

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**TESIS**

**FACTORES SOCIOECONÓMICOS, AMBIENTALES Y SITUACIÓN DEL  
ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL  
CENTRO POBLADO DE ACCASO DEL DISTRITO DE PILCUYO PUNO**

**PRESENTADA POR:**

**JOFFRE OMAR CHAIÑA FLORES**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PUNO PERÚ**

**2018**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

FACTORES SOCIOECONÓMICOS, AMBIENTALES Y SITUACIÓN DEL  
ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO  
POBLADO DE ACCASO DEL DISTRITO DE PILCUYO - PUNO

PRESENTADA POR:

JOFFRE OMAR CHAIÑA FLORES

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE:

.....  
Dr. EDUARDO FLORES CONDORI

PRIMER MIEMBRO:

.....  
Dr. FELIPE SUERO CONDORI

SEGUNDO MIEMBRO:

.....  
Dr. GERMAN BELIZARIO QUISPE

ASESOR DE TESIS:

.....  
Dr. ELIE RAÚL CHARAJA LOZA

Puno, 03 de enero de 2019

ÁREA: Medio Ambiente

TEMA: Recursos Hídricos

LÍNEA: Ordenamiento territorial y medio ambiente



**DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos.

## AGRADECIMIENTO

Al Dr. Eduardo Flores Condori, por su orientación y dirección en el desarrollo del presente trabajo de investigación, mi reconocimiento y gratitud a su calidad de maestro y doctor.

Al Dr. Felipe Supo Condori, por la revisión, corrección del proyecto de investigación y de este trabajo.

Al Dr. German Belizario Quispe, por su orientación, revisión y corrección del presente trabajo.

Al Dr. Elie Raúl Charaja Loza, por su asesoramiento en el diseño del proyecto y desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú y Escuela de Posgrado, profesores y personal administrativo del Programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería Agrícola que me orientaron y apoyaron durante mis estudios.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Teorías de valoración ambiental .....	6
1.2.1. Valoración medioambiental de los recursos naturales.....	6
1.2.2. Enfoque del valor económico .....	7
1.2.3. Teoría del valor .....	8
1.2.4. Teoría de las preferencias .....	9
1.2.5. Determinación de valores .....	9
1.2.6. Medidas del bienestar.....	10
1.2.7. Variación compensatoria (C) .....	10
1.2.8. Variación equivalente (VE).....	10
1.2.9. Definición matemática de C y VE.....	11
1.2.10. Determinación de la variación compensada.....	11
1.2.11. Determinación del modelo .....	13
1.2.12. Forma funcional de $V_i$ : lineal .....	14
1.2.13. Especificación del Modelo .....	15
1.2.14. Método de Valoración Contingente (VC) .....	16
1.3. Teoría de sistemas .....	17
1.3.1. Sistema .....	17
1.3.2. Sistema de producción familiar.....	17
1.3.3. Subsistema de la agricultura familiar .....	18
1.3.4. Subsistema de ganadería familiar .....	18

1.3.5. Subsistema de transformación .....	19
1.4. Agua potable y los sistemas de abastecimiento rural.....	19
1.4.1. Importancia del agua potable en la salud pública.....	19
1.4.2. Sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural .....	20
1.5. Salud ambiental y calidad del agua para consumo humano .....	21
1.6. Tratamiento del agua para consumo humano.....	21
1.6.1. Hervir el agua (calor).....	21
1.6.2. Desinfección química.....	23
1.7. Marco conceptual .....	23
1.7.1. El desarrollo sostenible .....	23
1.7.2. Sistema .....	24
1.7.3. Sistema hidrológico .....	24
1.7.4. Componente .....	25
1.7.5. Factores sociales .....	25
1.7.6. Factores económicos .....	25
1.7.7. Agua potable .....	25
1.7.8. Agua apta para consumo humano .....	26
1.7.9. Fuente de agua.....	26
1.7.10. Tratamiento del agua.....	26
1.8. Marco referencial.....	26
1.8.1. Características del territorio peruano.....	26
1.8.2. Características de la región Puno.....	30
1.8.3. Características de provincia de El Collao.....	32
1.8.4. Características del distrito de Pilcuyo.....	34
1.8.5. Tenencia de la tierra .....	40
1.8.6. Climatología .....	40

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema.....	44
2.2. Enunciado del problema.....	45
2.2.1 Problema general .....	45
2.2.2 Problemas específicos .....	45
2.3. Justificación .....	45
2.4. Objetivos.....	46

2.4.1. Objetivo general.....	46
2.4.2. Objetivos específicos.....	46
2.5 Hipótesis .....	47
2.5.1. Hipótesis general.....	47
2.5.2. Hipótesis específicas .....	47

**CAPÍTULO III**

**MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Paradigma metodológico.....	48
3.2. Ámbito de estudio.....	48
3.3. Población y muestra .....	48
3.3.1. Población .....	48
3.3.2. Tamaño de muestra .....	48
3.4. Descripción de método.....	49
3.5. Diseño y tipo de investigación.....	49
3.6. Técnicas .....	49
3.7. Instrumentos .....	50
3.8. Plan de recolección de datos .....	50
3.9. Prueba de hipótesis planteada .....	50
3.10 Tipo de investigación .....	50
3.11 Metodología por objetivos específicos.....	51
3.11.1 La relación entre las características socioeconómicas y la DAP para la mejora de servicios de agua potable .....	51

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 Relación entre los factores socioeconómicos y la disposición a pagar para el mejoramiento del servicio de agua potable .....	54
4.1.1. Factores socioeconómicos y ambientales.....	54
4.2. Determinación de la disposición a pagar para el mejoramiento de la dotación de agua potable.....	61
4.2.1. Modelo probabilístico de regresión de Logit .....	61
4.2.2. Modelo probabilístico de Probit.....	62
4.2.3. Determinación de beneficios económicos y valores agregados.....	64
4.3 Calidad actual de agua para el consumo doméstico en el Centro Poblado.....	65
4.3.1. Características fisicoquímicas del agua .....	65

4.3.2.	Características organolépticas del agua .....	65
4.3.3.	Características físico-químicas del agua .....	66
4.3.4.	Características químicas del agua .....	68
4.3.5.	Características microbiológicas del agua.....	69
4.3.6.	Servicios higiénicos.....	69
4.3.7.	Servicio de energía eléctrica.....	70
4.4.	Verificación de las hipótesis .....	71
4.4.1.	Hipótesis específica sobre la influencia de los factores sociales en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano .....	71
4.4.2.	Hipótesis específica sobre la influencia de los factores económicos en la situación del abastecimiento de agua .....	73
4.4.3.	Contrastación de la hipótesis general .....	74
4.5.	Discusión .....	75
4.5.1.	Sistema de producción y situación del abastecimiento de agua .....	75
4.5.2.	Factores socioeconómicos y situación del abastecimiento de agua .....	77
4.6.	Situación del abastecimiento de agua para consumo humano.....	78
4.7.	Tratamiento de pozos de agua para consumo humano .....	78
4.8.	Plan de tratamiento de pozos de agua de consumo .....	79
4.8.1.	Introducción.....	79
4.8.2.	Criterios para el diseño de tratamiento de agua de consumo humano .....	80
4.8.3.	Características situacionales .....	80
4.8.4.	Factores investigados como criterio .....	80
4.9.	Propuesta de tratamiento de agua de pozos familiares con base tierra .....	82
4.9.1.	Lavado de pozo de agua.....	82
4.9.2.	Cloro para un pozo de agua para consumo humano .....	83
4.9.3.	Políticas de gestión de un sistema de agua de consumo humano .....	84
	CONCLUSIONES .....	86
	RECOMENDACIONES.....	88
	BIBLIOGRAFÍA .....	89
	ANEXOS .....	94



## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
1	Fórmulas para la estimación de las medidas de la Media y Mediana .....	13
2	Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica .....	22
3	Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos .....	23
4	Operacionalización de las características socioeconómicas del poblador .....	53
5	Edad de los jefes de familia.....	54
6	Variable sexo de los jefes de familia.....	55
7	Estado civil del entrevistado.....	56
8	Variable composición familiar .....	57
9	Nivel educativo de los jefes de familia .....	58
10	Tamaño de propiedad de la tierra .....	59
11	Actividad principal .....	59
12	Ingreso mensual por familia .....	60
13	Fuentes de abastecimiento de agua .....	61
14	Aplicación del Modelo probabilístico de logit en la relación entre PSI y factores socioeconómicas.....	62
15	Aplicación del Modelo probabilístico de Probit en la relación entre PSI y factores socioeconómicas.....	63
16	Determinación por diferentes métodos de las disposiciones a pagar (DAPS) y valores agregados .....	64
17	Características organolépticas del agua.....	66
18	Características físico-química del agua .....	67
19	Características químicas del agua.....	68
20	Características microbiológicas del agua .....	70
21	Servicios higiénicos.....	70
22	Servicio de energía eléctrica.....	71
23	Resultados de la prueba Chi Cuadrada calculada y tabla .....	72
24	Resultados de la prueba Chi cuadrado calculado y tabular. ....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1 Valor económico ambiental (Freeman, 2004) .....	9
2 Las tres esferas del desarrollo sostenible .....	24
3 Cuenca de drenaje como sistema hidrológico .....	25
4 Municipio del distrito de Pilcuyo, El Collao, Puno. Enero 2017. ....	96
5 Suelo agrícola en mal estado de conservación .....	96
6 Chulpa de Sancuta, distrito de Pilcuyo, El Collao, Puno. Enero 2017.....	97
7 Plaza principal del centro poblado de Accaso. Enero 2017. ....	97
8 Pozo de agua y silo letrina familiar, C.P. de Accaso. Enero 2017.....	98
9 Muestras de agua de pozos del centro poblado de Accaso. Noviembre 2017.....	98
10 Pozo de agua familiar del centro poblado Accaso, distrito Pilcuyo. ....	99
11 Pozo de agua familiar del centro poblado Accaso, distrito Pilcuyo. ....	99



**ÍNDICE DE ANEXOS**

	Pág.
1. Panel fotográfico 1.....	96

## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue evaluar la situación actual del abastecimiento de agua para consumo doméstico. Se planteó como hipótesis: Los factores socioeconómicos y ambientales tienen influencia diferenciada en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo de la Región Puno; se desarrolló en el marco de los métodos cuantitativos, se ha utilizado la técnica de encuesta y cuestionario estructurado y para la valoración económica el método de valoración contingente utilizando los modelos de regresión Logit y Probit, y la disposición a pagar se ha estimado utilizando el paquete econométrico Limdep 8.0. Los resultados fueron: Los factores sociales y económicos son independiente de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano, a excepción de la variable estado civil, que no es independiente de la variable objeto de investigación; se ha identificado la predominancia de situación civil de casado el 45,2 % y convivientes el 35,7 % de jefes de familia que en conjunto representa al 80,9 % de los jefes de familia. Mediante los modelos probabilísticos de Logit y Probit se ha estimado la disposición a pagar (DAP) medio de S/. 4.7398 soles y la población estimado es de 152 habitantes y hace un total de S/. 720.4496 soles de valor agregado la cual es equivalente de \$. 255.464 dólares americanos, el monto estimado es aporte de los pobladores del centro poblado, en forma voluntaria, fondo que servirá para la implementación del plan de gestión de agua potable; los resultados del análisis físico, químico y microbiológico evidencian que, el 37,5 % de los pozos familiares se encuentran dentro de los Imp cuyo valor es de 0 ml, aptos para el consumo humano; el 62,5 % de los pozos resultan no aptos.

**Palabras clave:** Agua, disposición a pagar, factores socioeconómicos, medio ambiente, pozo de agua y rural.

### ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the current situation of water supply for domestic consumption. The following hypothesis was proposed: Socioeconomic and environmental factors have a differentiated influence on the situation of water supply for human consumption in the Acuntos Town Center of the Pilcuyo district of the Puno Region; it was developed within the framework of quantitative methods, the technique of survey and structured questionnaire was used and for economic valuation the contingent valuation method using the Logit and Probit regression models, and the willingness to pay has been estimated using the package Econometric Limdep 8.0. The results were: Social and economic factors are independent of the situation of water supply for human consumption, except for the variable marital status, which is not independent of the variable under investigation; the predominance of civil status of married has been identified 45,2 % and cohabitants 35,7 % of heads of family that together represent 80,9% of heads of family. Through the probabilistic models of Logit and Probit, the average willingness to pay (DAP) of S/. 4.7398 soles and the estimated population is 152 inhabitants and makes a total of S/. 720.4496 soles of added value which is equivalent to \$. 255,464 US dollars, the estimated amount is the contribution of the population of the populated center, on a voluntary basis, a fund that will be used for the implementation of the drinking water management plan; the results of the physical, chemical and microbiological analysis show that, 37,5 % of the family wells are within the Imp whose value is 0 ml, suitable for human consumption; 62,5 % of the wells are unsuitable.

**Keywords:** Water, willingness to pay, socioeconomic factors, environment, water well and rural.

## INTRODUCCIÓN

En la zona de estudio, los sistemas climáticos y el tiempo varían de acuerdo a las estaciones del año, cambian constantemente. Como parte de estos procesos dinámicos ocurren, de forma natural, oscilación de temperaturas extremas, lluvias de alta intensidad y movimientos del aire. Los periodos inusuales de sequedad, por ejemplo, las sequías hidrológicas y meteorológicas, son por lo tanto características normales de los sistemas del clima y tiempo, incluyendo aquellos que generalmente se consideran “secos” y “fríos”, y también las regiones usualmente asociadas con el término “sequía”.

Las sequías, de todos los desastres causados por fenómenos naturales, son las que tienen mayor impacto económico y pueden afectar al mayor número de personas. En contraste, las sequías afectan grandes extensiones geográficas del altiplano, llegando a cubrir todo el altiplano de la región de Puno y pueden durar varios meses o, en algunos casos, hasta varios años. Invariablemente, tienen un impacto directo y significativo sobre la producción alimenticia y la economía en general (ANA, 2009).

Por lo que, esta investigación sobre factores socioeconómicos, ambientales y situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo, El Collao, Puno, tiene el propósito de analizar un componente básico y fundamental para el funcionamiento de la unidad familiar, por tanto de naturaleza social, económica y ambiental que es el agua como elemento vital; por lo que resulta importante analizar la situación de las fuentes de abastecimientos de agua para consumo humano en las pampas de Pilcuyo, ubicado en las proximidades del lago Titicaca.

Es de singular importancia conocer las características de la situación actual de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano en las unidades familiares; y sobre esta base elaborar una propuesta o plan de tratamiento para su potabilización. El contenido de la investigación se presenta de la siguiente manera: El primer capítulo presenta la revisión de literatura; el segundo, planteamiento del problema de investigación; el tercero materiales y métodos; en el cuarto capítulo los resultados y discusión; y finalmente las conclusiones, recomendaciones.

Sin embargo, el acceso a agua potable y saneamiento básico en nuestra región es insuficiente e inadecuado, repercutiendo en impactos negativos en la salud pública, los factores que limitan son: la capacidad financiera limitada de los organismos encargados

de proveer estos servicios y la institucionalidad débil del sector. Asimismo, viene experimentando un crecimiento demográfico que hace una presión sobre los servicios básicos que para enfrentar esta demanda. La contaminación de los cuerpos de agua receptores del vertimiento de efluentes domésticos, industriales, mineros y agrícolas que por lo general son un río, lago, laguna o el mar son muy preocupantes, porque reduce la disponibilidad de agua dulce o incrementa el costo de tratamiento del agua para abastecimiento humano y causan impactos en el medio ambiente, la salud y alteran el estado normal de la naturaleza (Florez, 2014).

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Antecedentes

A nivel internacional, en Colombia Acosta (2014), expone lo siguiente: al igual que en muchas poblaciones existe una clara demanda de agua para llevar a cabo actividades productivas a pequeña escala, actividades como riego, ganadería, procesamiento de productos agropecuarios o microempresas, para este caso el cultivo agrícola es la actividad más representativa en todo el corregimiento y esto genera ingresos que de alguna manera contribuyen a la lucha contra la pobreza.

En el Corregimiento se han evidenciado enfermedades asociados a factores como una deficiente infraestructura sanitaria, condiciones no adecuadas de vivienda y la mala nutrición, prueba de esto es que una de las más frecuentes causas de consulta médica se asocia a factores ambientales y de calidad del agua. Igualmente, en el año 2013 se presentaron enfermedades asociadas al agua como infecciones intestinales.

La calidad del agua de fuentes superficiales se ve deteriorada frecuentemente por los aportes de contaminantes de forma permanente, puntual y/o transitoria, generados de residuos por actividades humanas como domésticas, industriales, mineras, pecuarias y agrícolas, que tienen, dependiendo de su naturaleza, efectos sobre la salud. En adición, los aspectos geológicos, hidrológicos y sismológicos tienen gran relevancia, puesto que estos factores confluyen generando problemas ambientales, que sumados a las actividades agrícolas y pecuarias, la deforestación y degradación de la zona boscosa, ejercen presión sobre los suelos aumentando la erosión, el escurrimiento de sedimentos a los cuerpos de



agua y la probabilidad de que se presenten deslizamientos, en especial sobre la infraestructura del acueducto generando riesgos al suministro de agua potable.

Estos hechos muestran la necesidad de construir un sistema de acueducto que ayude a mejorar la calidad de vida de esta comunidad, además a preservar los recursos hídricos, a través de acciones que permitan proteger las fuentes de abastecimiento.

Celis (2014) en su tesis, presenta un análisis de la política pública del sector de agua potable y saneamiento básico para la zona rural del país del período de gobierno indicado. La provisión de agua para las zonas rurales ha sido un reto para el gobierno dada la dispersión de las viviendas y la pobreza de sus habitantes que dejan como resultado una disparidad entre las coberturas urbanas y rurales. El enfoque de la investigación se centra en evaluar el grado de implementabilidad de la política a través de categorías de análisis que permiten determinar los aciertos y limitaciones que influyen en los logros de los objetivos propuestos.

La política rural en el país ha enfrentado numerosos inconvenientes por la manera en que se identifican y contextualizan los referentes y elementos de la ruralidad. Estos inconvenientes se reflejan también en la formulación de una política pública para el sector de agua potable y saneamiento básico en donde la falta de una comprensión amplia de la dinámica propia, distinciones de la política pública, institucional, y los mecanismos de regulación, control y vigilancia.

Asimismo, en Ecuador, Santacruz (2014) precisa que el objetivo consiste en implementar un sistema purificador de agua, el cual sea eficiente y de fácil acceso a comunidades rurales que carecen de este servicio como lo es el Recinto Mesada de Arriba en el cantón Colimes. Para la recolección de datos en el estudio realizado se utilizaron técnicas, las cuales consistieron en entrevistas a los moradores del sector y a sus dirigentes; la observación directa de campo y el análisis de los involucrados, con lo cual se pudo observar los actores directos e indirectos inmersos en el problema. Para correlacionar los datos recolectados se utilizó el diagrama del árbol de problemas.

A partir de su realización se pudo obtener el árbol de objetivos, donde se determinó lo que se busca conseguir. Posteriormente se realizó una matriz de Marco Lógico, herramienta principal para analizar y establecer la finalidad, el propósito y las actividades a hacerse en el proyecto de tesis. Para implementar este proyecto se establece una unidad

ejecutora encargada de administrarlo. También se creó un plan de monitoreo con su formato de evaluación, además un plan de acción con su respectivo diagrama de Gantt, para visualizar todas las actividades previas a la implantación del sistema purificador. Se indicó que para el funcionamiento de éste sistema purificador se requiere una inversión de \$ 54.671,61 de los cuales \$ 12.742,45 serán donados en equipos tecnológicos.

El proyecto plantea la posibilidad de resolver ésta problemática, solucionando una necesidad tan básica y esencial, debido a que los escenarios proyectados son pueblos carenciados que no disponen de recursos económicos. Esta tesis propone acercar a familias de las regiones rurales a algo tan fundamental y vital como es el consumo de agua potable.

A nivel nacional Fabias & Mendoza (2016), presenta los resultados de los análisis a la calidad del agua potable realizados en las localidades de Ingenio y El Carmen del distrito de Huaura, provincia de Huaura, región Lima, durante el año 2014, donde indica que la calidad del agua para consumo humano es una variable que es analizada permanentemente por instituciones que tienen funciones encargadas de garantizar la salubridad e inocuidad del vital líquido de consumo humano. En ese marco el Ministerio de Salud a través de la Red de Salud Huaura – Oyón, ejecuta un plan de monitoreo de la calidad del agua en todo su ámbito territorial, siendo el distrito de Huaura un punto de referencia.

