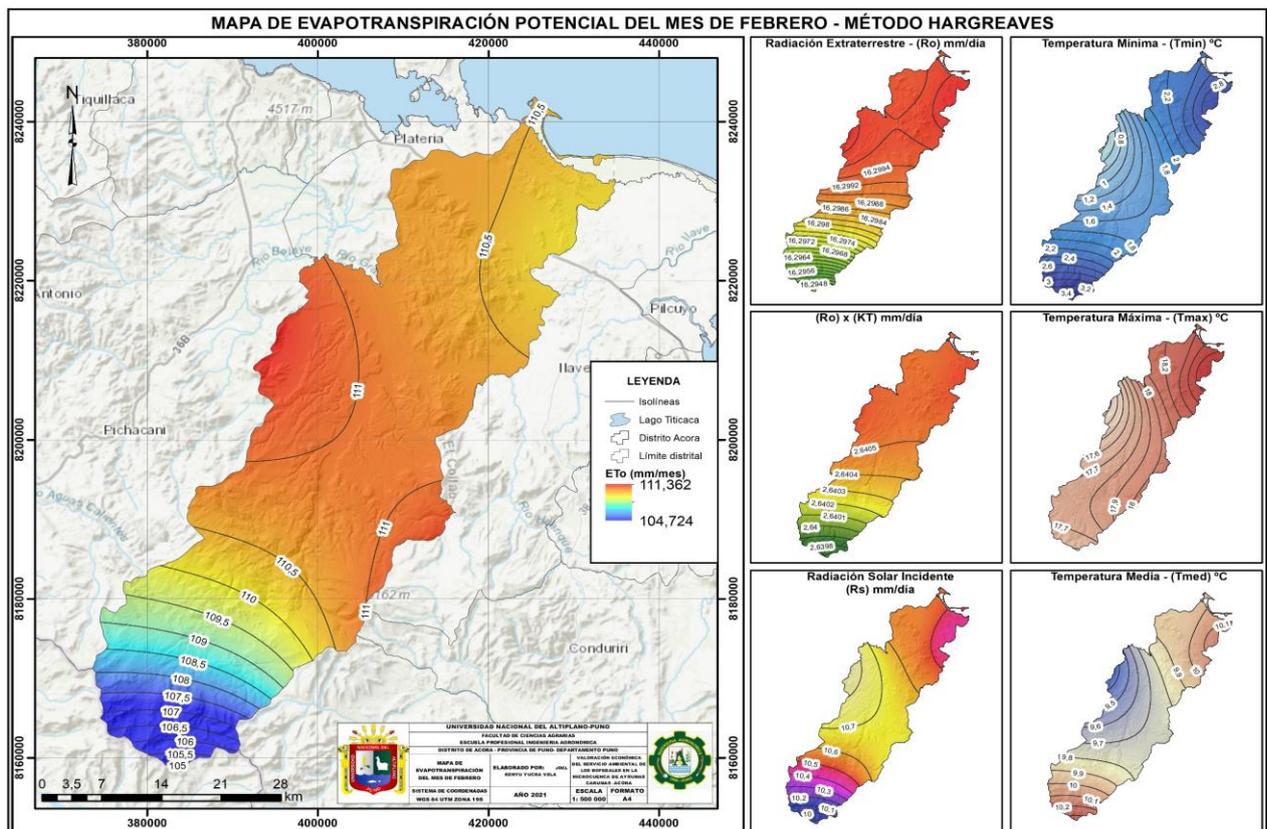
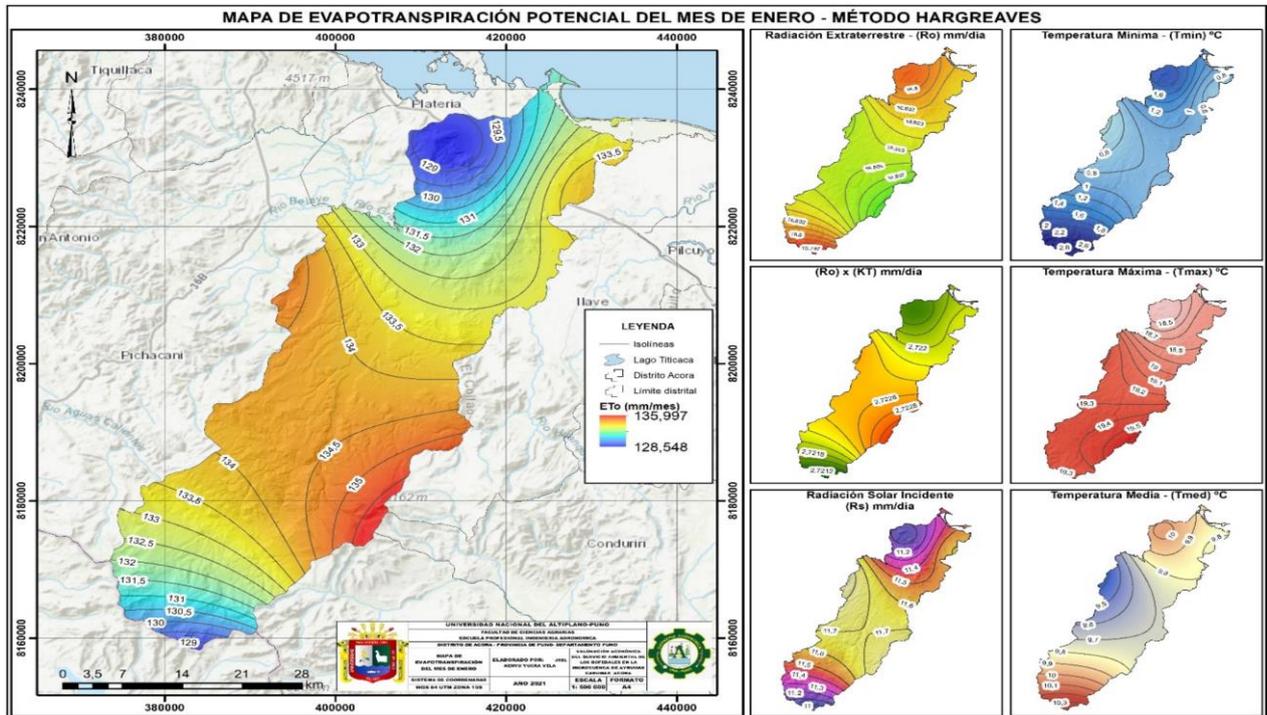
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO

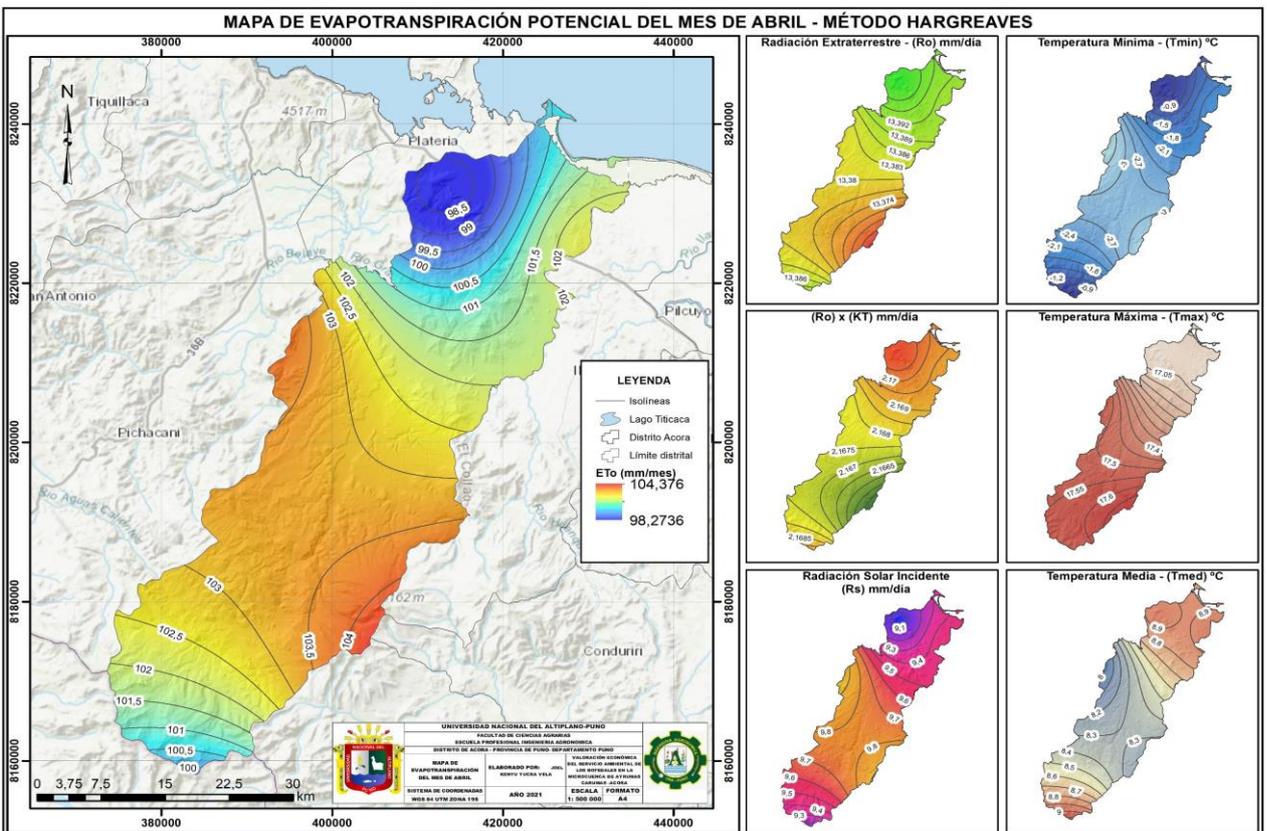
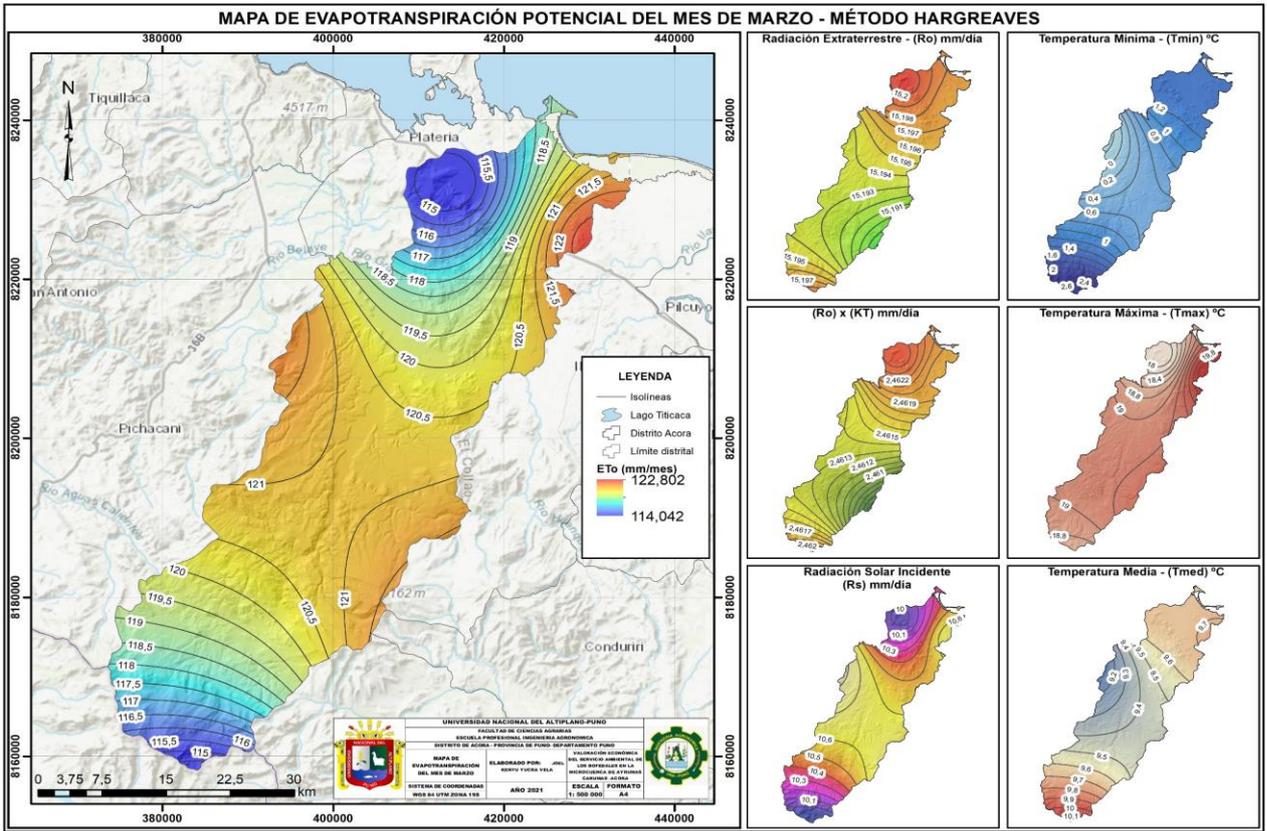
DEPARTAMENTO: PUNO		PROVINCIA: Puno		DISTRITO Puno		INFORMAC								
ESTACION Puno		Latitud : 15°49'34.5" S		Longitud 70°0'43.5" W		Precipitacion Acumulada.								