El análisis del agua potable consistió en la medición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, aplicando un protocolo validado por el Ministerio de Salud. Los resultados indican que algunos de estos componentes de la calidad del agua no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de calidad de agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA) y los Valores Guía de la OMS 2004, como, por ejemplo, proporción de Boro y Cloro, Coliformes totales y termotolerantes. El estudio concluye con recomendaciones dirigidas a la Municipalidad del distrito de Huaura con la finalidad de que realicen mejoras a la calidad del agua potable que distribuye a la población local.

Asimismo, Mendoza (2013) enmarca su objetivo en evaluar los sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural de la provincia de Moyobamba, departamento de San Martín. El tipo de investigación es descriptiva, se tomó como muestra los principales centros poblados en el ámbito distrital, de los cuales se ha

evaluado tanto la gestión y cobertura del servicio, así como el estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua para consumo humano.

Se ha logrado identificar los responsables de la administración de los servicios de agua en las localidades evaluadas, así como la antigüedad, tipo de sistema de abastecimiento, las fuentes y el tipo de captaciones en cada caso. Así mismo se puede concluir que en general la gestión de los sistemas de abastecimiento de agua en las zonas rurales de la provincia de Moyobamba, es ineficiente dado que la responsabilidad en la conducción de este servicio no es uniforme encontrándose diferentes niveles de responsabilidad como son las JASS, la municipalidad y mediante directiva comunal. Asimismo, debido al poco ingreso por aportes de los usuarios, no cuentan con operadores capacitados y la cobertura no es al 100 % de la población.

En cuanto al estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua, se ha encontrado que en la mayoría de casos el sistema tiene una antigüedad considerada y no cuentan con sistemas alternos de captación. Así como las fuentes provienen de aguas subterráneas sin tratamiento.

## **1.2. Teorías de valoración ambiental**

### **1.2.1 Valoración medioambiental de los recursos naturales**

En el avance de las sociedades humanas, la dinámica de la naturaleza no ha estado separada de la evolución de los sistemas económicos. Sin embargo, la naturaleza ha provisto al ser humano de refugio y alimento, así como también, ha constituido un medio de relaciones entre individuos y entre sociedades. En efecto, los ecosistemas y la economía han generado múltiples formas de interdependencia. Una de las relaciones que, en gran medida, ha determinado el deterioro de las estructuras ecológicas por la presión de las actividades económicas, radica en la asignación de valor de los recursos naturales que las sociedades hacen a través de la economía, las cuales fluctúan de acuerdo al comportamiento del sistema económico-ecológico en permanente cambio (Toledo, 1998). La economía asigna valor a los recursos naturales de acuerdo a preferencias de los individuos, los toma para la formación de riquezas y posteriormente excreta energía disipada (no útil) y desechos contaminantes (Rodríguez & Cubillas, 2012).

### 1.2.2 Enfoque del valor económico

Los economistas han experimentado por muchos años la evaluación de recursos naturales, por lo cual existen valoraciones que no son de mercado. Últimamente, las valoraciones de bienes naturales son dependientes del punto de vista del evaluador, es decir, 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 solamente de las preferencias individuales por cambios en el estado de dichos recursos o por cambios en sus niveles de bienestar (Azquete, 1994).

Por otra parte, la ética eco céntrica asume que los recursos naturales, incluidas las formas de vida, tienen valor en sí mismos, el cual es independiente de las preferencias humanas y por lo tanto estos recursos poseen un valor intrínseco. Así, el punto de vista eco céntrico, es incompatible con la economía neoclásica que considera principalmente las preferencias individuales de las personas (Pearce & Turner, 1990).

El antropocentrismo, establece que la aproximación utilitaria para la valoración de bienes o servicios ambientales, refleja de alguna manera beneficios para los humanos. Estos valores son determinados por mercados o por métodos desarrollados que utilizan las preferencias individuales para bienes y servicios ambientales que carecen de precio de mercado. Los beneficios son expresados bajo el concepto de valor económico total (VET) de un recurso cualquiera, entre ellos el agua está dado por el Valor de Uso (VU), sin embargo, autores, sugirieron que, aunque los individuos no utilicen un recurso, es posible que este sea valioso para ellos introduciendo así el concepto de Valor de no Uso (VNU). El Valor de uso puede dividirse en Valor de Uso Directo (VUD), Valor de Uso Indirecto (VUI) y Valor de Opción (VO). Por otro lado, las categorías del Valor de No Uso (VNU) son el Valor de Existencia (VE) y el Valor de Herencia (VH) (Azqueta-Oyarzun, 2007).

El objetivo central de los métodos de valoración de la EA se encuentra en la internalización en el sistema de mercado de los diferentes valores que componen los activos ecosistémicos, no excluyentes entre sí, que pueden aislarse para su análisis y sumarse para la identificación del valor total. Así, para identificar el valor

total de un bien o servicio ecosistémico, se debe identificar los valores parciales del uso tangible o intangible de este bien o, indirectamente a través de otros bienes o atributos de un bien el valor de la opción de aplazar el uso del bien para un futuro; y otros valores de no uso como el inmanente o el valor de heredar el recurso a las generaciones futuras. La identificación de estos valores constituye un paso previo para desarrollar y seleccionar posteriormente cualquier método de valoración (Lomas, Martin, Louit, Montoya, & Montes, 2005).

Azqueta (2002) clasifica los métodos de valoración en indirectos (basados en las preferencias reveladas) y directos (basados en las preferencias declaradas). Los métodos indirectos de valoración incluyen los costes de reposición, la función de producción, el coste de viaje y los precios hedónicos; entre los métodos directos se destacan la valoración contingente y la ordenación contingente. De esta forma, el concepto del valor total, complementado con la estructura analítica de la microeconomía, confluyen en el uso de dos herramientas que funcionan como el común denominador de los métodos de valoración de la EA: la disposición individual a pagar por un recurso (DAP) y la disposición a aceptar compensaciones por un mal ambiental (DAC) (Rodríguez, 2010). Según Fiel (1995), son el instrumento para la internalización de las preferencias individuales de consumo para asignar un valor monetario.

### **1.2.3. Teoría del valor**

Freeman III (2003) deduce la propiedad conocida como sustitución en mismo que establece la posibilidad de intercambio entre pares de bienes. Esto a su vez, permite valorar económicamente bienes ambientales, ya que el valor económico de los mismos se expresa en términos de la disposición a renunciar a un bien con miras a obtener más de otro. Si un individuo desea mejor calidad ambiental debería estar dispuesto, en principio, a sacrificar algo con el fin de satisfacer este deseo (Vasquez, Cerda, Arcadeo, & Orrego, 2007).

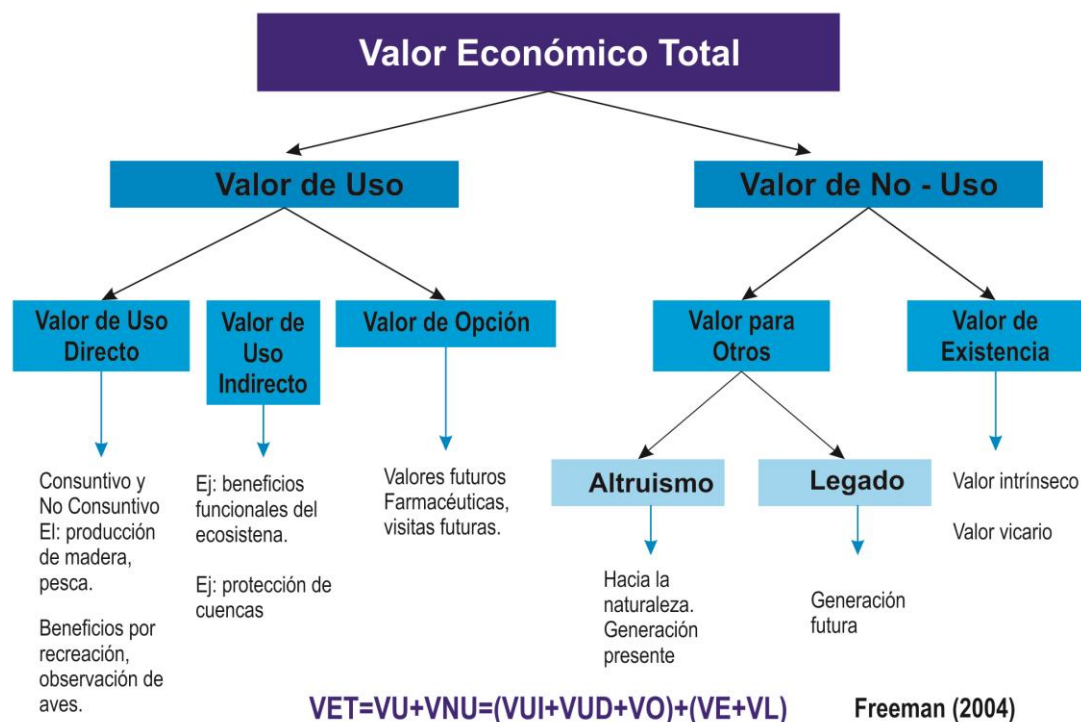


Figura 1. Valor económico ambiental

Fuente: Freeman (2004).

### 1.2.4 Teoría de las preferencias

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

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

### 1.2.5 Determinación de valores

Freeman (1993), asevera que valores se determinan siempre para un cierto propósito. Un planificador necesita saber los valores comparativos de ciertas alternativas para elegir entre ellos. Estos valores se deben medir en términos de los

deseos o necesidades, pero que algunos sean relevantes, depende del propósito de la decisión. El término “utilidad” se define como la satisfacción que una persona desea. Esto es virtualmente sinónimo de la capacidad de hacer una diferencia favorable para la vida de alguien. De esta forma, se propone la ecuación (1), se puede expresar de la siguiente manera:

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

### **1.2.6 Medidas del bienestar**

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

### **1.2.7 Variación compensatoria (C)**

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

### **1.2.8 Variación equivalente (VE)**

Según Hanemann (1984), toma como referencia el nivel de utilidad que el individuo alcanzaría con el cambio de precios siendo equivalente a la cantidad de dinero que habría que darle al individuo en la situación sin proyecto, para que alcance un nivel de utilidad semejante al que alcanzaría en la situación con proyecto con el nivel de ingreso original. La variación equivalente (VE) se define como la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por evitar un cambio desfavorable, o la mínima cantidad de dinero que está dispuesto a aceptar como compensación por renunciar a un cambio favorable. El individuo tiene derecho a la situación final (con proyecto).

### 1.2.9 Definición matemática de C y VE

Para una reducción en los precios la C se puede definir como el valor tal que  $U(P_1, Y - C) = U(P_0, Y)$ . Y VE se define como  $U(P_1, Y) = U(P_0, Y + VE)$ , donde 1 y 0 indican situaciones con y sin proyecto (MINAM M. , 2015).

### 1.2.10 Determinación de la variación compensada

Para encontrar la variación compensada que toma el valor de (C), que es la respuesta a la pregunta de disponibilidad a pagar (DAP), en un modelo lineal  $V_i$ .

El modelo  $V_i$ , es: 
$$V(j, Y; S) = \alpha_j + \beta_j Y + \varepsilon_j; \beta > 0,$$

Dónde:

$j = 1$  (con proyecto) o  $j=0$  (sin proyecto)

$V$  = función de utilidad indirecta

$Y$  = nivel de ingreso

$\alpha_j$  y  $\beta_j$  = parámetros

$\varepsilon_j$  = término de error  $\varepsilon_j \sim N(0, \sigma^2)$

Entonces C para el individuo i puede definirse como:

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

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

Donde  $V_i$  es la utilidad indirecta,  $Y$  nivel de ingresos,  $S$  factores socioeconómicos,  $\varepsilon_1$  y  $\varepsilon_0$  son los errores, simplificando u omitiendo  $S$  momentáneamente, la función incremental de la utilidad ( $\Delta V$ ), quedaría expresada como:

$$\Delta V = \alpha + \beta C + \eta$$

Donde: 
$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$$

$$\eta = \varepsilon_1 - \varepsilon_0$$

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\alpha'$ : Es la transpuesta del vector de parámetros, y  $\beta$  es el coeficiente del precio P (utilidad marginal del ingreso). Utilizando una forma funcional logarítmica

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

Aplicando el incremento para la situación con y sin proyecto la función incremental se expresa como:

$$\Delta V = \alpha_1 - \alpha_0 - \frac{\beta C}{Y}$$

Las formas de cálculo de las medidas de cambios de bienestar ( $C^*$  y  $C'$ ) se pueden estimar a partir de las siguientes formas, mostradas en el Tabla 1:

**Tabla 1.**

*Fórmulas para la estimación de las medidas de la Media y Mediana*

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

Fuente: Ardila, (1993).

Se han desarrollado métodos para la estimación de los parámetros de las formulas anteriores.

### 1.2.11 Determinación del modelo

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

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

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

$$U(1, Y - P; S) > U(0, Y; S)$$

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

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

Donde  $\varepsilon_0$  y  $\varepsilon_1$  son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas.

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

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

$$\eta = \varepsilon_0 - \varepsilon_1$$

A este nivel, la respuesta SI/NO es una variable aleatoria. La probabilidad de una respuesta afirmativa (SI) está dada por:

$$P(SI) = P(\Delta V > \eta) = P(\eta < \Delta V) = F(\Delta V)$$

Donde  $F$  es la función de probabilidad acumulada de  $\eta$ .

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

Con  $f(\eta)$  la función de densidad de probabilidad de  $\eta$ .

$F(\Delta V)$  indica la probabilidad de que  $\eta$  sea menor o igual a  $\Delta V$ .

### 1.2.12 Forma funcional de $V_i$ : lineal

$$V_i = \alpha_i + \beta Y$$

Lineal en el ingreso, donde  $i$  (0,1), y una distribución de probabilidad para  $\eta$ , se obtiene

$$\Delta V = (\alpha_1 - \alpha_0) - \beta P = \alpha - \beta P$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Si a  $\Delta V$  se le asocia una distribución de probabilidad logística para  $\eta$ , se obtiene un modelo Logit, cuya probabilidad de respuesta SI se modela como:

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

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

### 1.2.13 Especificación del Modelo

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

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

La variable dependiente Prob (SI) significa la probabilidad si el usuario estaría dispuesto a apagar por el mejoramiento del servicio de agua potable, mientras tanto las variables independientes se presentan con características sociales (GEN, EDA, TAH, EDU), económicas (ING, PREC) y las variables de percepción ambiental (PAM). Se analizará los signos esperados. Sin embargo, del signo de interrogación no se espera una respuesta definida, con la realización de la encuesta se obtendrán las variables explicativas (Flores, 2006).

### 1.2.14 Método de Valoración Contingente (VC)

El propósito de la valoración contingente es “derivar” las preferencias del consumidor. Normalmente el procedimiento seguido en la práctica consiste en analizar la conducta de la persona con la aplicación de las encuestas (Azquete, 1994).

Sobre el uso del método hay mucha discusión. Críticas como Diamond y Asuman “rechazan el método como método de valoración económica debido a que sus resultados son inconsistentes con la teoría económica. Sin embargo, en algunos casos estas aseveraciones no son apoyadas por los hallazgos en la literatura sobre valoración contingente (Hanemann, 1984).

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

Según Perez (2000), la principal ventaja del método de valoración contingente es que puede medir potencialmente el valor del agua en el marco de la teoría económica. Asimismo, mide valores futuros como actuales. Es la única técnica que mide valores de no uso. Se ha usado para estudiar demanda para abastecimiento de agua doméstica y mejoramiento del saneamiento del recurso en villas rurales en

países en desarrollo. La principal desventaja son sus sesgos, su necesidad de conocimiento profundo de econometría, sus costos y tiempo para realizar el estudio.

### 1.3. Teoría de sistemas

#### 1.3.1. Sistema

Sistema es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo (Hart, 1985).

Hay dos palabras claves en esta definición, *arreglo* y *actúan*, las cuales implican dos características de cualquier sistema: *estructura* y *función*. Todo sistema tiene una estructura relacionada con arreglo de los componentes que lo forman y tiene una función relacionada con como “actúa” el sistema. En resumen, se puede definir un sistema como un arreglo de componentes que funciona como una unidad (Hart, 1985).

Para Bunge (1985), sistema es un objeto complejo cuyos componentes están ligados entre sí, de manera que: a) cualquier cambio en uno de los componentes afecta a otros y con ella al sistema íntegro y b) el sistema posee propiedades que no tienen sus componentes entre ellas la de comportarse como un todo en relación con otros sistemas.

Holle (1990) considera que todo sistema define su propia estructura y toda estructura está definida por la organización de los sistemas o partes en el sistema de las partes. Sistema es un todo organizado y complejo; un conjunto o combinación de cosas o partes que forman un todo complejo o unitario. Es un conjunto de objetos unidos por alguna forma de interacción o interdependencia. Los límites del sistema y su ambiente admiten cierta arbitrariedad.

#### 1.3.2 Sistema de producción familiar

En el marco del enfoque de sistemas, la unidad familiar está constituido por la composición familiar, referida a los integrantes de la familia; por la estructura familiar, referida al rol que desempeña cada miembro de la familia; está en función a los recursos que dispone: tierra, fondo de dinero, trabajo familiar, los cultivos y ganadería familiar; obteniendo así el nivel de ingreso; por otro lado, se tiene la

precipitación pluvial, humedad, temperatura, energía solar, entre otros, provenientes del medio ambiente; son elementos básicos para el desarrollo de otros subsistemas.

### **1.3.3. Subsistema de la agricultura familiar**

El subsistema agrícola está constituido por los principales cultivos que son el conjunto de elementos que actúan como un todo, mediante sus interacciones de los seres humanos y la naturaleza en perspectiva de producir alimentos para el consumo de la familia principalmente; los productos excedentes son destinados al intercambio monetario en el mercado, a fin de obtener el ingreso familiar.

Los principales cultivos para la alimentación de la familia son: papa, quinua, habas, entre otros; el forraje para la alimentación de la ganadería familiar; la agricultura proporciona también brozas y esquilmos agrícolas para el componente pecuario; y su vez, la ganadería familiar proporciona a la agricultura el abono para los cultivos, la tracción animal como fuerza de trabajo para los cultivos, la misma que está en declinación.

La tecnología para cultivos está constituida por la mecanización agrícola, el tractor con sus implementos como el disco, la rastra, la surcadora y en algunos casos está equipado con empacadora de forrajes, que facilita su traslado hacia los hatos de la ganadería familiar.

### **1.3.4. Subsistema de ganadería familiar**

Los componentes del subsistema de ganadería familiar están constituidos por elementos a los que se denomina crianzas por especies ganaderas como: vacunos, ovinos, en algunos casos los camélidos sudamericanos (alpaca y llama); este subsistema está constituido también por los animales menores: porcinos, aves y cuyes.

Estos componentes del subsistema pecuario interactúan bajo determinadas condiciones de producción, como la alimentación, sanidad, manejo, reproducción, todas estas actividades son desarrolladas por la familia; el proceso de gestión cuyo propósito es modificar los aspectos físicos y biológicos como un todo con el objetivo de incrementar la ganadería familiar que proporcione los alimentos para

los miembros de la familia y genere ingresos económicos por la venta de estas especies.

### **1.3.5 Subsistema de transformación**

El subsistema de transformación comprende los elementos de procesamiento de productos agrícolas y la ganadería familiar. Una práctica de transformación de la producción agrícola es el procesamiento del chuño o conocido también por chuño negro resultante de la deshidratación de la papa en épocas de helada, entre los meses de junio y julio principalmente, así como la transformación del chuño negro en “tunta” a través del procesamiento en río o pozas de agua en un periodo que depende de la calidad del agua.

Otro componente del subsistema de transformación es el procesamiento de derivados lácteos de la leche vacuna; algunas prácticas tradicionales de transformación en el componente pecuario está en declinación la artesanía textil a través de telares que utilizaba lana de ovino y fibra de alpaca; las mismas que hoy son reemplazadas por hilos y lana sintética procedentes del sector industrial que invade el mercado local y regional.