		ALT: 3812 msnm												
N°	AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRIL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PP.ANUAL
1	1999	193.7	244.8	202	86	7.5	0	1.5	1.9	16.1	150.3	32	68.4	1004.2
2	2000	167.1	210	105.1	40.3	0.4	2.3	4.2	17.9	14.6	95.8	13.9	69	740.6
3	2001	250.8	214.6	224.1	69.8	12.2	2.2	0.0	12.5	27.1	68.4	56.2	81.0	1018.9
4	2002	129.6	180.0	170.6	105.3	15.4	21.1	22.7	30.6	11.6	65.9	43.8	139.2	935.8
5	2003	174.5	114.4	114.4	46.1	36.7	4.8	0.2	9.6	42.9	25.4	14.3	131.8	715.1
6	2004	208.9	125.2	115.5	29.2	6.2	0.0	10.2	43.0	34.3	5.6	41.2	59.1	678.4
7	2005	103.3	157.9	134.6	45.7	0.4	0.0	0.0	0.0	11.8	39.5	80.5	100.8	674.5
8	2006	291.1	64.3	159.6	44.6	0.9	0.0	0.0	0.6	21.2	37.4	53.8	101.5	775
9	2007	84.8	171.0	236.7	49.7	10.6	0.0	3.3	1.6	61.3	77.0	44.2	74.1	814.3
10	2008	209.7	85.8	95.0	8.4	6.8	1.4	0.2	0.8	2.4	79.4	27.2	144.2	661.3
11	2009	154.0	136.1	148.3	83.0	0.4	0.0	2.5	0.0	16.4	56.4	88.9	62.5	748.5
12	2010	99.3	192.8	56.3	12.3	16.1	0.0	0.0	7.1	2.9	33.4	15.0	146.7	581.9