## **1.4. Agua potable y los sistemas de abastecimiento rural**

### **1.4.1 Importancia del agua potable en la salud pública**

Fondo Perú Alemania (2017) considera que, el agua potable es aquella agua que puede ser consumida por las personas durante toda su vida sin poner en riesgo su salud. Para lograr esta condición, el agua potable debe contar con características físico-químicas y bacteriológicas por debajo de los valores límite establecidos por las normas vigentes, que establecen la calidad del agua que no pone en riesgo la salud de las personas que la consume. El agua contaminada puede transmitir enfermedades, entre ellas las enfermedades diarreicas agudas EDAs, que son conocidas como una de las principales causas de morbilidad y de los altos índices de desnutrición crónica en niños menores de 5 años en el Perú.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que al menos 840,000 muertes por enfermedades diarreicas en el mundo; se evitan por el acceso conjunto a agua potable, saneamiento e higiene, generando por cada 1 dólar invertido en estos



servicios un retorno en beneficios de 4.3 dólares (OMS, 2012; Fondo Perú Alemania, 2017).

La importancia del agua potable es reconocida por organizaciones internacionales como las Naciones Unidas. Fue declarada como derecho humano por la Organización de las Naciones Unidas en el año 2010 (Naciones Unidas, 2010). En el Perú, en la misma línea, un objetivo de Estado aprobado por el Acuerdo Nacional, en el Plan Bicentenario: Perú al 2021, asegurar que el 85 % de la población tenga acceso al agua potable en el 2021 (Fondo Peru Alemania, 2017).

#### **1.4.2 Sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural**

En el Perú, el ámbito rural es definido como aquellas poblaciones cuyos habitantes no exceden de los 2000 habitantes. Esta categorización se realiza en la Ley N° 26338: Ley General de los servicios de saneamiento y el TUO de su reglamento, así como en el Decreto Legislativo N° 1280 que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento (Fondo Peru Alemania, 2017).

Los sistemas de agua potable tienen por objetivo abastecer de agua potable a una población determinada; pueden ser convencionales y no convencionales. Los sistemas convencionales son los que brindan acceso al agua potable a nivel domiciliario y cuentan con un sistema de tratamiento y distribución del agua potable en cantidad y calidad establecida por las normas de diseño. Cada una de las viviendas se abastece a través de una conexión domiciliaria. Estos sistemas pueden ser de cuatro tipos, por gravedad con o sin tratamiento y por bombeo con o sin tratamiento (Fondo Peru Alemania, 2017).

Por su parte, Romero (2017) denomina agua potable al agua “bebible” en el sentido que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. El término se aplica al agua que ha sido tratada para el consumo humano según unos estándares de calidad determinados por las autoridades locales e internacionales. Al proceso de conversión de agua común en agua potable se le denomina potabilización.

El agua es elemento vital para la existencia del hombre y de los seres vivos; las dos terceras partes del cuerpo humano están constituidas por agua, para que pueda

cumplir las funciones de circulación, digestión, entre otros, es necesario este elemento y así poder subsistir. Una tercera parte del agua de nuestro organismo se encuentra formando la sangre y otros líquidos, el otro tercio forma parte de las células; diariamente el cuerpo del hombre utiliza agua en los jugos gástricos, saliva, entre otros.

El agua de consumo humano debe ser potable para que no afecte a la salud. En muchas partes del mundo el agua que se consume no es potable, El campesino y su familia toman el agua de pozos rústicos, ríos y riachuelos, lagos, acequias de riego, agua de lluvia captada en vasijas, entre otras fuentes. Aún el agua aparentemente limpia y cristalina suele acarrear enfermedades. El sistema de abastecimiento de agua es de suma importancia porque posibilita la existencia y funcionamiento de la unidad familiar.

### **1.5. Salud ambiental y calidad del agua para consumo humano**

La norma de salud ambiental está contenida en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA del Ministerio de Salud que regula las características de la calidad del agua para consumo humano. (Ver tabla 2 y 3)

### **1.6. Tratamiento del agua para consumo humano**

Witt y Reiff (1993) consideran que para medios rurales, existen varias alternativas para desinfectar y purificar el agua en pequeña escala que pueden aplicarse en el hogar.

#### **1.6.1 Hervir el agua (calor)**

En el caso de América Latina y el Caribe, el método más corriente de la desinfección de los suministros de agua a nivel domiciliario es hervir el agua. Se trata de un método muy eficaz, ya que la exposición de los organismos patógenos transmitidos por el agua más comunes (bacterias, esporas, virus, cercarias y quistes) a temperaturas del agua de 90 a 100 grados centígrados durante un corto tiempo los matará o inactivará. El agua tiene que calentarse hasta que hierva “borboteando” durante unos tres minutos (Witt & Reiff, 1993).

**Tabla 2.***Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica*

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	- - -	Aceptable
Sabor	- - -	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	6
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad (25 °C)	$\mu\text{mho}/\text{cm}$	1500
Sólidos totales disueltos	$\text{mgL}^{-1}$	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-1} \text{L}^{-1}$	250
Sulfatos	$\text{mg SO}_4 = \text{L}^{-1}$	250
Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	250
Amoniaco	$\text{mg N L}^{-1}$	1,5
Hierro	$\text{mg Fe L}^{-1}$	0,3
Manganeso	$\text{mg Mn L}^{-1}$	0,4
Aluminio	$\text{mg Al L}^{-1}$	0,2
Cobre	$\text{mg Cu L}^{-1}$	2,0
Zinc	$\text{mg Zn L}^{-1}$	3,0
Sodio	$\text{mg Na L}^{-1}$	200

UCV = Unidad color verdadero; UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Reglamento de calidad de agua de consumo humano.

**Tabla 3.***Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos*

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
E. Coll	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 m a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
Virus	UFC / mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = &lt; 1,8/100ml

Fuente: Reglamento de calidad de agua de consumo humano.

### 1.6.2 Desinfección química

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua potable. Entre estas, las más utilizadas en casos de emergencias, a nivel domiciliario e individual, son el cloro y el yodo en compuestos sólidos o líquidos. El yodo elemental, la tintura de yodo, el hipoclorito de sodio y el hipoclorito de calcio pueden obtenerse frecuentemente a nivel local en las comunidades. Cada uno de estos puede utilizarse eficazmente como desinfectante de agua si se aplica en forma adecuada (Witt & Reiff, 1993).

## 1.7. Marco conceptual

### 1.7.1. El desarrollo sostenible

“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades... Permitir que todos los pueblos del planeta

accedan a un nivel satisfactorio de desarrollo social, económico, de realización humana y cultural en una tierra cuyos recursos serían utilizados razonablemente, preservando las especies y los medios” (Comisión mundial sobre el medio ambiente y el desarrollo de las Naciones Unidas, 1987, denominado “Informe Bruntland” (MINAM, 2012).

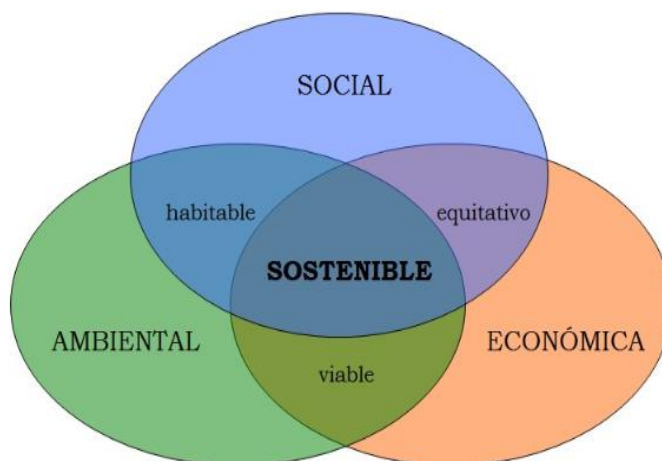


Figura 2. Las tres esferas del desarrollo sostenible

### 1.7.2. Sistema

Es un arreglo de componentes que funciona como una unidad. Todo sistema tiene una *estructura* relacionada con arreglo de los componentes que lo forman y tiene una *función* relacionada con la actuación o como “actúa” el sistema.

### 1.7.3. Sistema hidrológico

Sistema hidrológico fundamento (herramienta) de la hidrología. Es una estructura o volumen en el espacio, rodeada por una frontera, que acepta agua y otras entradas, opera sobre ellas internamente y las produce como salidas.

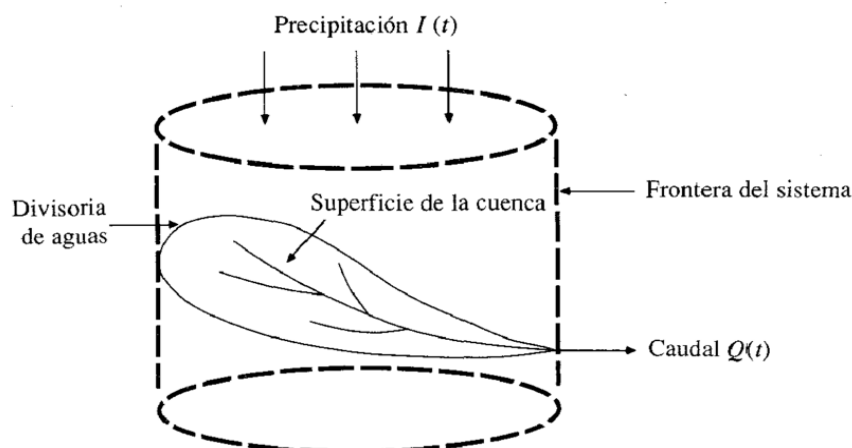


Figura 3. Cuenca de drenaje como sistema hidrológico

#### 1.7.4. Componente

Son elementos básicos que operan como parte integral del sistema. Estos elementos constituyen partes de la estructura y cumplen una función dentro del sistema.

#### 1.7.5. Factores sociales

Es el conjunto de características *personales* como edad, sexo; características *familiares* como la composición familiar; características *sociales* como el nivel educativo, entre otros.

#### 1.7.6. Factores económicos

Los factores económicos están constituidos por las variables como el tamaño del predio, la actividad principal, la actividad secundaria, el nivel de ingreso, entre otros.

#### 1.7.7. Agua potable

Es uno de los elementos más vitales para la existencia de todos los seres vivos en general y del hombre en particular; que reúne las características físicas, químicas y biológicas que la hacen apta para el consumo humano de acuerdo con los patrones de potabilidad de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

### **1.7.8. Agua apta para consumo humano**

Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

### **1.7.9. Fuente de agua**

Es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Pueden ser superficiales o subterráneas.

### **1.7.10. Tratamiento del agua**

Es el conjunto de elementos que configuran en una estructura y función para operar como parte integral del abastecimiento de agua, a fin de poner el agua potable apta para el humano, animales y riego.

## **1.8. Marco referencial**

### **1.8.1. Características del territorio peruano**

En la dimensión geográfica, la superficie total del territorio peruano, incluida las islas, es de 1'285,220 Km<sup>2</sup>. Es el tercer país más grande de América del Sur, después de Brasil y Argentina. La capital es Lima, principal centro del comercio y de las finanzas del país. Además, el país cuenta con una variada biodiversidad que se desarrolla en las tres grandes regiones naturales: costa, sierra y selva. Donde se localizan 84 de un total de 104 zonas de vida natural existentes en el mundo (Lapeña, Isabel et. al., 2010).

Según proyecciones del INEI (2015), la población total del país para el año 2015 es de 31'151,643 habitantes, de los cuales 15'605,814 (50,1 %) son varones y 15'545,829 (49,9 %) son mujeres. Además, del total de la población el 76,7 % viven en las áreas urbanas, mientras que el restante 23,3 % en las áreas rurales.

Respecto a la dimensión socioeconómica, el producto bruto interno (PBI) del país para el año 2011 creció en 6,6 %, mientras que en los años 2012 y 2013 descendió a 1,8 % y 0,8 %, respectivamente (INEI, 2014). Esta dinámica económica nos da cuenta del proceso de desaceleración económica, influenciada por el desempeño de la economía mundial.

En tanto que, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del país, durante los últimos años, ha evolucionado de la siguiente manera: para el año 1990: 0,615, para el 2000: 0,682, para el 2005: 0,694, para el 2010: 0,722, para el 2011: 0,727 y para el 2013: 0,737 (PNUD, 2014). En orientación similar, los indicadores de pobreza han evolucionado de la siguiente manera: la pobreza global para el año 2004 era de 58,7%, para el 2008: 37,3 % y para el 2012: 25,8 % y para el 2013: 23,9 %. Por su parte, la pobreza extrema para el año 2004 era de 16,4 %, para el 2008: 10,9 %, para el 2012: 6,0 % y para el 2013: 4,7 % (INEI-ENAHO, 2014).

Los indicadores e índices expuestos párrafos arriba se dan como producto del acceso de la población a servicios básicos como salud y educación. Así, según el INEI-ENAHO (2013), el 65,5 % de la población del país tiene acceso a los servicios de salud, a través del aseguramiento en algún sistema de salud. La mayoría de la población asegurada radica en las áreas rurales, con el 75,1 % y el 62,3 % en las áreas urbanas; dando cuenta así de la cobertura del Sistema Integral de Salud (SIS), en las áreas rurales.

Asimismo, en el año 2011, el 15,2 % de las niñas y niños menores de cinco años de edad padecía de desnutrición crónica, es decir, presentaron retardo en el crecimiento de la talla para la edad. En el periodo 1991-2011 el porcentaje de menores con déficit alimenticio se redujo en 21,3 % (ENDES, 1991 y 2011). Este resultado superó la meta de 18,3 por ciento para el año 2015.

No obstante, si se hace referencia a indicadores de salida nos encontramos con que la tasa de mortalidad infantil en el país alcanza a 16 muertes por cada 1000 nacidos vivos: 16 en las áreas urbanas y 17 en las áreas rurales. Estos datos dan cuenta de que comparativamente con los promedios mundiales se habría avanzado, pero continúan siendo elevados; lo que demanda de políticas más ambiciosas en la materia. Asimismo, la desnutrición crónica en niños menores de cinco años asciende a 17,5 %, expresando su descenso durante los últimos años.

De acuerdo con los objetivos de desarrollo del milenio (ODM), la mortalidad materna en el Perú para 1990 ascendía a 265 muertes maternas por cada 100,000 nacidos vivos, y al 2010 ese indicador ascendía a 93 muertes maternas, lográndose un descenso considerable del 64,9 %; aunque la meta según ODM al 2015 era de 66,3 muertes maternas.



De otra parte, la esperanza de vida al nacer en el Perú para el periodo 2010-2015, en promedio asciende a 74,1 años, la misma que ha mejorado a lo largo de los últimos años.

En materia de educación, según la ECE (2014), el acceso a los diferentes niveles de educación básica habría mejorado considerablemente, sobre todo en los niveles inicial y primario, con dificultades de acceso o incorporación de la población escolar en el nivel secundario. Es decir, la cobertura educativa según la matrícula en el nivel inicial para el año 2014 ascendió al 93,1 %, en el nivel primario al 98,2% y en el nivel secundario al 84,4 %. Ahora bien, pese a los esfuerzos desarrollados por el Ministerio de Educación al apoyo y compromiso permanente de instituciones de la sociedad civil en el Perú, sigue siendo un reto no solo alcanzar la universalización de la matrícula, sino también un buen rendimiento de los alumnos al terminar su educación formal.

Finalmente, en el marco de los índices de desarrollo humano (IDH) en el mundo, el Perú ocupa el puesto 82 de un total de 187 países, con IDH de 0,737, siendo el promedio mundial de 0,702; ubicándose así en el grupo de países con índice de desarrollo humano elevado.

En la dimensión política, constitucionalmente, el Estado peruano es “unitario, su gobierno es representativo y descentralizado, y se organiza según el principio de separación de poderes” (CPP, 1993). Esta forma de organización nos conduce a identificar dicho modelo con el origen y la formación de los modernos Estados-nación liberales. El carácter de la estructura unitaria hace referencia a la formación de una comunidad política homogénea institucionalmente.

El fundamento de esta perspectiva radica García (1997) en la creencia de que, una vez delimitado el ámbito del Estado-nación y obtenida la identificación entre ambos, los límites étnicos no deben contraponerse a los políticos. Sin embargo, el Perú solo ha logrado constituir un Estado en términos formalmente institucionales, pero en la práctica no logró la ansiada construcción de ese Estado-nación. Porque a lo largo de su historia republicana la no integración entre las regiones de la sierra y selva con la costa, la no integración de los diferentes grupos étnico-culturales a la comunidad política nacional con participación y representación efectiva, fueron una constante. Como respuesta Cotler (1988) ante dicha situación es que durante todo

el siglo XIX se han generado proyectos separatistas y federativos, como iniciativa, principalmente, de las oligarquías del sur.

Uno de los problemas subyacentes en los diversos esfuerzos descentralizadores tanto en el Perú como en América Latina fue la tradición centralista al que hace referencia Veliz (1984). Tradición que se ha reproducido y perpetuado en el tiempo, desde los años de la independencia, tomando el patrón de organización de la época colonial, hasta la actualidad. Expresión de ello es que las decisiones y acciones políticas, administrativas y fiscales son efectuadas y controladas desde el poder central.

De esta manera, la descentralización se reduce a la mera desconcentración de determinadas funciones y competencias, en algunos periodos hacia los gobiernos locales y eventualmente hacia los gobiernos regionales o departamentales que son puestas en funcionamiento por algunos gobiernos de turno. El problema de la puesta en funcionamiento de éstos últimos, es que, no se implementan respondiendo a un plan de reforma estructural del Estado, sino respondiendo a necesidades coyunturales y de corto plazo. De esta manera, la tradición centralista del Estado se habría visto fortalecida por la ausencia de ese plan de reforma y la permanente inestabilidad política e institucional en el país. Y como consecuencia, el centralismo se ha convertido en una especie de vicio deliberado.

Aquí es relevante hacer mención que, actualmente, el Perú está dividido en 25 gobiernos regionales/departamentales y la Provincia constitucional del Callao, con categoría de región; 195 municipalidades provinciales y 1845 municipalidades distritales. Sin embargo, el país es sumamente centralizado. Porque, además, las distribuciones del gasto público entre los niveles de gobierno dan cuenta de una marcada centralización a lo largo de los últimos diez años. Así: para el año 2005 los gobiernos locales gastaron el 6,8 %, los gobiernos regionales gastaron el 15,7%, el gobierno nacional gastó el 77,5 %; para el año 2010 dicha distribución ha sido de la siguiente manera: 12,1 %, 15,7% y 72,2 %; y para el año 2015: 12,1 %, 14,9% y 73,0 %, respectivamente, manteniéndose con ello la abultada centralización del gasto público.

En términos de Gonzales de Olarte (2001) se puede concluir que, el problema del centralismo político y económico en el Perú no puede ser solucionado, únicamente,

mediante la descentralización fiscal y administrativa, sino que además implica tomar en consideración otros problemas transversales a ella, como la centralización productiva en Lima, que en realidad condiciona la centralización fiscal; la concentración del capital humano en Lima y en las ciudades más grandes (donde están la mayoría de los empresarios, profesionales y técnicos mejor calificados); la centralización financiera en la capital; finalmente, la centralización tecnológica y de la información.

### **1.8.2. Características de la región Puno**

#### **a). Factores de ubicación**

La región Puno está situado al Sureste del Perú aproximadamente entre las coordenadas geográficas 13°00'00'' y 17°06'57'' de latitud sur 71°29'18'' y 68°48'46'' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Limita por el Norte con el departamento de Cusco y Madre de Dios, por el Este con la República de Bolivia, por el Sur con el departamento de Tacna y República de Bolivia y por el Oeste con el departamento de Moquegua, Arequipa y Cusco.

Su extensión territorial es de 71,999 km<sup>2</sup>, que incluye 14.50 km<sup>2</sup> de área insular lacustre de las islas y 4 996.28 km<sup>2</sup> que corresponde a la parte peruana del lago Titicaca.

El clima de la Región Puno es muy variado, en las zonas agroecológicas (ZA) circundante al lago y Altiplano hasta los 4,000 msnm es frígido y termorregulador por la influencia del lago; en zonas agroecológicas de mayor altura es frígido y glacial; en la selva es cálido con precipitaciones pluviales y temperaturas muy superiores a los de la sierra. La temperatura máxima promedio es de 22 °C y la mínima de -16 °C. Las precipitaciones pluviales obedecen a una periodicidad anual de cuatro meses: de diciembre a marzo, característica que en los últimos tiempos tiende a variar hasta el mes de abril, ocasionando daños en la actividad agropecuaria y otras actividades.

La capital es la ciudad de Puno, conformada por 13 provincias: Puno, Azángaro, Carabaya, Chucuito, El Collao, Huancané, Lampa, Melgar, Moho, San Antonio de Putina, San Román, Sandía y Yunguyo.

**b). Factores demográficos**

Según el Censo de Población y Vivienda del 2007 es: 1'320,075 habitantes, siendo el 50,1 % población masculina y 49,9 % población femenina; con una tasa de crecimiento promedio anual de 1,3 %, realidad que evidencia una tendencia decreciente en comparación al de 1993 cuya tasa promedio de crecimiento anual fue de 1,6 %.

**c). Factores productivos y actividad económica**

La población rural tiene predios familiares de diferente tamaño, los dedica diferenciadamente a la agricultura y ganadería. El tamaño del predio varía en función a las zonas agroecológicas (ZA), por ejemplo, en el distrito de Capachica, el tamaño promedio de parcela es de 464 m<sup>2</sup>, en el distrito de Pilcuyo, este promedio es de 333 m<sup>2</sup>. Las familias de esta zona cuentan con varias parcelas en diferentes ámbitos de cerro, ladera y pampa. La suma de estas parcelas constituye la variable tenencia de tierras en las unidades familiares rurales.

En la ZA circunlacustre, se produce el constante fraccionamiento de tierras en función al crecimiento de la población; los matrimonios jóvenes que se quedan en el lugar se independizan en parcelas familiares que les asignan los padres por herencia, formalizando bajo la figura de compra-venta por escritura pública, dedicándolo a la actividad agropecuaria, predominantemente a la agricultura, que en los últimos tiempos tiende a complementarla con otra actividad que genere ingresos a la unidad familiar.

En el resto del Altiplano el tamaño de la propiedad de tierras es mayor, donde se desarrolla la actividad agropecuaria con una diversidad de cultivos y crianzas. En el otro extremo, en la ZA cordillera fácilmente se identifican propiedades que superan las 300 hectáreas y son dedicadas a la crianza de camélidos sudamericanos, predominantemente.

La región Puno tiene un potencial agropecuario, minero, ictiológico y turístico entre otros; produce 583,171 toneladas de papa, 32,740 toneladas de quinua, así como cañihua, café y cítricos. En el rubro de crianzas se tiene un potencial de 4'006,330 unidades de ganado ovino, 2'192,440 alpacas y 680,000 vacunos, de los cuales un aproximado de 101,006 vacas en producción de leche en 2011 que produce

79'038,000 litros de leche al año, destinados a la transformación de derivados lácteos para su comercialización.

En la actividad minera se extrae estaño, cobre, oro, plata, zinc, plomo y hierro, que en un 42,4 % son probados y un 67,6 % son probables. El espacio regional cuenta con más de 300 lagunas que le da un potencial ictiológico, por lo que es necesaria la creación de una carrera profesional de ictiología en cualquier institución universitaria de la región y obedece a un estudio de mercado de demanda de educación superior.

Además, el potencial turístico en la región Puno presenta 174 atractivos turísticos entre naturales y manifestaciones culturales, a saber: el lago Titicaca como el lago más alto del mundo, las islas de los Uros, Taquile, Amantaní, Soto, Suasi. El turismo vivencial como en Atuncolla, Capachica y Chucuito.

En el componente del turismo ecológico se tiene una diversidad de reservas, parques, nevados como la Reserva Nacional del Titicaca, el Parque Nacional de Bahuaja Sonene, los nevados de Macusani y Melgar entre otros. Finalmente, las festividades patronales en cada una de las provincias, siendo la expresión más relevante la semana festiva de la Virgen de la Candelaria que acaba de ser reconocida por la UNESCO como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. Para la actividad turística se ha implementado establecimientos de hospedaje en todas las provincias e incluso en algunos distritos de la región.

### **1.8.3. Características de provincia de El Collao**

La Provincia de El Collao se encuentra ubicada en el altiplano peruano, a las orillas del río Wenque, entre 16°01'30'' de latitud sur y 69°06'01'' de longitud occidental del meridiano de Greenwich, en el extremo sureste del Perú, a una altura de 3 847 msnm a 52 kilómetros de distancia de la capital de la región Puno.

Los límites de la provincia de El Collao son: por el Norte: con el distrito de Acora (Puno); por el Sur: con la Provincia de Chucuito (Pisacoma); por el Este: con el lago Titicaca; por el Oeste: con la provincia de Puno (Acora y Pichacani y parte de la región Moquegua).

La demarcación territorial de la provincia de “El Collao” se divide en cinco distritos incluido Ilave, capital de la provincia siendo los siguientes; Ilave, Capaso, Conduriri, Santa Rosa y Pilcuayo; con población de más de 75 mil habitantes, según el último censo de población y vivienda la ciudad capital de esta provincia constituye la tercera ciudad más importante de la región; puesto que, en las proyecciones al 2012, la provincia de El Collao tiene una población proyectada 84,865 habitantes (INEI. 2012).

El componente clima de la provincia es variado, templado en las zonas bajas circundantes al lago Titicaca y frío en las zonas altas; aparte de ello, genera un microclima especial, lo que constituye un elemento termorregulador apropiado para el desarrollo de la agricultura y la ganadería en este ámbito.

Presenta una temperatura promedio anual baja de 8,7 °C y estaciones marcadamente secas y húmedas. Las temperaturas máximas y mínimas en el día presentan fuertes oscilaciones propias del altiplano, siendo estas entre los 13,3 °C (junio y julio) a 16,1 °C (noviembre) y -1,0 °C (junio) a 5,3 °C (enero). El promedio de lluvia anual es de 711,3 mm, existiendo una estación húmeda con el 79 %. Las direcciones dominantes de los vientos vienen del este y del sur oeste.

El recurso hídrico más importante es la cuenca del río Wenque, que es el más caudaloso de la provincia, en su recorrido se suman numerosos afluentes. Se forma en las fuentes manantiales de Sacata, Uma Jalso y otros de la cordillera, y recibe los cursos de agua formados por las lluvias en un extenso recorrido que toma distintos nombres según los sitios por donde pasa el río Wenque que desemboca al lago Titicaca, formando un extenso y hermoso panorama en el recorrido de las aguas que permite el procesamiento del chuño blanco; en la época de lluvias desbordan en la zona baja, inundando las comunidades íntegras y generando problemas en las zonas ribereñas.

En la provincia de El Collao, las aguas de la cuenca del río Ilave ocupan una alta proporción de afluencia en relación con las cuencas del lago Titicaca, con dos afluentes: el río Wenque con un recorrido de 143 km. y el río Aguas Calientes recorrido, que se forman de la unión de los ríos Grande y Uncallane. Además, en el distrito de Santa Rosa se ubica la laguna de Loriscota, la misma que tiene una extensión de 34,2 km<sup>2</sup>.

Las especies acuáticas más comunes son los siguientes: carachi amarillo, humanto, ispi, mauri, suche, gringuito y kety; e introducidas: pejerrey y trucha.

Zonas agroecológicas, en el ámbito de la provincia se observa las siguientes zonas agroecológicas: circunlacustre o zona lago, Suni “A” o zona media y cordillera o zona alta. La primera con una temperatura media anual que oscila entre 2 a 15 °C y altitudes más bajas (3,812 a 3,825 msnm) y una precipitación pluvial promedio anual de 853 mm, en esta zona desarrollan cultivos de papa, oca, quinua, y la crianza de ganados vacunos, ovinos y en menor cantidad camélidos sudamericanos, y animales menores.

El engorde de ganado vacuno es desarrollado por algunas familias en determinados ámbitos destinados al mercado local, regional y nacional. Otra de las actividades importantes desarrolladas por emprendedores es la crianza de la trucha tanto en el costado sur y costado norte de la desembocadura del río Ilave al lago Titicaca; que destinan para la venta en la feria semanal de los días domingos, así como a otros mercados de las regiones vecinas.

La Zona agroecológica Suni “A” presenta una temperatura que oscila de -5,3 °C a 14,0 °C y una precipitación pluvial total promedio anual de 700 mm con altitudes que van de 3,500 a 4,200 msnm en donde se desarrolla, principalmente, la producción ganadera, constituida por ovinos, camélidos sudamericanos y vacunos, complementada con la pequeña agricultura familiar, constituida por cultivos de papa, quinua y cebada reducidamente.

La Zona agroecológica Suni “B”, se ubica sobre los 4,200 a 4,600 msnm siendo la actividad principal la crianza de camélidos sudamericanos (llama y alpaca) y en la Zona agroecológica Alta que se ubica en una altitud mayor a 4,600 msnm, cuya actividad principal es la crianza de camélidos sudamericanos.

#### **1.8.4. Características del distrito de Pilcuyo**

##### **a). Actividad productiva**

El distrito de Pilcuyo está ubicado en el ámbito circundante al lago Titicaca en condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la agricultura como actividad principal, constituyéndose en el pilar de la economía de las unidades

familiares de las tres zonas: lago, media y alta; es considerada como una actividad básica y fundamental para la producción y reproducción de estas economías rurales; la ganadería familiar es otra actividad que se desarrolla en el ámbito del distrito de Pilcuyo; en la zona lago, principalmente en la parte de Pucara, Cachi y otros, algunos pobladores tienen como actividad principal la crianza de trucha y la pesca artesanal, seguida de otras actividades como albañilería y otros.

## **b). Agricultura**

La agricultura familiar en este ámbito, se desarrolla en base al recurso tierra que constituye un medio de producción muy importante; el tamaño de la propiedad de la tierra crea condiciones favorables para la estructura y funcionamiento de la unidad familiar, cuyo componente es la pequeña agricultura. El cultivo predominante es la papa, cada familia toma decisiones para establecer su programación de cultivos.

En el ámbito distrital según la observación in situ se constata que las poblaciones se dedican al cultivo de granos andinos y forrajes para la ganadería familiar, así en Jilamaico es notorio la siguiente secuencia de cultivos: papa, habas, quinua, avena complementado por otros cultivos en menor proporción; en Challhuacamani, papa, haba, quinua, cebada grano, avena entre otros; y en Sucari Peñaloza donde algunos pobladores cultivan papa, quinua blanca, quinua gris y avena entre otros.

### **i. Cultivo de la papa**

El cultivo de la papa tiene el siguiente proceso: preparación del suelo, selección de semillas, siembra, fertilización, prácticas de laboreo deshierbe, aporques, control fitosanitario, cosecha y pos cosecha.

*Preparación del suelo*, se desarrolla entre los meses de marzo a mayo cuando es de roturación y entre los meses setiembre y octubre cuando se trabaja parcelas de rotación; utilizando tracción animal que tiende a declinar y la maquinaria agrícola tiende a reemplazarla. En el caso de trabajar con tecnologías tradicionales (yuntas) la profundidad del suelo resulta de 15 a 20 cm, mientras que con maquinaria resulta entre 35 a 40 cm. Se desterrona con rastra de discos para mullir la tierra.



*Semilla*, en la práctica se usa semillas de 20 a 30 gr, de variedad diversificada entre nativas e introducidas, generalmente son variedades vegetales propias; es ideal que el peso sea de entre 50 y 60 gr de tamaño más grande. Si el tamaño de las semillas son pequeñas se requiere entre 1,000 a 1,200 kg/há, si la semillas son de mayor tamaño se requiere entre 1,500 a 1,800 kg/há.

*Siembra*, en todo el ámbito distrital está en función a las prácticas tradicionales y de costumbre, generalmente en tres periodos: primera siembra hasta el quince de octubre, la segunda hasta la primera semana de noviembre y la tercera hasta la primera semana de diciembre, pero según información en algunos casos tiende a prolongarse más. El distanciamiento entre surcos de manera tradicional es entre 0.60 y 0.70 cm, y el surcado con maquinaria agrícola resulta entre 0.90 cm y 1.00 m. La profundidad del surcado con apoyo de tracción animal es de un aproximado de 15 cm. Pertinente para el primer grupo de semillas, mientras con maquinaria agrícola es de 40 cm de profundidad, apropiado para el segundo grupo de semillas indicadas.

*Fertilización*, en esta práctica se utiliza abono natural de ovino y de otros animales. Algunos agricultores complementan con abonos nitrogenados de procedencia industrial como el nitrato de amonio y urea últimamente. Es ideal que se abone con abundante “guano” de ovino, triplicando aún las prácticas hasta ahora alcanzadas, a fin cubrir los requerimientos del suelo en los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio principalmente y así obtener buenas cosechas.

*Prácticas de laboreo*, algunos agricultores desarrollan en el momento oportuno, mientras que otros atrasados; esta práctica brinda condiciones favorables al desarrollo de las plantas. La primera práctica de laboreo es el deshierbo con instrumentos tradicionales a fin de evitar la competencia de la mala hierba con el cultivo, en el consumo de agua, alimentos del suelo y luz solar. La segunda práctica es el aporque, estas prácticas se desarrollan cuando el suelo está húmedo, lo que favorece a la tuberización de la papa.

*Control fitosanitario*, está referido al control de plagas y enfermedades; para el primer caso es ideal practicar el control biológico y para el segundo caso se requiere el asesoramiento técnico profesional.

*Cosecha y poscosecha*, se realiza una vez comprobado que esté maduro y que el tubérculo no se pela, las familias programan la cosecha en función a la disponibilidad de tiempo con la cantidad de mano de obra requerida, pudiendo ser solo con los integrantes de la familia o con ayuda de mano de obra extra familiar; seleccionando el mismo día los tubérculos dañados; la clasificación se realiza en otro momento en papa monda, papa primera, segunda y tercera, cuyo tamaño varía entre unidades familiares; para el almacenamiento se elige un local adecuado en el marco de las prácticas familiares; una práctica final de este proceso de producción de la papa es el procesamiento del chuño que se realiza en la época de heladas; el chuño blanco o tunta requiere un proceso complementario que está en función a la calidad y flujo de agua; así como de los trabajos finales de pelado y secado.

## ii. Cultivo de la quinua

El cultivo de la quinua es importante por ser un alimento con alto valor nutritivo que adquiere preferencia en los últimos años a nivel de la población local, regional, nacional e internacional; tiene el siguiente proceso de producción: preparación del terreno, rotación de cultivos, siembra y densidad, fertilización y laboreo, cosecha y poscosecha.

*Preparación del terreno*, es un factor importante para el rendimiento de este cultivo, con una buena preparación del suelo se logra altos rendimientos, de lo contrario baja producción; otra causa de los bajos rendimientos de la quinua es la calidad de la semilla.

*Rotación de cultivos*, consiste en alternar diferentes cultivos por campañas en una misma parcela. Sembrar papa en el primer año, quinua en el segundo año, cebada o avena en el tercer, habas en el cuarto, papa en el quinto o descanso desde el cuarto año.

*Siembra y densidad*, la época de siembra está en función a las condiciones climáticas de cada zona, en el ámbito del distrito se siembra desde mediados de setiembre hasta mediados de octubre; utilizando dos formas de siembra, al voleo y en línea; a) para la siembra al voleo se requiere de 12 a 15 kg de semilla por hectárea y b) para la siembra en línea se utiliza entre 10 y 12 kg

de notarse una alta densidad es ideal practicar el raleo hasta la densidad deseada.

*Abonamiento y laboreo*, el abonamiento es importante tanto en la siembra como en el deshierbo, es necesario esta práctica para lograr plantas vigorosas y así lograr altos rendimientos en este cultivo.

*Cosecha* de la quinua se realiza una vez evidenciada que esté madura, el productor decide conservar en “parhua” hasta la trilla que puede realizarse manualmente o mecanizada; la otra opción es cosechar y el mismo día pasa a la trilla por cualquiera de las dos modalidades, pero al dejar madurar por más tiempo, se tiene el riesgo de ser consumido por pájaros u otras aves silvestres, cuyo daño es rápido en días.

Los cultivos más relevantes están constituidos por papa, quinua, habas, avena y oca; es importante observar que en el tercer año de rotación se cultiva en algunos casos las habas que fertiliza el suelo incorporando nutrientes predominantemente nitrogenadas, para el cultivo de la papa.

### c). **Ganadería**

La ganadería familiar en el ámbito distrital está constituida por las siguientes crianzas: vacunos, ovinos, porcinos, alpacas, equinos entre otros. Los vacunos y ovinos son alimentados básicamente con pastos naturales, rastros y subproductos de los cultivos; en la zona lago se alimenta también de especies acuáticas como la totora y las algas entre otros. En los últimos años se está instalando pastos cultivados en determinados espacios de cada zona; es notorio que la alimentación de vacunos y ovinos no llega a cubrir los requerimientos nutricionales de mantenimiento y producción de los animales durante todo el año, es preocupante la alimentación de los animales durante la época de secas donde escasean los pastos naturales, convirtiéndose en momentos críticos cuando el animal demanda durante el crecimiento, reproducción y lactación una mayor cantidad de nutrientes.

La tenencia de ganado constituye para el productor rural de este ámbito, una especie de caja de ahorros, debido a que si necesita un fondo de dinero recurre a la venta de sus animales; por lo que se puede considerar que sus crianzas constituyen dinero en pie.

La crianza del ganado ovino es muy importante para la población porque les proporciona carne principalmente y las lanas son usadas para la confección de prendas de vestir como indumentaria para mujeres y varones, incluso sombreros, abrigos; las pieles para tendidos tipo alfombra y para transformación de productos agrícolas como la molienda de granos andinos; hoy la vestimenta en este ámbito es de procedencia industrial; los ovinos proporcionan también abono natural para los cultivos y mejorar los suelos. El ganado ovino consume pastos naturales donde los vacunos están limitados en suelos marginales; son animales pasivos e indefensos frente a otros, se adaptan a nuevos lugares con facilidad, es de fácil pastoreo, rápidamente alcanzan la capacidad de procreación.

### **Crianza de trucha y pesca**

En la zona lago del distrito de Pilcuyo la actividad de crianza de trucha es sumamente importante, por la proximidad al recurso agua; la región Puno cuenta con más de 300 lagunas lagos y solo en algunas de ellas es aprovechada para la crianza de trucha, que tiene demanda en el mercado local y nacional principalmente. En los últimos años, el lago Titicaca es utilizado en diferentes distritos y provincias para la instalación de jaulas flotantes con fines de crianza de la trucha.

En consecuencia, las aguas del lago Titicaca es aprovechada de manera racional y técnica para la crianza controlada de truchas, debido a que la calidad de agua es dulce, así como la temperatura brinda condiciones favorables: además esta actividad absorbe la mano de obra en este ámbito. Esta actividad es desarrollada por familias de la zona lago en Pucara, Cachi, Thamana entre otras zonas, se trabaja de manera controlada en jaulas flotantes construidas con una estructura de cabos, flotadores, hilos, bolsa de malla entre otros; ajustadas a las necesidades del tamaño de los peces. La carga promedio es de 30 kg/m<sup>3</sup> de agua. El tiempo de producción varía en función a la calidad de alimento y están listos para el mercado en un promedio de un año, entre 8 y 16 meses aproximadamente hasta superar el peso comercial de 250 gramos. En el ámbito distrital es necesario el fomento y asistencia técnica de parte del Estado, con profesionales especializados en pesquería continental del Ministerio de Pesquería en la Región Puno.

La *pesca* artesanal en las aguas del lago Titicaca se desarrolla en menor proporción por pobladores de la zona lago y de los ámbitos circundantes al lago, en las zonas

media y alta hacia el costado Sur del distrito; utilizando diferentes técnicas, principalmente redes; entre las especies de pesca se tiene el pejerrey, carachi, ispi, entre otros.

#### **d). Turismo y artesanía**

Se cuenta con una zona turística sin explotar, en la comunidad de Sancuta que, en cuya pendiente existe una chulpa pre colonial de forma cuadrada, que debe ser promocionada como un ámbito turístico. La actividad artesanal en el ámbito distrital se desarrolla en determinados núcleos; es necesario diseñar estrategias para desarrollar esta actividad, debido a que puede generar ingresos adicionales a las familias de esta zona.

#### **1.8.5. Tenencia de la tierra**

La tierra de las familias rurales en este ámbito es utilizada principalmente para desarrollar la agricultura; el suelo agrícola, que es una capa constituida por minerales, residuos de animales y vegetales, microorganismos, humedad y aire, se encuentra cubriendo la superficie de la tierra, en donde se sustentan las plantas absorbiendo los nutrientes para su desarrollo. Por la ubicación geográfica, el ámbito distrital corresponde predominantemente a la zona agroecológica circunlacustre, se caracteriza por el constante fraccionamiento del recurso tierra, básico y fundamental para las actividades agrícolas y pecuarias, el promedio de parcela es de 333 m<sup>2</sup> en el ámbito distrital. En la actividad agrícola practican la rotación de cultivos, instalando el primer año el cultivo de la papa, seguido por el haba, luego por la quinua, cebada grano, y por último avena. Esta rotación es sumamente importante porque es el sustento de un manejo racional del espacio agrícola. Referente a la utilización de los pastos naturales para pastoreo de la ganadería familiar, no se practica de manera racional el uso de los pastizales con un número adecuado de animales por unidad de superficie, de acuerdo a la capacidad receptiva del pastizal.