13	2011	122.7	202.9	116.5	46.8	4.8	0.0	6.4	0.2	45.8	25.7	45.3	151.3	768.4
14	2012	135.4	294.8	209.9	59.5	0.0	0.2	0.0	5.6	9.8	7.6	69.5	157.8	950.1
15	2013	153.0	175.8	100.0	14.3	22.4	12.5	1.5	4.3	11.6	32.9	61.4	117.0	706.71
16	2014	147.0	107.4	60.5	40.8	0.1	0.0	0.2	28.9	66.9	45.2	29.8	30.6	617.4
17	2015	96.4	120	187	114.1	0.2	0	1.8	4	54.5	41.5	23.2	59.4	702.1
18	2016	79.7	202.6	9.8	57.5	0.5	2	3.4	0	0.3	76	43	49.7	524.5
19	2017	314.3	119.2	145.7	45.5	21.7	1	1.6	0	62.3	65.2	23.9	68.5	868.9
20	2018	171.1	152.1	114.1	33.2	7.8	12.9	32.1	0	3.6	45.5	22.7	89.8	684.9
21	2019	152	78.7	43.7	58.6	21.7	2.2	7.6	12.2	30	53.7	41	98.12	599.52
22	2020	163.7	0.8	0.0	15.2	1.8	0.0	0.0	0.0	28.2	57.2	10.8	154.8	432.53

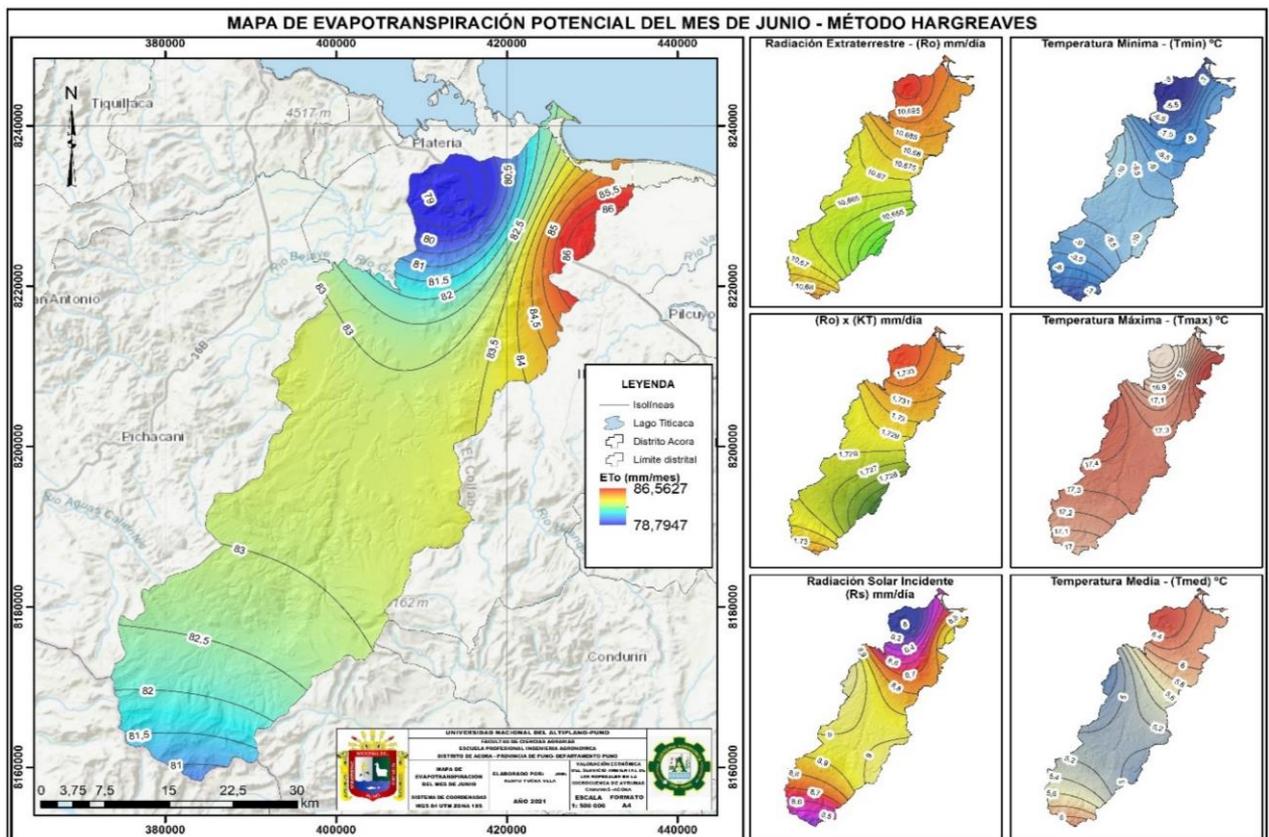
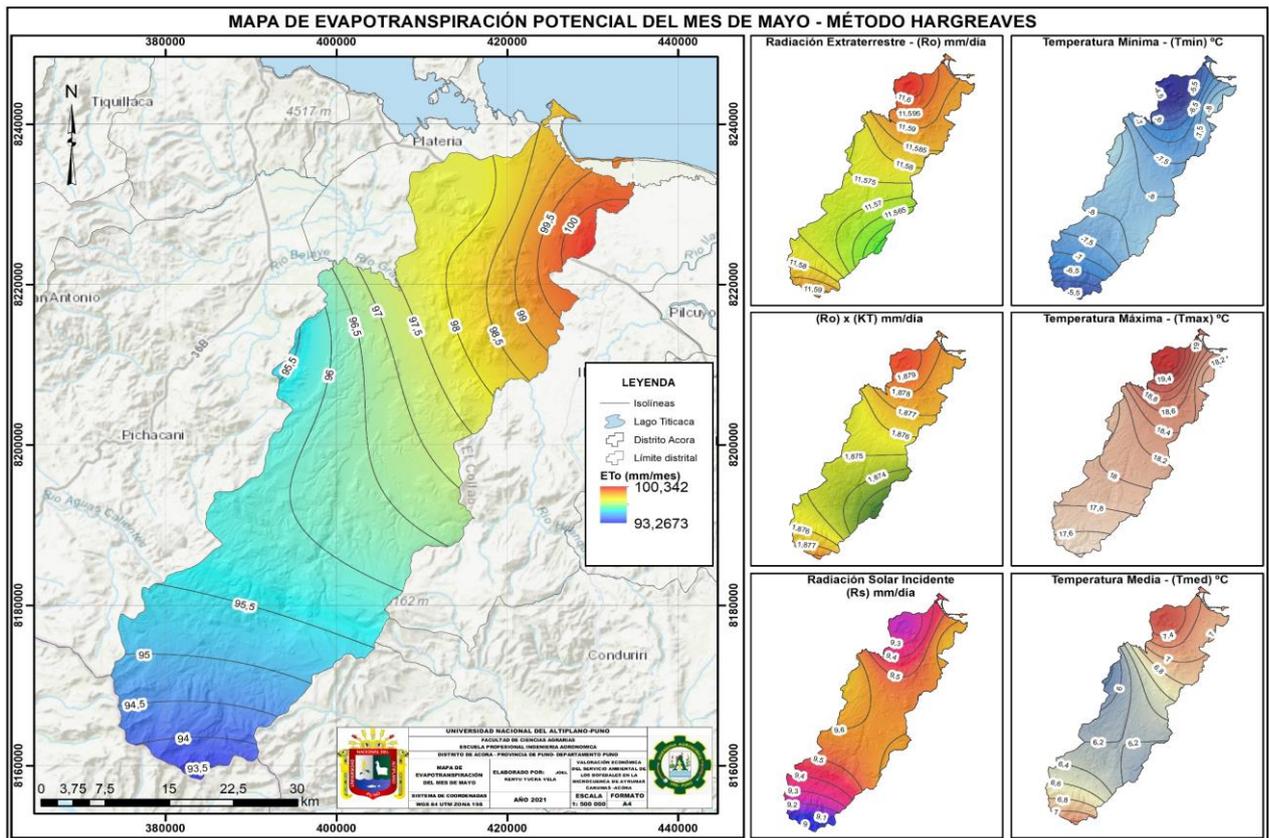
ANEXO 4. Mapas de Isoyetas (enero a diciembre)

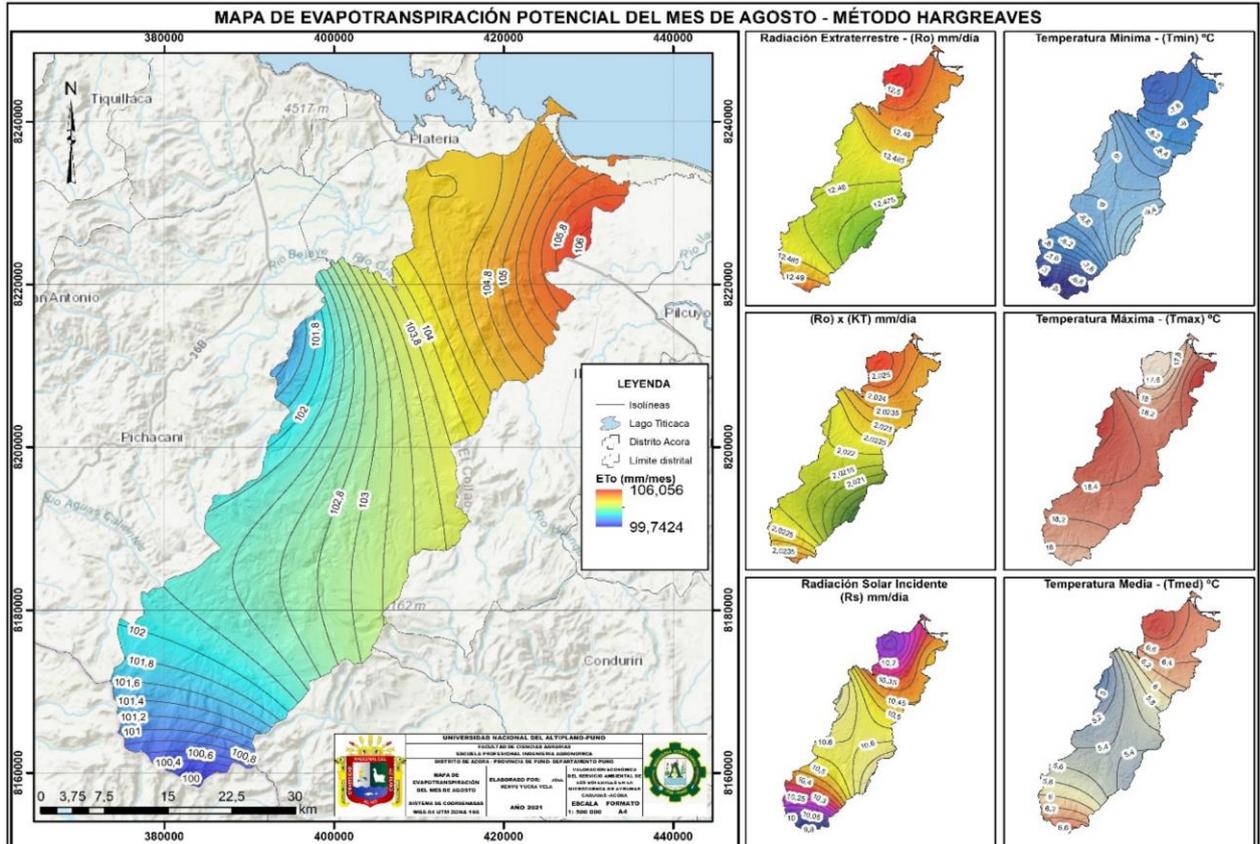
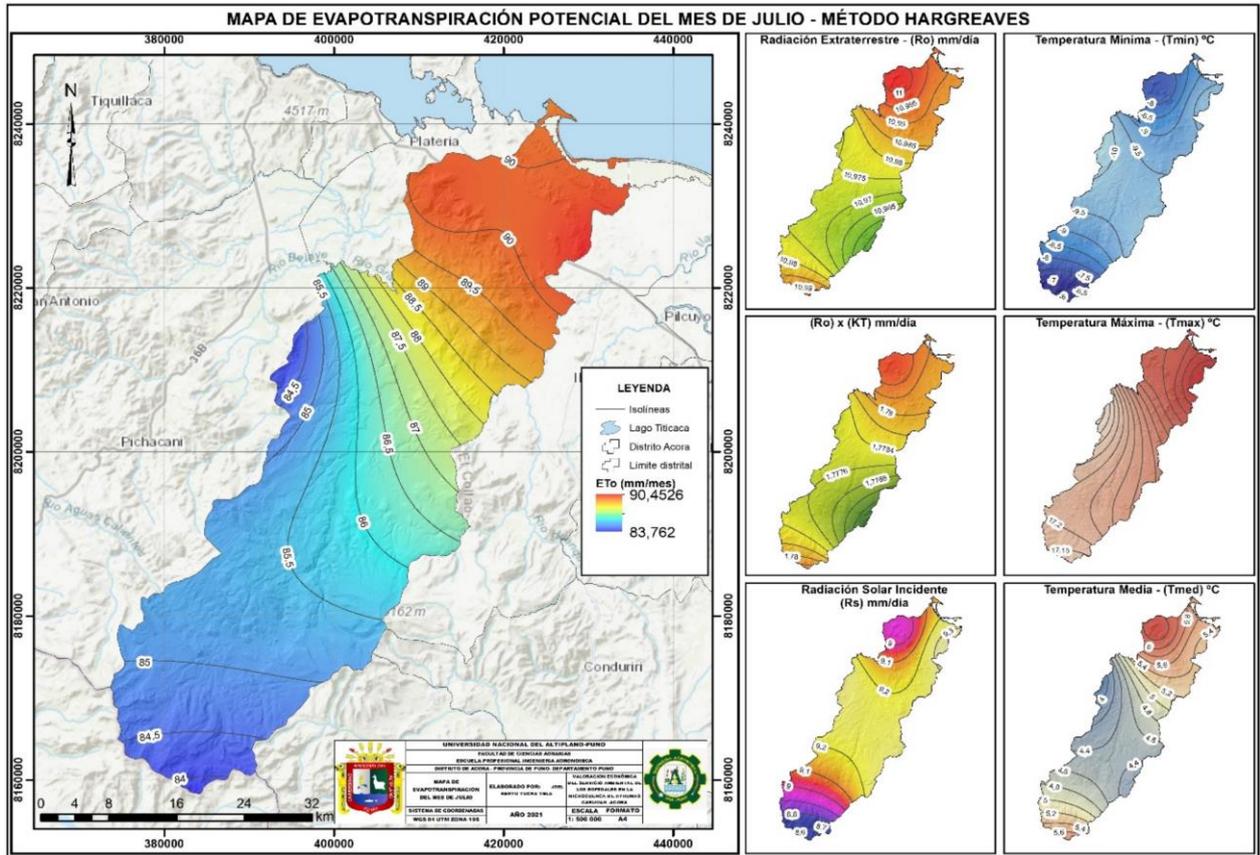


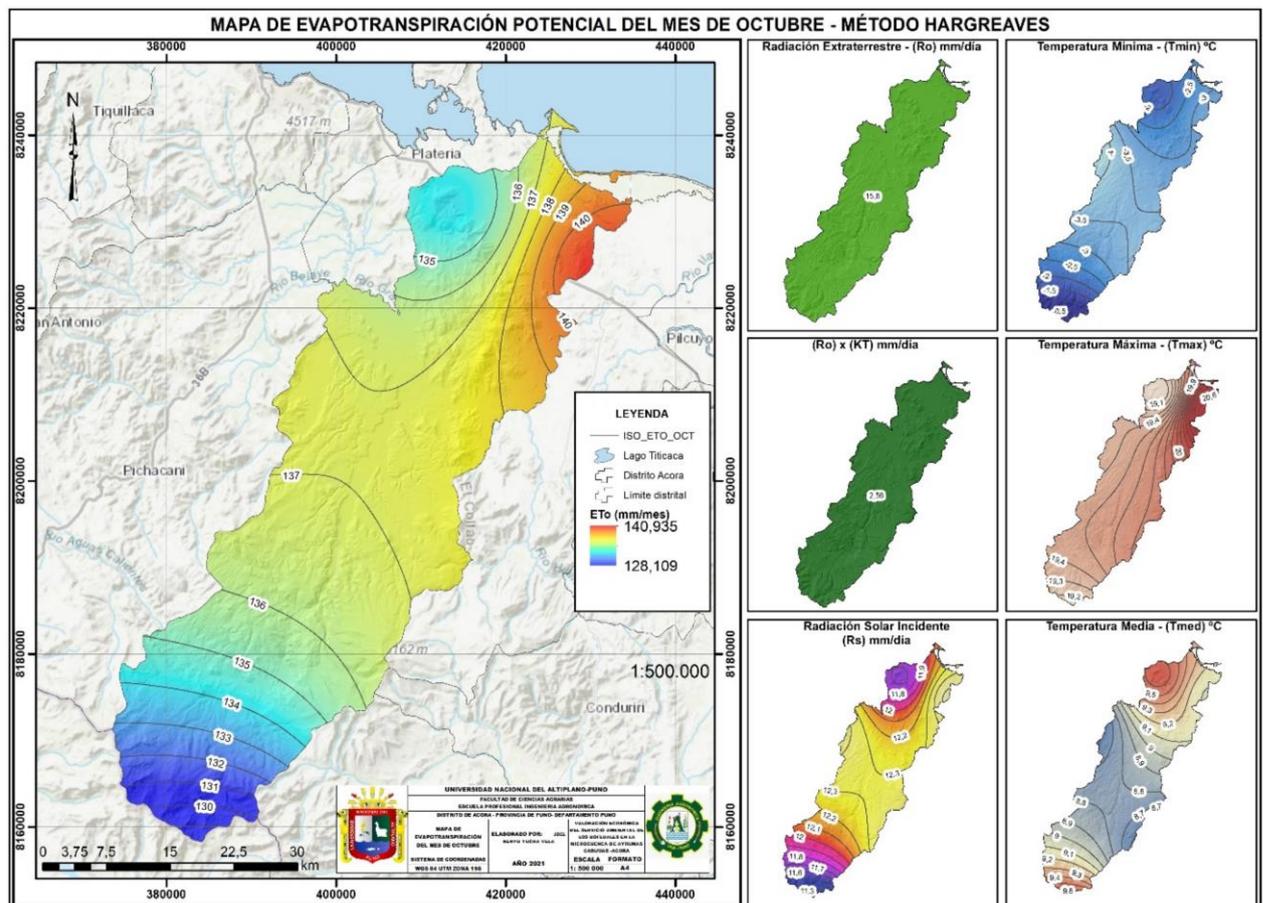
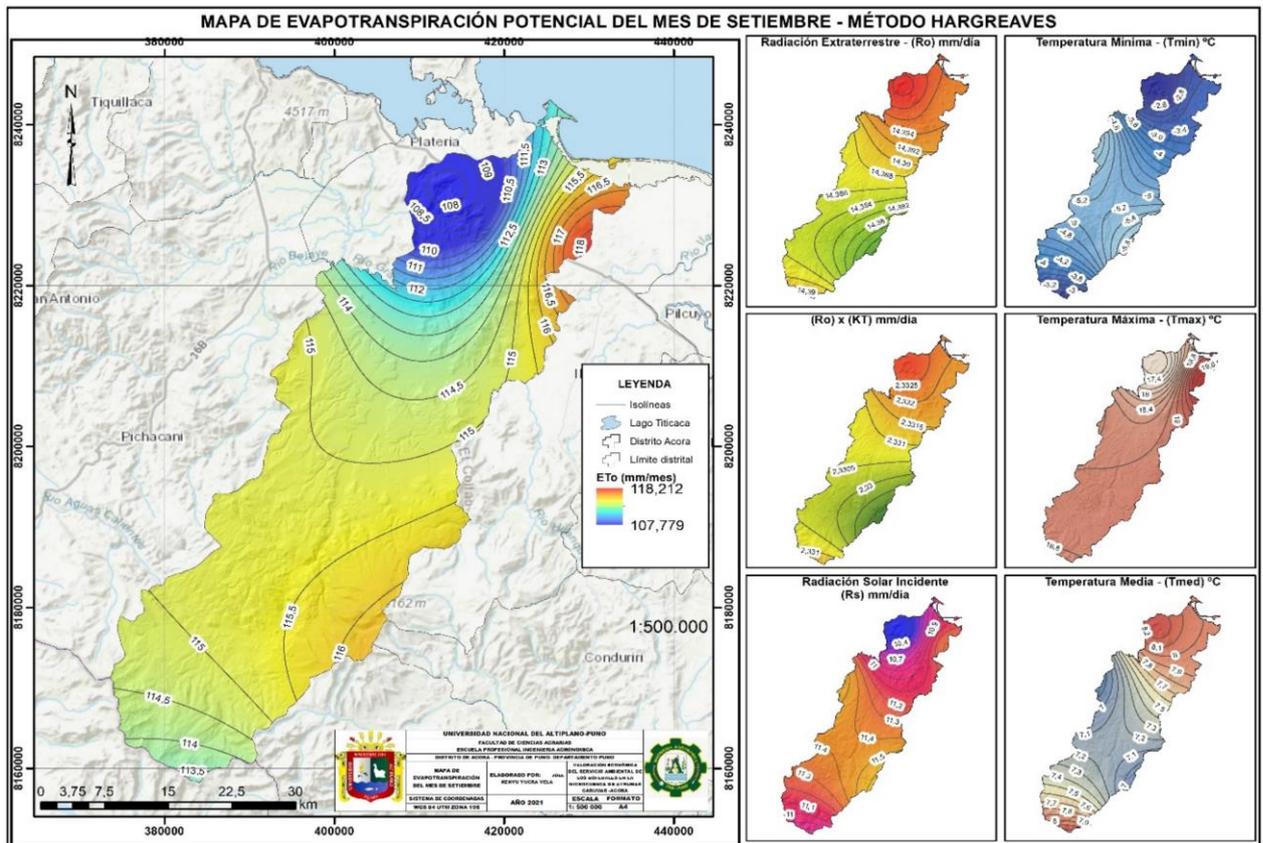