#### **1.8.6. Climatología**

El año se divide en cuatro estaciones astronómicas en función de la actividad atmosférica y de la circulación de masas de aire, no obstante, desde el punto de vista climatológico, la región de la cuenca del río Ilave tiene una estación húmeda

(diciembre a marzo), otra seca (mayo a agosto) y dos periodos de transición (abril y septiembre a noviembre). En la estación primavera (Setiembre-noviembre), verano (diciembre-febrero), otoño (marzo-mayo) e invierno (junio-agosto); el viento dominante viene del Norte - Este generalmente.

Otro aspecto localizado sobre la región es la anomalía depresionaria provocada por el fuerte calentamiento del suelo árido. En efecto, la altitud media es en torno a 4,300 msnm. Y la presión media es de 650 mb. Esta situación provoca fuertes movimientos convectivos, a la que se añade la humedad producida por la evaporación del lago Titicaca, da como resultado la formación de grandes nubes cúmulus y cumulonimbos sobre la región (ANA, 2009).

#### **a). Precipitación**

ANA (2009) considera que las características estacionales del clima en la región de la cuenca del río Ilave, se manifiestan principalmente en la variación del régimen de las precipitaciones. Se sabe que los cultivos no solo son afectados por la poca precipitación anual, sino también por su irregular distribución a lo largo de todo el año. El período de lluvias de mayor magnitud comienza a partir del mes de diciembre y se prolonga hasta marzo, corresponde el 78,0 % en promedio de las estaciones, de las precipitaciones totales anuales. El porcentaje de precipitación en las estaciones meteorológicas oscila de 70,9 a 88,0 %.

El período seco (invierno), comprende los meses de mayo a agosto, las precipitaciones con sus mínimos valores llegan a ser del 3,6 % en promedio de las estaciones, de las precipitaciones totales anuales. El porcentaje de precipitación en las estaciones varía de 2,4 a 5,3 %. Los meses transitorios corresponden a abril, Setiembre a noviembre, presentan el 18,9% en promedio de las estaciones, de las precipitaciones totales anuales. El porcentaje de precipitación en las estaciones meteorológicas oscila entre 9,5 a 24,3 %, respectivamente.

En el entorno de la cuenca del río Ilave, la altitud tiene su influencia en la precipitación, asimismo la influencia de la proximidad al lago Titicaca (el lago constituye el elemento termorregulador del sistema y tiene un espejo de agua de 8400 Km<sup>2</sup> de superficie en promedio y un volumen de 930 Km<sup>3</sup> a una altitud media de 3810 msnm y es considerado como el lago navegable más alto del mundo,

además es una fuente de humedad extraordinaria a alturas en que las masas de aire no reciben normalmente ningún nuevo aporte).

La precipitación es una de las variables climáticas más importantes que influyen en la producción agrícola, puesto que la precipitación pluvial es, normalmente, la única fuente de humedad proporcionada al suelo.

En el entorno de la cuenca del río Ilave, la altitud tiene su influencia en la precipitación, asimismo la influencia de la proximidad al lago Titicaca (el lago constituye el elemento termorregulador del sistema y tiene un espejo de agua de 8400 Km<sup>2</sup> de superficie en promedio y un volumen de 930 Km<sup>3</sup> a una altitud media de 3810 msnm y es considerado como el lago navegable más alto del mundo, además es una fuente de humedad extraordinaria a alturas en que las masas de aire no reciben normalmente ningún nuevo aporte) (ANA, 2009).

#### **b). Temperatura**

Dentro de la cuenca del río Ilave, las zonas más cálidas se presentan en los sectores de Laraqueri y Mazocruz con 15.7 °C y Chilligua con 15.2 °C de temperatura máxima media. Igual caso sucede en las zonas cercanas al lago Titicaca. En la parte alta de la cuenca del río Ilave se registra las temperaturas más bajas, específicamente en las zonas de Mazocruz (-6.6 °C) y Coypa Coypa (-6.3 °C), y los meses de mayor friaje dentro de la región es durante los meses de Mayo a Setiembre en la parte alta y Junio a Agosto en la parte baja de la cuenca, en el mes de Junio se registra las temperaturas más bajas en toda la región.

#### **c). Humedad relativa**

Los datos son valores estimados utilizando la ecuación de relación humedad relativa–altitud. Se aprecia la variación estacional de la humedad relativa, registrándose en la estación de Coypa Coypa (marzo 69 %), Mazocruz (febrero 67%) e Ilave (enero a marzo 67 %) valores más altos, y los valores más bajos se registran en la estación de Laraqueri (julio 46 %).

#### **d). Horas de sol**

Número de horas por día de luz solar brillante, también definida como la duración de trazas o quemaduras hechas en una carta hidrográfica por el Registro

de “Campbell Stokes”. Para la cuenca en estudio, solo en las estaciones de Puno, Juli y Desaguadero se dispone de registros de este parámetro. En forma similar que los casos anteriores, se ha realizado el análisis de regresión lineal en base a la información disponible, con bastante cuidado y los resultados muestran valores confiables solo para valores medios anuales y se ha estimado los valores de horas de sol en forma anual, utilizando ésta información media anual se ha estimado a nivel mensual para las estaciones sin información, utilizando los coeficientes de variación mensual promedio de las tres estaciones con información histórica de horas sol. En el Cuadro N° 3.18 se presenta los parámetros de la ecuación de relación horas sol – altitud (ANA, 2009).



## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

En el altiplano de la región de Puno, el crecimiento de la población contribuye a la escasez de agua simplemente porque el suministro de agua disponible debe repartirse entre un número cada vez mayor de personas. Cada cuenca, subcuenca y microcuenca, tiene una cantidad más o menos fija de recursos hídricos internos, que se definen como el caudal medio anual de los ríos y acuíferos generado por la precipitación pluvial estacional. Con el tiempo, esta reserva interna renovable va dividiéndose entre un número cada vez mayor de personas, hasta que sobreviene la escasez de agua (ANA, 2009).

En los últimos años, los problemas del agua han sido objeto de una preocupación y un debate crecientes en el plano internacional. En enero de 1992 tuvo lugar en Dublín (Irlanda) la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (ICWE), patrocinada por el sistema de las Naciones Unidas. En 1993 el Banco Mundial publicó un exhaustivo documento de política en el que se definían sus nuevos objetivos en el sector de los recursos hídricos. La FAO, por su parte, ha establecido recientemente un Programa de Acción Internacional sobre el Agua y el Desarrollo Agrícola Sostenible (PAIADAS). En el 2006, en México se realiza el IV Foro mundial del Agua (ANA, 2009).

El principal mensaje emanado de todas estas iniciativas es que el agua es un recurso cada vez más escaso y valioso. Lo más preocupante es que aún no se acepta que las reservas de agua no son infinitas. No cabe duda de que la creciente escasez y el mal aprovechamiento del agua dulce constituyen una grave amenaza para el desarrollo sostenible.

El problema de los escasos de agua en el Perú para el consumo humano y actividad agrícola es preocupante por el agotamiento; tanto en la Costa, donde se desarrolla la agricultura de exportación bajo riego; como en la Sierra peruana, la pequeña agricultura familiar de subsistencia que es de temporal o de secano; así como en la región Selva para los cultivos tropicales. La Región Puno cuenta con abundantes recursos hídricos que superan 300 lagunas y lagos; sin embargo, existe carencia de agua en algunos ámbitos poblados pese a su proximidad al lago Titicaca.

En el ámbito de estudio las comunidades rurales no cuentan con servicio de agua y alcantarillado; consumen agua de pozos y en servicios sanitarios poseen letrinas incluso en algunos casos se encuentran ubicados a distancias muy por debajo de las recomendadas; el agua para consumo humano proviene de pozos del subsuelo.

## **2.2 Enunciado del problema**

### **2.2.1 Problema general**

¿Cuáles son los factores socioeconómicos y ambientales que influyen en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del Distrito de Pilcuyo, Provincia de El Collao de la Región Puno?

### **2.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál es la relación entre los factores socioeconómicos y la disposición a pagar para el mejoramiento del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso?

¿Cuáles es la calidad actual del agua utilizada para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso?

¿Los factores socioeconómicos y ambientales contribuirán a la viabilidad de la propuesta de tratamiento del agua para el consumo familiar en el espacio rural del Centro Poblado de Accaso?

## **2.3 Justificación**

La información espacial y temporal acerca de ciertas variables, generalizaciones regionales y relaciones entre las variables. Los componentes pertinentes, con frecuencia, no se miden directamente. Los análisis se pueden llevar a cabo a través de diferentes

enfoques, como son el determinístico, paramétrico, probabilístico y estocástico. El análisis que se basa en el enfoque determinístico sigue las leyes que describen los procesos físicos y químicos. En el enfoque paramétrico, el análisis se efectúa por intercomparación de datos hidrológicos registrados en diferentes lugares y tiempos. En el enfoque probabilístico, se analiza la frecuencia de la ocurrencia de diferentes magnitudes de las variables hidrológicas. En el enfoque estocástico, se analizan tanto el orden secuencial como la frecuencia de ocurrencia de las diferentes magnitudes. Desde el punto de vista hidrológico se entiende por la disponibilidad hídrica a la cantidad de agua que se dispone en un sistema hidrológico para abastecer la demanda existente y futura. Esta cantidad puede provenir directamente de la lluvia o de los ríos, quebradas, lagunas y entre otros (ANA, 2009).

El estudio de agua potable en el altiplano de Puno, es de vital importancia puesto que el recurso hídrico es considerado como un elemento primordial para la existencia humana, el mayor problema tanto en el espacio y en el tiempo. Por eso se hace necesario desarrollar estrategias de gestión de agua a escala regional, nacional y local con el fin de favorecer un acceso equitativo, un abastecimiento adecuado y de buena calidad. El presente estudio tiene por finalidad evaluar el sistema de abastecimiento de agua de consumo humano y elaborar una propuesta de tratamiento de agua para consumo humano.

## **2.4 Objetivos**

### **2.4.1 Objetivo general**

Analizar la influencia de los factores socioeconómicos y ambientales en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del Distrito de Pilcuyo, Provincia de El Collao.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

Evaluar cuál es la relación entre los factores socioeconómicos y la disposición a pagar para el mejoramiento del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso.

Determinar cuál es la calidad actual del agua utilizada para el consumo humano en el Centro Poblado de Accaso.

Elaborar una propuesta de tratamiento del agua para el consumo familiar en el Centro Poblado de Accaso.

## **2.5 Hipótesis**

### **2.5.1 Hipótesis general**

Los factores socioeconómicos y ambientales tienen influencia diferenciada en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del Distrito de Pilcuyo, Provincia de El Collao de la Región Puno.

### **2.5.2 Hipótesis específicas**

Los factores socioeconómicos influyen directamente en la disposición a pagar para la mejora del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso.

La situación del agua utilizada para el consumo humano actualmente es de mala calidad y el abastecimiento no es sostenible en el Centro Poblado de Accaso.

Los factores sociales, económicos y ambientales contribuirán a la viabilidad de la elaboración de una propuesta de tratamiento del agua para el consumo familiar en el espacio rural de Accaso.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Paradigma metodológico**

Esta investigación se refiere al estudio de la influencia de los factores socioeconómicos y ambientales en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso; siendo el sujeto de estudio el jefe de familia y objeto de investigación la situación del abastecimiento de agua para consumo humano. El paradigma metodológico es cuantitativo, por lo que, el proceso de análisis de la información se desarrolla en base a estadísticas descriptivas e inferenciales.

#### **3.2. Ámbito de estudio**

El ámbito de estudio es el Centro Poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo, provincia de El Collao de la Región Puno; que se encuentra a una altitud de 3,820 msnm; ubicado en las proximidades del lago Titicaca.

#### **3.3. Población y muestra**

##### **3.3.1. Población**

La población está constituida por los representantes de la unidad familiar que habitan en el Centro Poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo.

##### **3.3.2. Tamaño de muestra**

La fórmula muy extendida que orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra para datos globales es la siguiente:

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

Dónde:  $N$ : es el tamaño de la población o universo es de 152 jefes de familia;  $e$ : es el error muestra deseado;  $p$ : es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que  $p=q=0.5$  que es la opción más segura;  $q$ : es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $(1-p)$ ;  $n$ : es el tamaño de la muestra (número de encuestas que vamos a hacer); y  $k=2$ : es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. La población del centro poblado es de 152 jefes de familia y de acuerdo a la formula se obtuvo una muestra representativa de 110 habitantes para las encuestas.

### 3.4. Descripción de método

Para el análisis de la relación que existe entre las variables sociales, económicas, ambientales y la situación del abastecimiento de agua para consumo humano, se utiliza la técnica de la *encuesta* y su instrumento el *cuestionario*; se colecta información de primera y segunda fuente entre 2017. La verificación de las hipótesis se realiza con el apoyo de la estadística descriptiva e inferencial; a fin de crear condiciones para la elaboración de una propuesta de tratamiento del agua para el consumo humano; este proceso de colecta de información es apoyado con la observación directa.

### 3.5 Diseño y tipo de investigación

El diseño está enmarcado en la investigación no experimental y transaccional mientras tanto el tipo corresponde a la investigación aplicada y por su naturaleza es correlacional y descriptivo (Flores, 2006).

### 3.6 Técnicas

Se utiliza la técnica de encuesta, recurriendo como informantes a los usuarios considerados en la muestra de la investigación, para el presente caso se ha considerado las personas beneficiarias y/o propietarios de las viviendas encuestadas aleatoriamente (Mendieta, 2005).

### 3.7 Instrumentos

Se utiliza el cuestionario de preguntas debidamente diseñadas, impresos en físico para obtener respuestas sobre la problemática del estudio. Se diseñó previamente una encuesta piloto, la cual nos ha servido para obtener la desviación estándar, que en base de ellas se ha diseñado las encuestas definitivas, se incluyeron preguntas en base de la teoría del método de valoración contingente, considerando como variables independientes los “Factores Socioeconómicos” con su dimensión “social” para ganar un clima de confianza del entrevistado y como variable dependiente la probabilidad de responder (si o no) que están dispuestos a pagar (Mendieta, 2005).

### 3.8 Plan de recolección de datos

En ese proceso se inició con encuestas piloto de 30 personas que forman partes de los barrios y de las zonas a investigar, con la propuesta de precios y la disposición a pagar que ha sido utilizado en el formato tipo referéndum la cual se generalizó con la aplicación de la recolección de datos en base a encuestas en todos los sectores seleccionados (Mendieta, 2005).

### 3.9. Prueba de hipótesis planteada

Por tanto, se acepta que la disposición a pagar media (DAP) de la población del ámbito de estudio. Para las pruebas de significación global del modelo su formulación de hipótesis es:

$H_0: \beta_1 = 0$ , no existe ninguna relación; y  $H_0: \beta_1 \neq 0$ , si existe la relación

Para las pruebas de significación individual del modelo su formulación de hipótesis es:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_8 = 0$ ; no existe ninguna influencia de  $Y_1$  con  $X_2, X_3, \dots, X_8$ ,

$H_0: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \dots \beta_8 \neq 0$ ; si existe influencia de  $Y_1$  con  $X_2, X_3, X_8$ ,

Para el procesamiento de datos se utilizó software Limdep 8 y para el análisis de estadística descriptiva se utilizó SPSS 22 y para procesamiento econométrico Limdep 8.

### 3.10 Tipo de investigación

Se realiza una investigación descriptiva, correlacional, analítica y explicativa, porque involucra un análisis situacional y se describe los resultados del análisis. Adaptativa,

porque involucra la aplicación de un método de valorización económica del agua para consumo humano. Se ha utilizado método de valoración contingente cuya metodología es de tipo de investigación correlacional, que relaciona las variables dependientes e independientes utilizando los modelos de regresión de logit y probit.

### 3.11 Metodología por objetivos específicos

#### 3.11.1 La relación entre las características socioeconómicas y la DAP para la mejora de servicios de agua potable

Para cumplir con el primer objetivo específico se realiza el estudio de las principales características socioeconómicas se analiza mediante el uso de cuestionario debidamente diseñado y una vez realizada la tabulación se realiza los análisis estadístico y econométrico de acuerdo a la secuencia presentada por Azqueta (1994) y MINAM (2015). Una vez teniendo datos debidamente revisadas se procede a desarrollar la estadística descriptiva utilizando programas estadísticos de SPSS y luego se aplica los modelos de regresión binarios de Logit y Probit, estos modelos se solucionan aplicando los paquetes econométricos de Limdep, las ecuaciones de estos modelos se ilustran a continuación:

- a) Modelo de regresión binario de Logit, cuya ecuación se ilustra a continuación:

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

- b) El modelo Probit la función de distribución utilizada es la de la normal tipificada, con lo que el modelo queda especificado a través de la siguiente expresión probabilística:

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

Se formula la siguiente hipótesis estadística:  $H_0 : \beta_i = 0$ ; y  $H_a : \beta_i \neq 0$

- c) En la aplicación del método de valoración contingentes se determina la disposición a pagar (DAP), utilizando el paquete econométrico Limped 8.0, haciendo la programación respectiva. La disponibilidad a pagar se representa mediante la ecuación: Si se generaliza el procedimiento y se incluye el vector S, la medida del bienestar está dada por:



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

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

$\alpha'$ : Es la transpuesta del vector de parámetros, y  $\beta$  es el coeficiente del precio P (utilidad marginal del ingreso). Para el caso de modelo de Logit por ejemplo:

$$Prob(SI) = Prob[\alpha - \beta p > e]$$

Donde, el término que representa los errores del modelo se distribuye logísticamente. Se tiene la siguiente ecuación:

$$Prob[\alpha - \beta p > \varepsilon] = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha - \beta p)}}$$

## 3.11.1.1 Operacionalización de las variables socioeconómicas

Tabla 4.

Operacionalización de las características socioeconómicas del poblador.

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

Fuente: (Mendieta, 2005).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **4.1 Relación entre los factores socioeconómicos y la disposición a pagar para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable**

El problema de agua potable del centro poblado, es muy álgido y latente, porque los pobladores consumen agua procedente de pozos subterráneos, con un tratamiento muy deficiente, la distribución es muy irregular esto debido a la falta de técnicos, por las razones expuestas es necesario aplicar estrategias que en el futuro sean aplicables a un desarrollo sostenible y abastecimiento racional del recurso agua. Los resultados se presentan en dos partes, el primero, expone los factores socioeconómicos y ambientales, sobre las variables edad, sexo, composición familiar, nivel educativo, tamaño del predio, ingreso, como variables independientes; y como variable dependiente la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el núcleo de investigación. En la segunda parte se desarrolla la determinación de la disposición a pagar y luego la verificación de las hipótesis y discusión de la misma.

##### **4.1.1 Factores socioeconómicos y ambientales**

###### **a) Variables edad y sexo**

La edad de los jefes de familia en el centro poblado de Accaso presenta las siguientes características: en el nivel inferior se ha identificado 21 años de edad y en el nivel superior 75 años; se observa la predominancia de la población adulta comprendida entre 56 y 65 años de edad, en una proporción que supera el 54,5 % de los jefes de familia; seguida por población de 46 y 55 años, en una proporción

de 36,4 %; finalmente, la población comprendida entre 21 y 45 años de edad en una proporción de 4,5 % de jefes de familia. El promedio de edad de los jefes de familia en el ámbito de estudio es de 52 años.

**Tabla 5.***Edad de los jefes de familia*

	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
1=21 a 45 años	5	4,5	4,5	4,5
2= 46 a 55 años	40	36,4	36,4	40,9
3=56 a 65 años	60	54,5	54,5	95,5
4= mayores a 66 años	5	4,5	4,5	100,0
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas en el C. P. de Accaso-Pilcuyo.

La variable sexo es importante para analizar la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el ámbito de estudio, debido a que el jefe de familia es el que toma decisiones de mantener o innovar la fuente de agua para consumo familiar, en este caso los pozos; el 52,8 % de los jefes de familia son hombres y 47,2 % son mujeres; se presenta una predominancia de varones.

**Tabla 6.***Variable sexo de los jefes de familia*

<b>Sexo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
0=Mujer	52	47,2	47,2	47,2
1=Varón	58	52,8	52,8	100,0
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas aplicadas en el C.P. de Accaso-Pilcuyo.

**b) Estado civil**

La condición civil de los jefes de familia es una variable importante que presenta las siguientes características, el 45,2 % son casados, el 35,7 % son convivientes, el 4,8 % son solteros y una proporción de 14,3 % son viudos; se observa la predominancia de familias cuyo estado civil es casado.

**Tabla 7.***Estado civil del entrevistado*

Estado civil	Frecuencia	%	% válido	% acumulado
Soltero	06.00	4,8	4,8	4,8
Conviviente	39.00	35,7	35,7	40,5
Casado	49.00	45,2	45,2	85,7
Viudo	16.00	14,3	14,3	100,0
<b>Total</b>	<b>110.00</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas aplicadas en el C. P. de Accaso-Pilcuyo.

**c) Composición familiar**

Las comunidades rurales están constituidas por familias, y éstas por integrantes o miembros a cuyo conjunto se conceptúa como composición familiar. La familia es la célula básica de la estructura social en el medio rural; en el interior del núcleo familiar, la estructura se refiere a las funciones que desempeñan cada uno de los miembros, en función a la edad; y hacia el exterior de la unidad familiar, la estructura social se refiere a roles asignados a la comunidad en un espacio determinado dentro de la estructura social local, regional o nacional.

La composición familiar en el ámbito de estudio presenta las siguientes características; las unidades familiares están constituidas predominantemente por 2 integrantes en una proporción de 52,7 %, seguido por familias con 3 integrantes que alcanzan el 27,3 %; el 18,2 % de familias tienen 4 miembros; finalmente el 1,8 % de jefes de familia viven solos.

El promedio de la composición familiar es de tres miembros. Sin embargo, existen hogares compuestas entre una persona y máximo de 7 personas; se observan a padres, hijos y abuelos en algunos casos; estos integrantes constituyen la mano de obra para el desarrollo de actividades de la unidad familiar y extra familiar que generan el ingreso familiar.

**Tabla 8.***Variable composición familiar*

<b>Categorización</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
1=Una persona	2	1,8	1,8	1,8
2=Dos persona	58	52,7	52,7	54,5
3=tres personas	30	27,3	27,3	81,8
4= más de cuatro	20	18,2	18,2	100,0
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas aplicadas en el C.P. de Accaso-Pilcuyo.

### c) Nivel educativo

La variable nivel educativo está referido a los años de escolaridad del jefe de familia, siendo el promedio 7 años de escolaridad de educación formal; se observa la predominancia del nivel educativo alcanzado de primaria en una proporción de 52,4 %, con educación secundaria completa el 28,6 % de los jefes de familia; con educación superior el 4,8 %; se observa también el 14,3 % de padres sin nivel educativo, quienes en su oportunidad no asistieron a ningún centro educativo.

**Tabla 9.***Nivel educativo de los jefes de familia*

	<b>Frecuencia</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Sin instrucción	16.00	14,3	14,3
Primaria	58.00	52,4	66,7
Secundaria	31.00	28,6	95,2
Superior	5.00	4,8	100,0
<b>Total</b>	<b>110.00</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas del C.P. de Accaso-Pilcuyo

**d) Tamaño del predio y actividad principal**

La tenencia del recurso tierra en la economía de las familias rurales del ámbito es un factor que crea condiciones favorables para el desarrollo de sus actividades económicas; la pequeña agricultura de subsistencia y la ganadería familiar son las principales actividades; complementada con actividades secundarias como la transformación de productos pecuarios en derivados lácteos como la producción de queso, entre otros; y de la actividad agrícola, el procesamiento de la papa en chuño negro y tunta o chuño blanco, entre otros.

Las unidades familiares en cuanto al tamaño de propiedad de tierra presentan el 47,6 % menor de una hectárea; el 33,33 % de jefes de familia consideran que sus propiedades se encuentran con una superficie comprendido entre 1 y 1,99 hectáreas; y el 19,0 % de unidades familiares cuentan con propiedad cuya superficie mayor a 2 hectáreas de tierras; por consiguiente es un recurso limitado para la producción y reproducción de una economía de subsistencia; crea condiciones para una pequeña agricultura y ganadería familiar, cuya producción resultante es para el consumo familiar y el excedente para su comercialización en el mercado, con lo que logran adquirir mercancías de procedencia industrial.

La tenencia de tierras por familia en promedio es de una hectárea, resultante de la suma de varias parcelas distribuidas en el ámbito rural de Accaso, siendo el tamaño promedio de parcela un aproximado de 350 m<sup>2</sup>; evidenciándose una excesiva parcelación de tierras.

**Tabla 10.***Tamaño de propiedad de la tierra*

	Hectáreas	Frecuencia	% válido	% acumulado
Válido	Menos de 1	52.00	47,6	47,6
	De 1 a 1.9	37.00	33,3	81,0
	De 2 a más	21.00	19,0	100,0
	<b>Total</b>	<b>110.00</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas C.P. de Accaso-Pilcuyo.

La actividad principal que se desarrolla en el Centro Poblado de Accaso es la agricultura el 83,3 % de unidades familiares, seguido por la ganadería familiar el 11,9 % y en las proximidades del lago Titicaca el 2,4 % se dedica a la crianza de trucha y otra proporción similar a la pesca, principalmente de especies nativas.

**Tabla 11.***Actividad principal*

		Frecuencia	% válido	% acumulado
Válido	Agricultura	91.00	83,3	83,3
	Ganadería	13.00	11,9	95,2
	Truchicultura	3.00	2,4	97,6
	Pesca	3.00	2,4	100,0
	<b>Total</b>	<b>110.00</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas de C. P. Accaso-Pilcuyo.

**e) Ingreso mensual**

El ingreso mensual está constituido por un fondo de dinero proveniente de diferentes fuentes, principalmente de las actividades productivas que desarrollan en pequeña agricultura y ganadería familiar; una de las fuentes de ingreso es la venta de productos agrícolas como variedad vegetal o como producto procesado en chuño y tunta; otra fuente de ingreso de la ganadería familiar es por la venta de productos derivados, queso, leche, carnes, entre otros; en algunos casos el ingreso familiar



también proviene de la venta de mano de obra familiar en la zona o en otro espacio regional o extrarregional.

El promedio de ingreso familiar en el ámbito de estudio es de S/. 156.79 soles al mes; el 11,8 % de los jefes de familia indican no tener ingreso mensual y otros menos de 1,000.00 soles, su ingreso es esporádico por la venta de productos agrícolas y pecuarios; siendo el mínimo S/. 20,00 soles y un máximo es de S/. 4,500.00 soles al mes, relativamente los jefes de familia refieren que su ingreso varía entre S/. 100.00 y S/. 4990.00 soles.

**Tabla 12.**

*Ingreso mensual por familia*

<b>Categorización de ingreso</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>Válido %</b>	<b>% acumulado</b>
1=menos de S/. 1000.00	13	11,8	11,8	11,8
2=entre S/.1001.00 a S/.3000.00	70	63,6	63,6	75,5
3=entre S/.3001.00 a S/.4500.00	7	6,4	6,4	81,8
4=mayor a S/.4501.00	20	18,2	18,2	100,0
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas aplicadas en el Centro Poblado de Accaso, distrito Pilcuyo.

#### **f) Abastecimiento de agua**

El abastecimiento de agua de consumo humano en unidades familiares en el ámbito de estudio es predominantemente del subsuelo en el 95,20 %; el 4,80 % indica abastecerse del río, entre otros, el 57,10 % de familias consumen agua de pozo de concreto, mientras que el 38,10 % de unidades familiares tienen como fuente de agua el pozo de tierra o barro con piedra.

**Tabla 13.***Fuentes de abastecimiento de agua*

Características del pozo	Frecuencia	% válido	% acumulado
Pozo de concreto	62.00	57,1	57,1
Pozo de tierra o barro y piedra	42.00	38,1	95,2
Río, Acequia o manantial	3.00	2,4	97,6
Otra fuente	3.00	2,4	100,0
<b>Total</b>	<b>110.00</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas C.P. de Accaso-Pilcuyo.

## 4.2. Determinación de la disposición a pagar para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable

### 4.2.1 Modelo probabilístico de regresión de Logit

Las variables de nivel educativo, genero, percepción ambiental y tamaño de familia que a la probabilidad  $P \leq 0,01$  no son significativos estadísticamente, y para la variable edad, ingreso familiar, precio hipotético, existe significancia estadística respecto a la probabilidad  $P \leq 0,01$  en relación de la disposición a pagar (DAP) y variables socioeconómicas. El coeficiente de determinación es 65,63 % es implica una buena asociación entre los valores encuestadas, la media de la variable dependiente se aproxima a la unidad. (Ver tabla 14)

$$PSI = 5.684 - 2.223(EDA) + 1.983(EDU) - 0.236(GEN) + 3.0845(ING) + 0.588(PAM) + 0.0408(TAH) - 3.798(PREC)$$

Los signos de los coeficientes son consistentes con la teoría econométrica. El signo que acompaña al precio hipotético es negativo señalando la relación inversa entre el valor de disposición a pagar por la implementación del plan de manejo de agua potable para el consumo humano y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago. El coeficiente de la variable ingreso es positivo, señalando una relación directa entre el ingreso familiar y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago esto indica que a mayor ingreso familiar mayor es la disposición a pagar.

Por otro lado, Tudela (2007), concluye una proporción de géneros más equitativa, siendo el 50,77 % varones y el 49,23 % mujeres, además el ingreso familiar mensual predominante es de entre S/. 701 y S/. 1,000 mensuales, esta cantidad es descrita para la ciudad de Puno, y representa una diferencia evidente a lo encontrado en el presente estudio, donde se tiene un ingreso promedio de S/. 1,502, dicha variación es atribuible al contexto socioeconómico ya que año a año el costo de vida se incrementa.

**Tabla 14.**

*Aplicación del Modelo probabilístico de logit en la relación entre PSI y factores socioeconómicas*

Variables socioeconómicas		Coefficiente	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Intercepto	C(1)	5.684347	3.911885	1.453097	0.1462
Edad	C(2)	-2.223377	0.922602	-2.409898	0.0160
Educación	C(3)	1.983468	1.350705	1.468469	0.1420
Genero	C(4)	-0.236038	1.399378	-0.168673	0.8661
Ingreso Mensual	C(5)	3.084585	1.557247	1.980794	0.0476
Percepción Ambiental	C(6)	0.58802	1.170169	0.502508	0.6153
Tamaño De Familia	C(7)	0.040889	0.982316	0.041625	0.9668
Precio Hipotético	C(8)	-3.798200	0.99726	-3.808636	0.0001
McFadden R-squared		0.656314	Mean dependent var		0.709091
S.D. dependent var		0.456260	S.E. of regression		0.223551
Akaike info criterion		0.559915	Sum squared resid		5.097475
Schwarz criterion		0.756313	Log likelihood		-22.79531
Hannan-Quinn criter.		0.639575	Deviance		45.59061
Restr. deviance		132.652000	Restr. log likelihood		-66.32600
LR statistic		87.06139	Avg. log likelihood		-0.20723
Prob(LR statistic)		0			
Obs with Dep=0		32	Total obs		110
Obs with Dep=1		78			

#### 4.2.2 Modelo probabilístico de Probit

Se sabe que el modelo probit es un tipo de regresión donde la variable dependiente puede tomar solo dos valores, por ejemplo, varón y no varón. Un

modelo probit es una especificación popular para un modelo de respuesta ordinal o binario

**Tabla 15.**

*Aplicación del Modelo probabilístico de Probit en la relación entre PSI y factores socioeconómicas*

Variables socioeconómicas	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Intercepto	C(1) 2.385491	1.890909	1.261558	0.2071
Edad	C(2) -1.159702	0.490029	-2.366599	0.018
Educación	C(3) 1.107433	0.598406	1.850637	0.0642
Genero	C(4) -0.020993	0.670243	-0.031322	0.975
Ingreso Mensual	C(5) 1.320521	0.816682	1.616933	0.1059
Percepción Ambiental	C(6) 0.219317	0.587792	0.37312	0.7091
Tamaño De Familia	C(7) 0.249918	0.501036	0.498803	0.6179
Precio Hipotético	C(8) -1.758361	0.410426	-4.284236	0.0000
McFadden R-squared	0.632588	Mean dependent var		0.709091
S.D. dependent var	0.45626	S.E. of regression		0.242653
Akaike info criterion	0.588527	Sum squared resid		6.005808
Schwarz criterion	0.784925	Log likelihood		-24.36897
Hannan-Quinn criter.	0.668187	Deviance		48.73794
Restr. deviance	132.652	Restr. log likelihood		-66.32600
LR statistic	83.91407	Avg. log likelihood		-0.221536
Prob(LR statistic)	0			
Obs with Dep=0	32	Total obs		110
Obs with Dep=1	78			

$$PSI = 2.385 - 1.1597(EDA) + 1.1074(EDU) - 0.021(GEN) + 1.3205(ING) + 0.2193(PAM) + 0.2499(TAH) - 1.758(PREC)$$

Para el modelo probabilístico probit, los signos de los coeficientes de los variables son consistentes con la teoría econométrica, el signo que acompaña al precio hipotético es negativo señalando la relación inversa entre el valor de disposición a pagar por la implementación del plan de manejo de agua potable y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago. El coeficiente de la variable ingreso es positivo, señalando una relación directa entre el ingreso familiar y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago esto indica que a mayor ingreso familiar mayor es la disposición a pagar (Mendieta, 2005).

El coeficiente de la variable precio hipotético (PREC) como se esperaba es negativo, significa que a mayor precio hipotético o postura ofrecida, la probabilidad de obtener una respuesta positiva de parte del encuestado es menor. La variable ingreso (ING) por su parte tiene signo positivo lo cual indica que, a mayor nivel de ingreso del encuestado, la probabilidad de una respuesta positiva es mayor. En cuanto al género (GEN), se tiene menor probabilidad de una respuesta afirmativa, si el encuestado es varón. A mayor edad de los encuestados (EDA), se tiene mayor probabilidad de una respuesta afirmativa.

#### 4.2.3 Determinación de beneficios económicos y valores agregados

**Tabla 16.**

*Determinación por diferentes métodos de las disposiciones a pagar (DAPS) y valores agregados*

Modelo	DAPs (S/.)	Población	V. Agregado (S/.)	V. agregado (\$)
Modelo Logit	4.6946	152.00	713.5792	220.00
Modelo Probit	4.7850	152.00	727.3200	290.928
Promedio	4.7398	152.00	720.4496	255.464

De acuerdo al detalle del cuadro 16 se ha determinado, la disposición a pagar promedio es de S/. 4.7398 soles y la población estimado es de 152 habitantes y hace un total de S/. 720.4496 soles de valor agregado la cual es equivalente de \$. 255.464 dólares americanos, el monto estimado es aporte de los pobladores que se ha calculado a partir de la disposición a pagar (DAP); es decir la población ofrece este

aporte para la implementación del plan de gestión de agua potable en el centro poblado.

Según Rojas (2012), en trabajo de tesis concluye que la estimación puntual de la DAP media mensual hallada por la presente investigación en la ciudad de Puno para el año 2011 para los hogares de la zona urbana es de S/. 13,07 (US\$ 4.91); la estimación por intervalos con un nivel de confianza del 95%, la DAP en la ciudad de Puno está entre S/. 13,75 y S/. 12,38 (US\$ 4,65 y 5,17 respectivamente).

Según Tudela, (2008), la disponibilidad a pagar media no varía significativamente entre las zonas estudiadas, se optó por trabajar con la DAP, que es de S/. 4,21 mensuales, para encontrar el potencial recaudo. Esta cifra se multiplica por la totalidad de usuarios activos por categoría en la localidad de Puno: al 31 de diciembre de 2006 se tienen 22.167 usuarios. Si se toma como referencia esta cifra, se tendría un potencial recaudo mensual de S/. 93.323,07.

### **4.3 Calidad actual de agua para el consumo doméstico en el Centro Poblado**

#### **4.3.1 Características fisicoquímicas del agua**

El análisis fisicoquímico del agua para consumo humano de los pozos subterráneos en un total de 23 muestras del ámbito del Centro Poblado de Accaso y 01 muestra del río Ilave en su paso por el costado Norte del ámbito de estudio; resultando un total de 24 muestras realizadas el 25 de noviembre de 2017 y los análisis del 27 del mismo mes, en el Laboratorio de Agua y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias y el análisis microbiológico en el Laboratorio de Ecología Acuática de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

#### **4.3.2 Características organolépticas del agua**

El consumo humano de agua presenta un *aspecto* límpido transparente en el 45,8 % y líquido en el 50 % de los pozos familiares; el *color* predominante es el incoloro en el 50 %, ligeramente turbio en el 33,3 % y turbio en un 16,7 %; en lo referente a *olor* es inodoro en el 75,0 %, según Reglamento de la calidad de agua para consumo humano resulta aceptable; respecto a *sabor* es insípido en el 75,0 %, aceptable.

**Tabla 17.***Características organolépticas del agua*

	<b>Parámetros</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Aspecto	Límpido	1	4,2	4,2	4,2
	Límpido Transparente	11	45,8	45,8	50,0
	Líquido	12	50,0	50,0	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Color	Incoloro	12	50,0	50,0	50,0
	Ligeramente Turbio	8	33,3	33,3	83,3
	Turbio	4	16,7	16,7	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Olor	-	6	25,0	25,0	25,0
	Inodoro (*aceptable)	18	75,0	75,0	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Sabor	-	6	25,0	25,0	25,0
	Insípido (*aceptable)	18	75,0	75,0	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

\* Límite máximo permisible. Fuente: Resultados de análisis de agua de pozos familiares Accaso.

### 4.3.3 Características físico-químicas del agua

El agua como líquido elemento vital, contiene diversas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella. Desde el momento que se condensa en forma de lluvia, el agua disuelve los componentes químicos de sus alrededores, corre sobre la superficie del suelo y se filtra a través del mismo. Además, el agua contiene organismos vivos que reaccionan con sus elementos físicos y químicos. Por estas razones suele ser necesario tratarla para hacerla adecuada para su uso como provisión a la población.

El agua que contiene ciertas sustancias químicas u organismos microscópicos puede ser perjudicial para ciertos procesos industriales, y al mismo tiempo perfectamente idóneo para otros. Los microorganismos causantes de enfermedades que se transmiten por el agua la hacen peligrosa para el consumo humano. Las aguas

subterráneas de áreas con piedra caliza pueden tener un alto contenido de bicarbonatos de calcio (dureza) y requieren procesos de ablandamiento previo a su uso.

En el análisis de las características físico-químicas del agua comprende a los parámetros pH y C.E.; según el Reglamento de la Calidad de Agua para el pH los lmp es de 6,5 y 8,5; en este marco el 75 % de las muestras se encuentran entre los valores 6,5 y 7,9; mientras que el 12 % de las muestras por debajo de estos parámetros, y otra proporción similar se encuentran entre los valores de 9,6 y 10,8.

**Tabla 18.**

*Características físico-químicas del agua*

	Parámetros	Frecuencia	%	% válido	% acumulado
pH	6,3 – 6,4	3	12,5	12,5	12,5
	6,5 – 7,9 (* 6,5 – 8,5)	18	75,0	75,0	75,0
	9,6 – 10,8	3	12,5	12,5	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
C.E.	0,04	1	4,2	4,2	4,2
	0,33	1	4,2	4,2	8,3
	0,40	1	4,2	4,2	12,5
	0,42	1	4,2	4,2	16,7
	0,48	1	4,2	4,2	20,8
	0,50	3	12,5	12,5	33,3
	0,66	1	4,2	4,2	37,5
	0,67	2	8,3	8,3	45,8
	0,70	1	4,2	4,2	50,0
	0,75	1	4,2	4,2	54,2
	0,77	1	4,2	4,2	58,3
	0,80	1	4,2	4,2	62,5
	0,95	1	4,2	4,2	66,7
	0,97	1	4,2	4,2	70,8
	1,00	1	4,2	4,2	75,0
	1,17	1	4,2	4,2	79,2
	1,43	1	4,2	4,2	83,3
	1,51	1	4,2	4,2	87,5
	1,55	1	4,2	4,2	91,7
	1,72	1	4,2	4,2	95,8
2,49	1	4,2	4,2	100,0	
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

\* Límite máximo permisible. Fuente: Resultados de análisis de agua.