ANEXO 5 Mapas de evapotranspiración potencial (enero a diciembre)

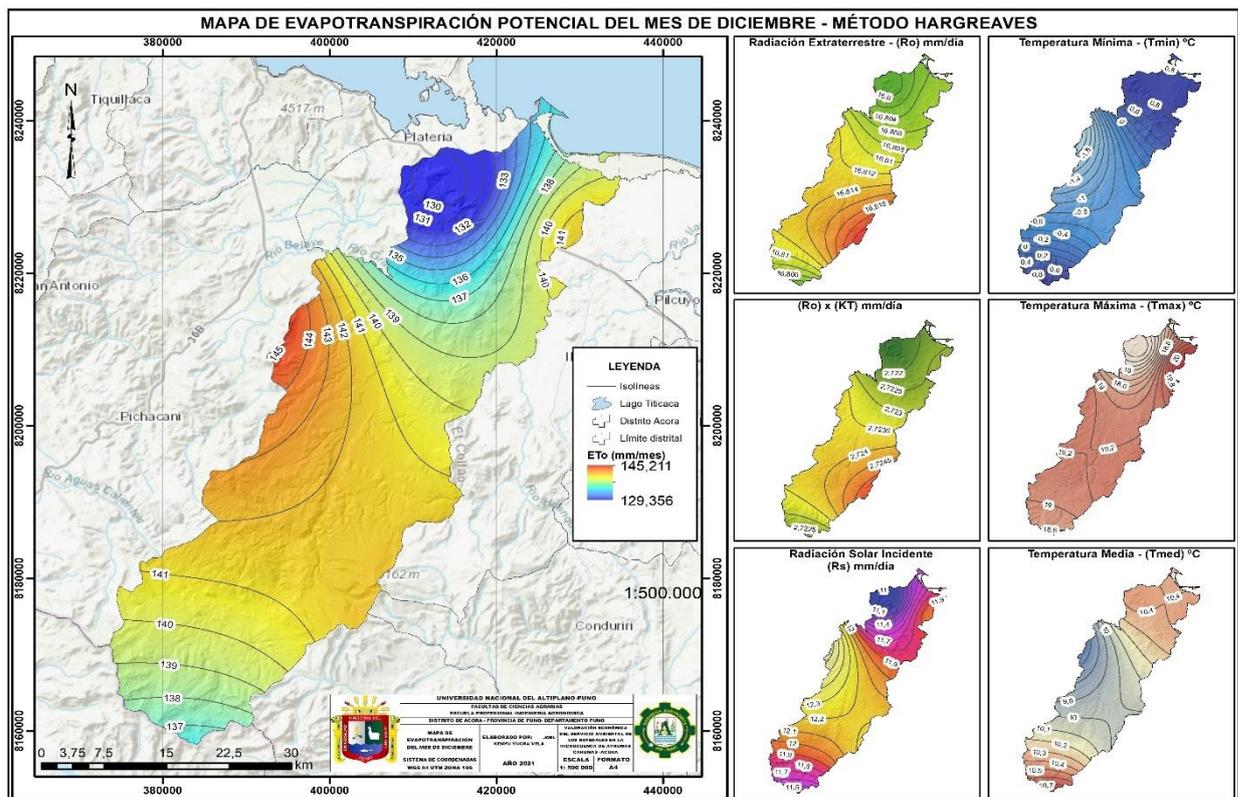
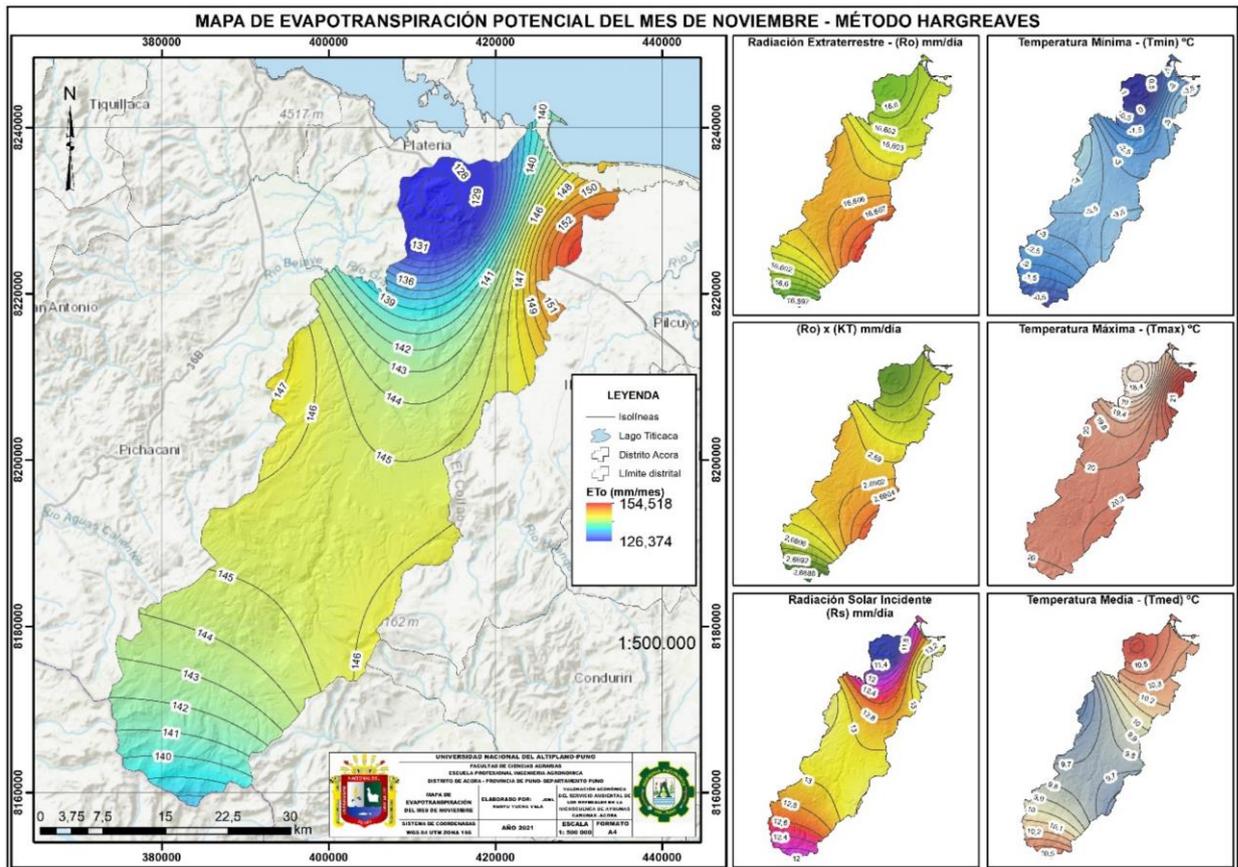












ANEXO 5. Panel fotográfico

a) Bofedales en la Microcuenca Ayrumas Carumas



b) Actividad Ganadera en la Microcuenca Ayrumas Carumas



c) Conformación de Pastos en los Bofedales