#### 4.3.4 Características químicas del agua

Las características químicas del agua en el ámbito de estudio comprende la dureza total, cloruros, sulfatos, nitratos, sólidos disueltos totales, entre otros; la *dureza total* el 66,67 % de los pozos familiares se encuentran entre los valores 171 y 399, dentro de los lmp cuyo valor es de 500 mg/l, el 33,33 % entre los valores 532 y 752,40 superior a los lmp; en los *cloruros*, el 95,83 % de los pozos familiares se encuentran entre los valores 14,18 y 229,78, dentro de los lmp cuyo valor es de 250 mg/l, el 4,17 % tiene un valor de 306,37 superior al lmp; respecto a los *sulfatos* el 100 % de los pozos familiares se encuentran entre los valores 36 y 164, dentro de los lmp cuyo valor es de 250 mg/l; en los *nitratos* el 100 % de los pozos familiares se encuentran entre los valores menores a 00,03, dentro de los lmp cuyo valor es 50 mg/l; referente a los *sólidos disueltos totales* el 100 % de los pozos familiares se encuentran entre los valores 00,17 – 1,21, menor a los lmp cuyo valor es 1000 g/l.

**Tabla 19.**

*Características químicas del agua*

	Parámetros	Frecuencia	%	% válido	% acumulado
Dureza total	171,00 – 399,00 (500*)	16	66,67	66,67	70,8
	532,00– 752,40	8	33,33	33,33	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Cloruros	14,18 – 229,78 (250*)	23	95,83	95,83	95,83
	306,37	1	4,17	4,17	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Sulfatos	36,00 – 164,00 (250*)	24	100,0	100,0	100,0
	Total	24	100,0	100,0	
Nitratos	00,00 – 00,03 (50*)	24	100,0	100,0	100,0
	Total	24	100,0	100,0	
Sólidos disueltos totales	00,17 – 1,21 (1000*)	24	100,0	100,0	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Dictamen	Apto para consumo	16	66,7	66,7	66,7
	No apto	8	33,3	33,3	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

\* Límite máximo permisible. Fuente: Resultados de análisis de agua Accaso.

#### 4.3.5 Características microbiológicas del agua

El agua, alimento esencial para los animales incluido el hombre, frecuentemente actúa como vehículo de transmisión de microorganismos entéricos. La materia fecal puede accidentalmente alcanzar una fuente de abastecimiento, siendo la forma más común el ingreso a través de los sistemas de pozo ciego a napas profundas. La presencia de microorganismos patógenos en el agua de bebida es un riesgo que se incrementa en las áreas marginales de mayor densidad poblacional o en zonas sin disponibilidad de agua potable. La seguridad que un agua contaminada puede ser causal de enfermedades, ha conducido a la necesidad de controlar rutinariamente la calidad microbiológica de muestras de diversos orígenes.

Las características microbiológicas del agua están referidos a los indicadores bacteriológicos de contaminación como los coliformes totales y coliformes fecales. Referente a los *coliformes totales* el 16,7 % de los pozos familiares se encuentran dentro de los lmp cuyo valor es de 0 ml, el 83,3 % de los pozos se encuentran valores 4 y 21 ml, superior al valor del lmp que es de 0 ml. En los *coliformes fecales*, el 37,5 % de los pozos familiares se encuentran dentro de los lmp cuyo valor es de 0 ml, el 62,5 % de los pozos se encuentran valores 3 y 11 ml, superior al valor del lmp que es de 0 ml.

En consecuencia, el 37,5 % de los pozos familiares se encuentran dentro de los lmp cuyo valor es de 0 ml; por tanto, son aptos para el consumo humano; el 62,5 % de los pozos resultan no aptos por los resultados identificados. (Ver tabla 20)

#### 4.3.6. Servicios higiénicos

En el ámbito de estudio la familia no cuenta, con servicio de desagüe, utilizan predominantemente el pozo ciego o letrina el 83,30 % de las unidades familiares, 11,90 % de familias utilizan el campo abierto y el 2,40 % otro espacio; se observa una distancia actual próxima entre la letrina y el pozo de agua, que en el futuro generaría problemas de infiltración en el subsuelo por efecto del drenaje, situación que es preocupante; siendo necesario dar una salida de intervención en este ámbito e incluso a nivel distrital de Pilcuyo. (Ver tabla 21)

**Tabla 20.**

*Características microbiológicas del agua*

Indicadores bacteriológicos de contaminación		Frecuencia	%	% válido	%acum.
Coliformes totales	0 (0*)	4	16,7	16,7	16,7
	4 – 21	20	83,3	83,3	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Coliformes fecales	0 (0*)	9	37,5	37,5	37,5
	3 – 11	15	62,5	62,5	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Calificación	Apto para consumo	9	37,5	37,5	37,5
	No apto	15	62,5	62,5	100,0
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

\* Límite máximo permisible. Fuente: Resultados de análisis microbiológico.

**Tabla 21.**

*Servicios higiénicos*

		Frecuencia	%	% válido	% acumulado
Válido	Desagüe	3	2,4	2,4	2,4
	Pozo Ciego o Letrina	91	83,3	83,3	85,7
	Acequia o canal	3	2,4	2,4	88,1
	Campo Abierto	13	11,9	11,9	100,0
<b>Total</b>		<b>110</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas aplicadas en el Centro Poblado de Accaso, distrito Pilcuyo.

#### 4.3.7. Servicio de energía eléctrica

El servicio de energía eléctrica en viviendas está cubierto en un 95,20% de la unidad familiar; las viviendas cuentan con servicio de luz eléctrica las 24 horas del día, lo que varía es en el tiempo de utilización del alumbrado que resulta diversificada.

**Tabla 22.***Servicio de energía eléctrica*

		<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>% válido</b>	<b>% acumulado</b>
Válido	Sí	57	95,2	95,2	95,2
	No	53	4,8	4,8	100,0
<b>Total</b>		<b>110</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuestas C.P. de Accaso-Pilcuyo.

#### 4.4. Verificación de la hipótesis general

La verificación de la hipótesis se realiza en base a la información obtenida de la muestra.

Se postula la siguiente hipótesis principal:

Los factores socioeconómicos y ambientales tienen influencia diferenciada en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del Distrito de Pilcuyo, Provincia de El Collao de la Región Puno.

La prueba de esta hipótesis general se sustenta a través de las hipótesis referidas a variables sociales y variables económicas.

##### 4.4.1. Hipótesis sobre la influencia de los factores sociales en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano

Esta hipótesis se formuló en los siguientes términos:

Las variables sociales influyen en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del Distrito de Pilcuyo.

La verificación se desarrolla a través del análisis de las variables sexo, edad, composición familiar, estado civil, nivel educativo y su influencia en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el ámbito de estudio.

##### La hipótesis estadística:

Ho: La situación del abastecimiento de agua para consumo humano es independiente de las variables sociales.

Ha: La situación del abastecimiento de agua para consumo humano no es independiente de las variables sociales.

El análisis, se realiza con la verificación de las hipótesis estadísticas, a través de la prueba de Chi-cuadrado ( $X^2$ ), lo que permite determinar si existe relación entre las variables. Se realiza la prueba Chi-cuadrada ( $X^2$ ), cuyos resultados se analizan a continuación:

**Tabla 23.**

*Resultados de la prueba Chi Cuadrada calculada y tabla*

Variables	Variable dependiente	$X^2$ calculado	$X^2$ tabular.	gl	Sig.
Sexo	Abastecimiento de agua	2,577	7,815	3	.461
Edad	Abastecimiento de agua	6,300	12,592	6	.390
C. familiar	Abastecimiento de agua	6,141	12,592	6	.408
Estado civil	Abastecimiento de agua	28,154	16,919	9	.001
Nivel educativo	Abastecimiento de agua	8,034	16,919	9	.531

Fuente: Prueba chi-cuadrada para variables sociales y abastecimiento de agua.

a) Variables sociales y situación del abastecimiento de agua para consumo humano

Los resultados obtenidos para sexo:  $X^2c = 2,577 < X^2t = 7,815$ , edad:  $X^2c = 6.300 < X^2t = 12,592$ , composición familiar:  $X^2c = 6,141 < X^2t = 12,592$ , nivel educativo:  $X^2c = 8,034 < X^2t = 16,919$ . Por consiguiente, se acepta la hipótesis nula, por lo que se concluye que las indicadas variables sociales son independientes de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano, cuya fuente es el pozo subterráneo.

El resultado para la variable estado civil es  $X^2c = 28,154 > X^2t = 16,919$ . Por consiguiente, se acepta la hipótesis alterna, por lo que se concluye que la variable social estado civil no es independiente de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano, cuya fuente es el pozo subterráneo. La variable estado civil influye (existe dependencia estadística) sobre el abastecimiento de agua en el ámbito de estudio.

#### 4.4.2. Hipótesis sobre la influencia de las variables económicas en la situación del abastecimiento de agua

Esta hipótesis se formuló en los siguientes términos:

Las variables económicas influyen en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo.

La verificación se desarrolla a través del análisis de las variables actividad principal, tamaño de propiedad de la tierra por grupos e ingreso económico mensual y su influencia en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano.

##### La hipótesis estadística:

Ho: La situación del abastecimiento de agua para consumo humano es independiente de las variables económicas.

Ha: La situación del abastecimiento de agua para consumo humano no es independiente de las variables económicas.

Se realiza la prueba Chi-cuadrada ( $X^2$ ), cuyos resultados se analizan a continuación:

**Tabla 24.**

*Resultados de la prueba Chi cuadrado calculado y tabular*

Variables	Variable dependiente	$X^2$ cal.	$X^2$ tab.	gl	Sig.
Actividad principal	Abastecimiento de agua	14,137	16,919	9	.118
Prop tierras x grupos	Abastecimiento de agua	3,428	12,592	6	.754
Ingreso mensual	Abastecimiento de agua	1,643	7,815	3	.650

Fuente: Prueba chi-cuadrada para variables económicas y abastecimiento de agua.

- a) Variables económicas y situación del abastecimiento de agua para consumo humano

Los resultados obtenidos para la variable actividad principal:  $X^2c = 14,137 < X^2t = 16,919$ , tenencia de tierra grupos:  $X^2c = 3,428 < X^2t = 12,592$ , ingreso económico mensual:  $X^2c = 1,643 < X^2t = 7,815$ . Por consiguiente se acepta la hipótesis nula, por lo que se concluye que las indicadas variables económicas son independientes de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano,

cuya fuente es el pozo subterráneo. Las variables económicas no tienen influencia sobre la situación del abastecimiento de agua en el ámbito de estudio.

#### 4.4.3. Contrastación de la hipótesis general

Se postuló a la siguiente hipótesis principal:

Los factores socioeconómicos y ambientales tienen influencia diferenciada en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del Distrito de Pilcuyo, Provincia de El Collao de la Región Puno.

Del análisis de las hipótesis se obtuvieron los siguientes resultados:

1. La variable social constituida por sexo, edad, composición familiar y nivel educativo son independientes de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso; dichas variables sociales no tienen influencia en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano, a excepción del estado civil.
2. La variable estado civil no es independiente de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso. El estado civil tiene influencia en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano, cuya fuente es el pozo subterráneo.
3. Las variables económicas constituidas por las variables actividad principal, superficie de la tenencia de tierras, ingreso económico mensual son independientes de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso. Las variables económicas no tienen influencia en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano.

En consecuencia, los factores socioeconómicos y ambientales tienen influencia diferenciada en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo, Provincia de El Collao de la Región Puno.

## 4.5. Discusión

### 4.5.1. Sistema de producción y situación del abastecimiento de agua

El sistema de producción familiar del pequeño productor en el centro poblado de Accaso a partir de la concepción teórica se caracteriza en economía campesina, por el tamaño promedio del predio familiar que es de 01 hectárea, resultante de la suma de varias parcelas ubicadas en diferentes espacios del ámbito, donde desarrollan actividades agrícolas, ganadería familiar y procesamientos de productos agropecuarios; además, mano de obra familiar principalmente, herramientas de laboreo, fondo de dinero, entre otros; se enmarca en la economía de mercado, es decir para el consumo familiar y pocos excedentes para el intercambio.

Esta forma de producción de las unidades familiares rurales se caracteriza por ser una economía de *subsistencia*, la mayor parte de su producción destinan para el consumo familiar y el excedente para el mercado, no son economías de *autoconsumo* que solo producía para la alimentación familiar, el campesino produce durante el ciclo agropecuario anual para el consumo familiar durante el año; en economías familiares de subsistencia se produce la reproducción ampliada de su economía.

Por consiguiente, el sistema de producción familiar presenta tres componentes: la pequeña agricultura, la ganadería familiar y la transformación o procesamientos de derivados agrícolas y pecuarios; lo que resulta coherente con los planteamientos de Hart (1985) quién considera que “sistema es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo”.

Hay dos palabras claves en esta definición, *arreglo* y *actúan*, las cuales implican dos características de cualquier sistema: *estructura* y *función*. Todo sistema tiene una estructura relacionada con arreglo de los componentes que lo forman y tiene una función relacionada con como “actúa” el sistema. En resumen, se puede definir un sistema como un arreglo de componentes que funciona como una unidad (Hart, 1985).

Los elementos del sistema de producción familiar en el ámbito de estudio presentan una articulación entre componentes, entre la agricultura, la ganadería y la



transformación de productos agropecuarios; en tanto que la cosecha de cereales y granos andinos; los cultivos proveen alimentos a la ganadería familiar, los esquilmos agrícolas como las brozas.

La ganadería familiar provee abono de ovino, de vacuno, entre otros para la siembra de cultivos; ambos componentes agropecuarios proveen insumos para el procesamiento de productos agrícolas como el chuño negro y chuño blanco tunta. Todas estas actividades de producción agropecuaria y procesamientos se desarrollan con mano de obra familiar en el interior de dicha unidad, que constituye el límite del sistema de producción familiar.

Las características que presentan estas economías rurales son coherentes con los planteamientos de Bunge (1985) quien considera que “sistema es un objeto complejo cuyos componentes están ligados entre sí, de manera que: a) cualquier cambio en uno de los componentes afecta a otros y con ella al sistema íntegro y b) el sistema posee propiedades que no tienen sus componentes entre ellas la de comportarse como un todo en relación con otros sistemas”.

Bunge (1985) tiene razón al considerar que estas economías familiares son complejas, debido a que está presente la parte social referida a la composición familiar, a los integrantes de la familia constituido por el padre, la madre los hijos, el abuelo en ciertos casos; es el padre o en su ausencia la madre es el jefe de familia; ellos cumplen roles específicos al interior de la unidad familiar.

Estas características abstraídas de la realidad objetiva del ámbito de estudio y conjugada con los planteamientos de Hart y Bunge, es resumido por Holle (1990) quien considera, que todo sistema define su propia estructura y toda estructura está definida por la organización de los sistemas o partes en el sistema de las partes. Sistema es un todo organizado y complejo; un conjunto o combinación de cosas o partes que forman un todo complejo o unitario. Es un conjunto de objetos unidos por alguna forma de interacción o interdependencia. Los límites del sistema y su ambiente admiten cierta arbitrariedad.

El *abastecimiento de agua para consumo humano* en estas economías familiares rurales del ámbito de estudio, es de pozo subterráneo tanto para el consumo humano y para la ganadería familiar; no cuentan con sistema de red de agua potable ni

alcantarillado; cada familia cuenta con su respectivo pozo y silo letrina. Esta situación tiende a ser agravada en el futuro debido al crecimiento poblacional y al constante fraccionamiento de la tierra redistribuida a los hijos que constituyen nuevas familias, y la distancia entre el pozo de agua y el silo letrina familiar que tiende a aproximarse cada vez más; en consecuencia, está muy próxima la contaminación del agua de consumo familiar.

Al respecto Arumi, Núñez, Salgado, Claret (2006) consideran que la contaminación de las aguas subterráneas es un problema creciente de la salud pública, pues restringe la disponibilidad de agua potable para la población.

#### **4.5.2 Factores socioeconómicos y situación del abastecimiento de agua**

Los factores sociales comprendidos a partir de las variables edad, sexo, nivel educativo, tamaño de la familia son independientes de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano. Estas variables sociales no tienen influencia en la situación del abastecimiento de agua cuya fuente es el pozo de concreto, el pozo de tierra con piedra.

Los factores económicos como las variables tamaño de predio e ingreso mensual son independientes de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano. Estas variables económicas no tienen influencia en la situación del abastecimiento de agua cuya fuente es el pozo de concreto y el pozo de tierra con piedra. La variable estado civil no es independiente de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano; sin embargo, tienen influencia en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano cuya fuente es el pozo de concreto y el pozo de tierra con piedra.

Los resultados muestran la existencia evidente de las fuentes de agua para consumo humano están expuestas a contaminación futura; sin embargo, no se encontró relación entre las variables socioeconómicas y la situación del abastecimiento de agua cuya fuente es el pozo de concreto y el pozo de tierra con piedra. En consecuencia, los factores sociales y económicos no tienen influencia en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano, a excepción de la variable estado civil; son otras las variables que tienen influencia en la situación del abastecimiento de agua en la unidad familiar.

En el ámbito de estudio no se practica ningún tratamiento de desinfección del agua de consumo humano, resulta entonces que el agua de los pozos familiares no es segura, predominantemente no apto para consumo directo, lo que en adelante causaría enfermedades diarreicas agudas a los integrantes de la unidad familiar, principalmente a los niños.

El Fondo Perú Alemania (2017) considera que, estas fuentes de agua corresponden a los sistemas no convencionales de abastecimiento; mientras que el sistema convencional está referida a la red de agua potable a nivel domiciliario.

#### **4.6. Situación del abastecimiento de agua para consumo humano**

Desde la perspectiva *físico químico*, el 66,7 % de los pozos familiares se encuentran dentro de los límites máximos permisibles-lmp., por tanto, aptos para el consumo humano y el 33,3 % de los pozos resultan no aptos para el consumo, por un lado; y por otro, en base al análisis *microbiológico* el 37,5 % de los pozos familiares se encuentran dentro de los lmp., por tanto aptos para el consumo humano. Los resultados del análisis microbiológico evidencian que, solo el 37,5% de los pozos familiares se encuentran dentro de los lmp cuyo valor es de 0 ml., por tanto, aptos para el consumo humano; el 62,5 % de los pozos resultan no aptos.

Se evidencia entonces, que no hay atención en el tratamiento del agua de consumo humano; al respecto, Jouravlev (2004) refiriéndose a la falta de atención a las áreas rurales, considera que las realidades políticas de muchos países, usualmente el gobierno electo localmente abordará las necesidades de la población urbana a costa de las comunidades rurales, que generalmente tienen menos influencia política; se ha comprobado que, muchas veces, los municipios carecen de la capacidad técnica necesaria para proporcionar un apoyo adecuado a las comunidades rurales.

#### **4.7. Tratamiento de pozos de agua para consumo humano**

La contaminación de las aguas del subsuelo es producto del drenaje de aguas subterráneas procedentes principalmente de los silos letrinas familiares que se encuentran en las proximidades de la vivienda familiar.

Al respecto Witt y Reiff (1993), consideran que, para medios rurales, existen varias alternativas para desinfectar y purificar el agua en pequeña escala que pueden aplicarse

en el hogar; como hervir el agua, la desinfección química, entre otros. En el caso de América Latina y el Caribe, el método más corriente de la desinfección de los suministros de agua a nivel domiciliario es *hervir el agua*. Se trata de un método muy eficaz, ya que la exposición de los organismos patógenos transmitidos por el agua más comunes (bacterias, esporas, virus, cercarías y quistes) a temperaturas del agua de 90° a 100° centígrados durante un corto tiempo los matará o inactivará. El agua tiene que calentarse hasta que hierva “borboteando” durante unos tres minutos.

Referente a la *desinfección química*, existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua potable. Entre estas, las más utilizadas en casos de emergencias, a nivel domiciliario e individual, son el cloro y el yodo en compuestos sólidos o líquidos. El yodo elemental, la tintura de yodo, el hipoclorito de sodio y el hipoclorito de calcio pueden obtenerse frecuentemente a nivel local en las comunidades. Cada uno de estos puede utilizarse eficazmente como desinfectante de agua si se aplica en forma adecuada (Witt y Reiff 1993).

Frente a esta situación Ampuero, Faysse y Quiroz (2004) plantean la gestión comunitaria del agua, en los siguientes términos: En las ciudades de los países latinoamericanos generalmente los servicios de agua potable y alcantarillado están a cargo de una empresa estatal, municipal, privada o mixta, pero en la mayoría de los casos, éstas no llegan a abastecer a las áreas peri-urbanas. Los habitantes en estas zonas encuentran diferentes alternativas para abastecerse de agua, como son los sistemas autónomos operados y administrados por ellos mismos, conocidos como sistemas de gestión comunitaria del agua. En consecuencia, considerando que el agua es un recurso valioso y escaso, por lo tanto, la población debe utilizarla de forma racional (Chulluncuy, 2010).

En base a los resultados obtenidos del análisis físico, químico y microbiológico de las muestras se desarrolla una propuesta de tratamiento de pozos de agua para consumo humano.

#### **4.8. Plan de tratamiento de pozos de agua de consumo**

##### **4.8.1. Introducción**

El sistema mundo global desarrolla cambios en la tecnología que en muchos casos provoca daños en el medio ambiente; estos cambios son resultantes del desarrollo de la ciencia y tecnología; la realidad del altiplano de Puno no es ajeno a

esta situación que requiere una propuesta para la solución de los problemas identificados en el análisis de los pozos familiares de agua para consumo humano que son pozos de concreto, de tierra con piedra, entre otros.

Esta propuesta de tratamiento de agua para consumo humano en el espacio rural del Centro Poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo de la provincia de El Collao se diseña en base a las características sociales, económicas y ambientales de las unidades familiares. Esta propuesta contiene: a) criterios para el diseño de la propuesta, b) propuesta de tratamiento de agua para consumo humano, c) políticas de gestión del agua potable en el Centro Poblado de Accaso.

#### **4.8.2 Criterios para el diseño de tratamiento de agua de consumo humano**

El tratamiento del pozo de agua familiar en perspectiva de implementar una fuente de agua saludable para el consumo humano se desarrolla en base a las características sociales, económicas, ambientales que se presentan en este escenario donde se desenvuelven las unidades familiares y son los siguientes:

#### **4.8.3 Características situacionales**

Las unidades familiares con infraestructura de agua y desagüe en base a pozo y silo letrina. Cuentan con servicio de energía eléctrica permanente.

Vivienda familiar con edificaciones rurales complementarias.

Desarrolla actividades principales como la pequeña agricultura y ganadería familiar.

#### **4.8.4 Factores investigados como criterio**

##### **a) Factores sociales**

La composición familiar integrada por 3 miembros en promedio.

El promedio de edad del jefe de familia es de 52 años de edad.

El nivel educativo medio alcanzado es de 7 años de escolaridad.

El estado civil predominante es casado en el 45,2 % y convivientes en el 35,7 % de jefes de familia que en conjunto representa al 80,9 % de unidades familiares.

**b) Factores económicos**

La actividad principal está constituida por la agricultura en un 81,0 % de las unidades familiares y la ganadería familiar en un 14,3 % de familias.

El ingreso económico mensual varía entre un mínimo de S/. 20.00 soles y un máximo que supera los S/. 4 500 soles por mes. El promedio de ingreso familiar es de S/. 156.79 soles al mes. El 11,80 % de los jefes de familia no cuentan con ingresos mensuales fijos y otros con menos de S/. 1 000.00 soles, predomina jefes de familia con un ingreso que varía entre S/. 100.00 y S/. 4 990.00 soles al mes, que representa al 40,48 %.

La tenencia de tierra por familia en términos medios es de 1.00 hectárea, que constituye la suma de varias parcelas de tierra, ubicadas en el ámbito de estudio.

**c) Situación actual de la fuente de agua para consumo humano**

La fuente de agua de las unidades familiares está constituida por un pozo de agua del subsuelo, ubicado en un espacio próximo a la vivienda.

En el ámbito de estudio el 57,1 % de unidades familiares cuentan con pozo de agua construido con material de concreto; el 38,1 % de familias se abastecen de pozos construidos en base a materiales de la zona, como la piedra y el barro de tierra y el 4,8 % se abastecen de otra fuente.

Los resultados del análisis *físico químico* del agua, el 66,7 % de los pozos familiares se encuentran dentro de los límites máximos permisibles - lmp, por tanto aptos para el consumo humano; y el 33,3 % de los pozos resultan no aptos para el consumo.

Los resultados del análisis *microbiológico* del agua evidencian que, el 37,5% de los pozos familiares se encuentran dentro de los lmp cuyo valor es de 0 ml, por tanto aptos para el consumo humano; el 62,5 % de los pozos resultan no aptos.

**d) Condicionantes necesarias para el diseño de la propuesta****Condiciones políticas**

Es necesario que exista condiciones políticas favorables para el proceso de intervención con el tratamiento de los pozos familiares; el protagonista principal es

el sector institucional quién debe brindar condiciones favorables para el proceso de tratamiento de los pozos familiares.

### **Condiciones económicas**

Es necesario también la existencia de las condiciones económicas favorables; el ambiente económico involucra, tanto al sector institucional, como al representante de la unidad familiar, el jefe de familia, quién toma las decisiones de mejorar su fuente de agua, que debe ser agua potabilizada; en consecuencia, se requiere condiciones económicas favorables a nivel familiar y a nivel local.

### **Condiciones ambientales**

La variable ambiental es muy importante, porque en un ambiente apropiado de donde procede la fuente de agua, brindará condiciones favorables al consumo de la unidad familiar de este vital elemento.

## **4.9 Propuesta de tratamiento de agua de pozos familiares con base tierra**

### **4.9.1. Lavado de pozo de agua**

Elementos necesarios, equipo e indumentaria:

- Pantalón y polo de manga larga
- Escobillas y escobas plásticas
- Mascarilla anti-gases
- Guantes de jebe
- Botas de jebe
- Lentes protectores
- Casco (se recomienda su uso)

Personal de apoyo y asesoramiento:

- Nunca hacer la limpieza solo, siempre buscar el apoyo de otra persona.
- Siempre solicitar asesoría al centro de salud más cercano.
- Realizar la limpieza cada 3 meses.

Pasos a seguir para limpieza del pozo:

Antes de empezar ponerse el equipo de seguridad para el lavado (guantes, máscara de gases, lentes, botas, casco y ropa adecuada que cubra todo el cuerpo).

Para lavar el pozo dejar con un mínimo de 0,20 cm de agua.

Primero, limpiar el ingreso al pozo, usando agua y una escoba para refregar; así eliminar toda suciedad que pueda contaminarlo.

Ingresa con cuidado al interior del pozo y refriega las paredes y techo con agua limpia y escoba, para eliminar la suciedad y el sarro.

#### 4.9.2 Cloro para un pozo de agua para consumo humano

La determinación de la cantidad de hipoclorito de calcio (cloro granulado) a dosificar, según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala, OPS, OMS (2006) consideran que para la desinfección de agua para consumo humano por medio de hipoclorito de calcio (cloro granulado), pueden ayudarse con el siguiente ejemplo práctico, que muestra la forma de calcular la cantidad de cloro a dosificar para el efecto:

Se requiere desinfectar el agua contenida en un barril de 200 litros. ¿Qué cantidad, expresada en gramos, de hipoclorito de calcio (cloro granulado) al 65% debe usarse para la desinfección si se trata de una situación de emergencia (dosificación = 2 mg/l).

Para resolver el problema, debe usarse la siguiente ecuación:

$$\text{Peso de cloro} = \frac{\text{Volumen de agua} \times \text{dosis de cloro}}{\text{Concentración de cloro granulado} \times 10}$$

Los datos son los siguientes:

Volumen de agua	200 Litros
Dosis de cloro	2 mg/L
Concentración de cloro granulado	65 %

Al evaluarlos en la ecuación se tiene:

$$\text{Peso de cloro} = \frac{200 \times 2}{65 \times 10} = 0,6 \text{ gramos de hipoclorito de calcio}$$

Advertencias importantes:



Siempre deberá trabajarse con las dimensiones mostradas en este ejemplo:  
Volumen en litros, dosis en mg/L y concentración en %.

El resultado siempre estará expresado en gramos (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala, OPS, OMS 2006).

#### **4.9.3 Políticas de gestión de un sistema de agua de consumo humano**

Rojas (2014) considera que, las políticas se configuran como decisiones o acciones tomadas por diferentes actores, públicos y privados, con el fin de resolver asuntos de interés colectivo. En este marco y en la perspectiva de mejoramiento de agua para consumo humano en Accaso se propone las siguientes políticas de gestión:

1. El sector institucional, principalmente la municipalidad distrital, como institución responsable de la atención de las necesidades de la sociedad rural del ámbito tiene una política específica de gestión municipal.
2. Crear condiciones políticas, económicas, organizacionales y ambientales favorables para la Implementación de la propuesta de mejoramiento del agua para consumo humano, en base a las características sociales, económicas, ecogeográficas y ambientales del contexto,
3. Crear condiciones políticas favorables para el mejoramiento del agua para consumo humano, por parte de la autoridad local, provincial y regional.
4. Crear condiciones económicas favorables para el mejoramiento del abastecimiento de agua para consumo humano de parte del sector institucional.
5. Crear condiciones ambientales favorables para la gestión del agua para consumo humano del ámbito de Accaso, creando una conciencia ambiental.
6. Implementar pozos familiares en espacios aparentes y a distancias no menores de 25 metros del silo letrina a fin de evitar los efectos de contaminación futura.

7. Implementar estrategias de mejoramiento del pozo de agua familiar en el Centro Poblado de Accaso con participación del sector Institucional, autoridad local y población.
8. La estrategia de operación se sustenta en la relación: Productores - sector institucional.
9. Promover un sistema de gestión comunitaria del agua a través de Comité de Agua Potable.
10. El proceso de gestión del sistema de agua de consumo humano, estará constituido por los componentes: planeamiento, organización, dirección y control.

## CONCLUSIONES

- Los factores socioeconómicos y ambientales tienen influencia diferenciada en la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso del Distrito de Pilcuyo, Provincia de El Collao. Los factores sociales son independientes de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano, a excepción de la variable estado civil. En estas variables se ha identificado que la edad promedio del jefe de familia es de 52 años de edad; la composición familiar constituido por un promedio de 3 integrantes; siendo el nivel educativo medio alcanzado de 7 años de escolaridad en educación formal. La variable estado civil no es independiente de la situación del abastecimiento de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Accaso; esta variable tiene influencia en la situación del abastecimiento de agua cuya fuente es pozo subterráneo.
- Para ambos modelos probabilísticos, los signos de los coeficientes son consistentes con la teoría econométrica. El signo que acompaña al precio hipotético es negativo señalando la relación inversa entre el valor de disposición a pagar por la implementación del plan de manejo de agua potable para el consumo humano y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago. El coeficiente de la variable ingreso es positivo, señalando una relación directa entre el ingreso familiar y la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de pago esto indica que a mayor ingreso familiar mayor es la disposición a pagar. La DAP promedio es de S/. 4.7398 soles y la población estimado es de 152 habitantes y hace un total de S/. 720.4496 soles de valor agregado la cual es equivalente de \$. 255.464 dólares americanos, el monto estimado es aporte de los pobladores que se ha

calculado a partir de la disposición a pagar (DAP); es decir la población del centro poblado que ofrece este aporte para la implementación del plan de gestión de agua potable en el centro poblado.

- Los resultados del análisis físico, químico y microbiológico evidencian que, el 37,5% de los pozos familiares se encuentran dentro de los lmp cuyo valor es de 0 ml, aptos para el consumo humano; el 62,5 % de los pozos resultan no aptos.
- La implementación de la propuesta de tratamiento de agua para consumo humano requiere condiciones políticas, económicas y ambientales favorables; en esa perspectiva se propone políticas de gestión.

### RECOMENDACIONES

- En perspectiva de futuras investigaciones aplicadas sobre la situación y tratamiento de agua de consumo humano, así contribuir al bienestar social que se pretende alcanzar en el altiplano de Puno en particular, se sugiere:
- Desarrollar investigaciones sobre la situación de los servicios básicos en economías familiares rurales en el ámbito regional.
- Investigar posibilidades de conjugar la dotación de agua potable para consumo humano con agua para pequeños huertos familiares con fines de mantener la biodiversidad de la zona; así como para la crianza de animales menores.
- Implementar estudios sobre niveles de participación de los productores del ámbito en la solución de problemas ambientales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2014). *Estudio para el diseño del sistema de acueducto del corregimiento del salobre Municipio de Río de Oro*. Colombia: tesis de Maestro en Ciencias. Universidad Francisco de Padua Santander Ocaña, Facultad de Ingeniería Civil.
- Aguero, A., Carral, M., & Sauad, J. (2005). *Aplicación del método de valoración contingente en la evaluación del sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Salta - Argentina*. En Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 37-44 pp.
- Aguilar, V. L. (1996). *Estudio Introductorio. El estudio de las Políticas Públicas*. México: Miguel Angel Porrúa.
- ANA. (2009). *Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Ilave*. Ilave-Puno, Perú: Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos Administración Local de Agua Ilave.
- Ampuero, R., Faysse, N. y Quiroz, F. (2004). *Metodología de apoyo a comités de agua potable en zonas peri-urbanas*. Recuperado de document\_559443.pdf
- Ardila, S. (1993). *Guía para la utilización de Modelos Econometricos en aplicaciones del método de valoración contingente*. Banco Interamericano de Desarrollo, 1-24.
- Arumi, J., Núñez, J.L., Salgado, L. y Claret, M. *Evaluación del riesgo de contaminación con nitrato de pozos de suministro de agua potable rural en Chile*. Rev Panam Salud Pública. 2006; 20(6):385-92.

- Azqueta, D. (2002). *Introducción a la economía ambiental*. Madrid, España: Mc Graw-Hill Interamericana. p. 32-33.
- Azqueta-Oyarzun, D. (2007). *Introducción a la economía ambiental*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Azquete, D. A. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. España: McGraw-Hill.
- Bishop, R. C., & Thomas, H. (1979). *Mesuring Values of Extra-Market Goods: Are Indirect Measures Biased*. En *American Journal of Agricultural economics* Vol. 61 Num. 05, Pp: 926-930.
- Bunge, M. (1985). *La investigación científica*. Barcelona, España: Segunda edición. Ariel Methodos.
- Cameron, T. A. (1992). *Combining contingent valuation and travel cost data for the valuation of nonmarket goods*. En *Land Economics*, 68 (3), pp. 302-317.
- Celis, L. (2014). *Análisis de la política pública de agua potable y saneamiento básico para el sector rural en Colombia – período de gobierno 2010–2014*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales, Maestría en Política Social.
- Chulluncuy, C. (2011). *Tratamiento de agua para consumo humano*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Ingeniería industrial n° 29, 2011, ISSN 1025-9929, pp.153-170.
- Daltabuit, M., Vargas, L., Santillan, E., & Cisnero, H. (1994). *Mujer rural y medio ambiente en la selva lacandona*. CRIM-UNAM.
- DIGESA, (. (2004). *Marco Institucional de los Residuos Sólidos en el Perú*. Lima: DIGESA.
- Echarri, L. (2008). *Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente*.
- Fabian, L., & Mendoza, J. (2016). *Análisis de la calidad del agua potable y estrategias de intervención para su mejor uso en el distrito de Huaura*. Huacho, Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Huacho.

- Field, B. (1995). *Economía ambiental: Una introducción*. Bogotá, Colombia. 587 p: Editorial Mc Graw- Hill.
- Flores, E. (2006). *Valorización económica de las islas de la Reserva Nacional del Titicaca, Aplicando el método del costo de viaje*. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Florez, F. R. (2014). *Análisis del problema del agua potable y saneamiento: ciudad de Puno - situación actual y realidad*. En Rev. Investig. Altoandín, Vol 16 N° 1: 05 - 08.
- Fondo Perú Alemania. (2017). *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural*. Lima, Perú: Cooperación Alemana implementada por GIZ. Recuperado de FPA-Manual para la cloración-rb.pdf.
- Freeman III, M. A. (2003). *The Measurement of Environmental and Resource values. Theory and Method. Resources for the Future*.
- Freeman, A. (1993). *The Measurement of Environmental and Resource for the Future*. Washington. Pp: 516.
- Gonzales, E. (2001). *La centralización económica del Perú: Problema o posibilidad*. Actualidad Económica, No. 220. Año XXIV, pp.1-3.
- Hanemann, W. M. (1984). *Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses*. Am J Agric Econ (1984) 66 (3): 332-341 DOI: <https://doi.org/10.2307/1240800>, Volume 66 Issue 3 (Published: 01 August 1984 Article history).
- Hart, R. (1985). *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. San José, Costa Rica: CATIE.
- Holle, M. (1990). *Concepto de Sistema y una metodología de investigación agropecuaria*. Puno, Perú: en PISA. II Seminario Taller: Enfoque y Análisis de sistemas Agropecuarios Andinos. Serie Didáctica. Material de enseñanza No. 4.
- Jouravlev, A. (2004). *Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI*. Serie 74 Recursos naturales. Santiago de Chile: Naciones Unidas CEPAL.



- Lomas, P., Martin, B., Louit, C., Montoya, D., & Montes, C. (2005). *Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas*. Madrid, España: Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez.
- Mendieta, L. J. (2005). *Manual de valoración económica de bienes no mercadeables*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes. Facultad de Economía Segunda Edición.
- Mendoza, H. (2013). *Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en zonas rurales de la provincia de Moyobamba-2012*. Tarapoto, Perú: Facultad de Ecología Universidad de San Martín.
- MINAM. (2012). *Guía metodológica para la elaboración del estudio de caracterización de residuos sólidos*. Lima, Perú.
- MINAM. (2015). *Manual de valoración económica del Patrimonio Natural*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.
- Ministerio de Salud Pública, OPS y OMS Guatemala. (2006). *Tratamiento y desinfección de agua para consumo humano por medio de cloro*. <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0214/doc0214.pdf>
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano: DS N° 031-2010-SA*. Lima, Perú: DIGESA.
- Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Harvester, Londres.
- Rodriguez, R. P., & Cubillas, G. A. (2012). *Elementos para la valoración integral de los recursos naturales: un puente entre la economía ambiental y la economía ecológica Una revisión de bibliografía*. En *Gestión y Ambiente*, Volumen 15, Número 1, p. 77-90.
- Rojas, F. (2014). *Políticas e institucionalidad en materia de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe*. Serie Recursos naturales e infraestructura N° 166. Santiago de Chile: Naciones Unidas CEPAL.

- Romero, M. (2007). *Tratamientos utilizados en potabilización del agua*. Facultad de Ingeniería, Universidad Rafael Landívar. Boletín Electrónico No. 08.
- Santacruz, J. (2014). *Agua purificada para el recinto mesada de arriba del cantón Colimes*. Guayaquil, Ecuador: Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil.
- Sejak, J. (2000). *The Natural Capital of Central and Eastem European Countries. The Role and valuati3n of Natural Assets in Central and Eastem Europe Rec Paper*. Series, number 2. Regional Environmental Center of Central and Eastem Europe.
- Toledo, A. (1998). *Economía de la biodiversidad*. Serie de textos básicos para la formación ambiental N° 2. PNUMA. México D.F.
- Vasquez, L. F., Cerda, U., Arcadeo, & Orrego, S. S. (2007). *Valoración económica del ambiente*. Buenos Aires, Argentina: Thomson Learning.
- Witt, V., & Reiff, F. (1993). *La desinfección del agua a nivel casero en zonas urbano marginales y rurales*. Washington: D.C., OPS.
- Yañez, C. (2005). *Propuesta para el mejoramiento de la gestión municipal del manejo de los residuos sólidos domiciliarios de la comuna de Colina, región Metropolitana*. Chile: Tesis de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas Escuela de Agronomía.



**ANEXOS**

**Anexo 1.**

**Panel fotográfico**



*Figura 4.* Municipio del distrito de Pilcuyo, provincia de El Collao, Puno. Enero 2017.



*Figura 5.* Suelo agrícola en mal estado de conservación.



*Figura 6.* Chulpa de Sancuta, distrito de Pilcuyo, provincia de El Collao, Puno. Enero 2017.



*Figura 7.* Plaza principal del centro poblado de Accaso, enero 2017.



Figura 8. Pozo de agua y silo letrina familiar, centro poblado de Accaso. Enero 2017.



Figura 9. Muestras de agua de pozos del centro poblado de Accaso. Enero 2017.



*Figura 10.* Pozo de agua familiar del centro poblado Accaso, distrito Pilcuyo.



*Figura 11.* Pozo de agua familiar del centro poblado Accaso, distrito Pilcuyo.