

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**VALORACIÓN ECOLÓGICA - ECONÓMICA DEL SERVICIO
ECOSISTÉMICO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO EN LA
GALERÍA FILTRANTE DE ATOQUACHANA EN EL DISTRITO
DE OROPESA, CUSCO**

Tesis para optar al título profesional de Biólogo

Presentada por:

Bach. CAIRO BUSTOS, Yolanda Gabriela

Asesor:

M. Sc. Luciano Cruz Miranda

CUSCO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicado a mis padres: Cecilia y Danilo y a mi hermano: Rodrigo
por su apoyo incondicional a lo largo de estos años de estudio.

Agradecimiento

Mi mayor agradecimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad por haberme formado profesionalmente y a todos los docentes que contribuyeron con este objetivo.

Al Magister Luciano Cruz Miranda; por su asesoría, colaboración y tiempo empleado para la realización de esta tesis.

Al Magister Wilfredo Chávez Huamán; por su dedicación y disposición como co-asesor en todas las fases de realización de la presente tesis.

A la Blga. María Azucena y William Cárdenas por su asesoría en la aplicación de los softwares necesarios para la obtención de data geográfica.

A los Economistas Sonia Vargas y Jimmy Pantia por la asesoría en temas económicos.

A la Economista Patricia Cárdenas, responsable de la oficina de OMSABA de la Municipalidad de Oropesa, por la información brindada.

Al Ingeniero Edson Carpio por su apoyo incondicional durante el tiempo de realización de la presente.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	II
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	III
JUSTIFICACIÓN.....	IV
OBJETIVOS.....	V

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 MARCO NORMATIVO.....	6
1.3 GENERALIDADES	8
1.3.1 Recurso hídrico	8
1.3.2 Hidrografía	8
1.3.3 Hidrogeología.....	9
1.3.4 Galerías filtrantes	12
1.3.5 Servicios Ecosistémicos	13
1.3.6 Valoración Ecológica	14
1.3.7 Valoración Económica	21
1.3.8 Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos	27

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN.....	29
2.1.1 Ubicación Política	29
2.1.2 Ubicación Geográfica.....	29

2.1.3 Ubicación Hidrográfica.....	30
2.2 ACCESIBILIDAD	30
2.3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	31
2.3.1 Clima.....	31
2.3.2 Zonas de vida	32
2.3.3 Cobertura Vegetal	33
2.3.4 Fauna.....	42
2.3.5 Suelo.....	43
2.3.6 Geología de Suelo	47
2.3.7 Hidrogeología.....	50
2.3.8 Hidrología.....	50
2.3.9 Peligros.....	52
2.4 DEMOGRAFÍA	53
2.4.1 Índice De Desarrollo Humano (IDH).....	53
2.4.2 Población Económicamente Activa (PEA)	53
2.4.3 Actividades Productivas de Oropesa.....	53
2.5 SERVICIOS	54
2.5.1 Educación.....	54
2.5.2 Salud.....	55
2.5.3 Saneamiento básico	55
2.6 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	56
2.6.1 Sistemas de captación	57
2.6.2 Líneas de conducción.....	58
2.6.3 Sistema de abastecimiento	58
2.7 JUNTAS ADMINISTRADORAS DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS)	59

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1	MATERIALES	60
3.1.1	Materiales de campo	60
3.1.2	Materiales de Gabinete.....	60
3.2	METODOLOGÍA.....	61
3.2.1	Diagnóstico de la Cuenca de Oropesa.....	61
3.2.2	Valoración Ecológica del Servicio Ecosistémico de Aproveccionamiento Hídrico..	63
3.2.3	Valoración Económica del Servicio Ecosistémico de Aproveccionamiento Hídrico	72
3.2.4	Mecanismo de retribución por el Servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico	78

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA DE OROPESA	79
4.2	VALORACIÓN ECOLÓGICA.....	80
a)	Características del servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico	80
i)	Caudal de manantes	80
ii)	Características de Suelo.....	82
iii)	Determinación de la Calidad de agua para consumo humano.....	85
b)	Determinación del Valor Ecológico del servicio ecosistémico de Aproveccionamiento Hídrico.	87
4.3	VALORACIÓN ECONÓMICA.....	91
i.	Análisis Econométrico	93
ii.	Variables para los modelos econométricos.....	95
iii.	Disposición a pagar.....	98

4.4 PROPUESTA DEL MECANISMO DE RETRIBUCIÓN POR EL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO.....	100
--	-----

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

RELACIÓN DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Características Morfométricas de una cuenca.....	9
Tabla 2: Clasificación de Servicios Ecosistémicos	14
Tabla 3: Valores de Porosidad	16
Tabla 4: Rangos de pH.....	17
Tabla 5: Límites Máximos permisibles de los parámetros para agua de consumo humano	18
Tabla 6. Métodos de Valoración Económica	26
Tabla 7. Datos de Temperatura y Precipitación de la estación meteorológica de k'ayra	31
Tabla 8. Unidades de Vegetación.....	33
Tabla 9. Principales Cultivos	34
Tabla 10. Composición Florística de Matorral Denso Inerme	36
Tabla 11. Composición Florística de Matorral inerme asociado con cultivo en secano	38
Tabla 12. Composición Florística de Pajonal y Césped de Puna.....	39
Tabla 13. Composición Florística de Roquedal con Matorral	41
Tabla 14. Aves registradas	42
Tabla 15. Mamíferos registrados.....	43
Tabla 16. Serie de Suelos e infiltración	43
Tabla 17. Clasificación según la Capacidad de Uso Mayor de Suelos	44
Tabla 18: Pendiente.....	49
Tabla 19. Ubicación de Manantes	51
Tabla 20. Acuíferos de la cuenca	51
Tabla 21. Identificación de Peligros.....	52
Tabla 22. Nivel de educación.....	54
Tabla 23. Desnutrición	55
Tabla 24. Abastecimiento de Agua	55
Tabla 25. Pago por el Servicio de Agua.....	56
Tabla 26. Red Pública de Desagüe.....	56
Tabla 27. Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento	59
Tabla 28: Ubicación de puntos de muestreo de suelo	63
Tabla 29: Ubicación de Puntos de Muestreo de Agua	66
Tabla 30. Variables de la Matriz de Faggi y Cagnoni.....	70

Tabla 31. Variables de la Matriz de Faggi y Cagnoni modificado por Gil	71
Tabla 32: Variables de E-views	76
Tabla 33. Variables Utilizadas por los Modelos Econométricos	77
Tabla 34. Elementos para el Diseño del Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos	78
Tabla 35: Características de la Cuenca de Oropesa	79
Tabla 36. Código Pfafstetter de la Cuenca de Oropesa.....	80
Tabla 37. Control de Aforos.....	81
Tabla 38. Textura y Tipo de suelo	83
Tabla 39. Análisis Mecánico.....	84
Tabla 40. Análisis Físicos y Químicos.....	85
Tabla 41. Análisis Bacteriológico	86
Tabla 42: Valoración Ecológica de la Cobertura Vegetal.....	90
Tabla 43: Valoración Ecológica del Recurso Hídrico.....	90
Tabla 44. Descripción Estadística de Variables	91
Tabla 45. Variables Según Modelos Econométricos	93
Tabla 46. Variables en el modelo Mínimos Cuadrados.	95
Tabla 47. Variables en el modelo Probit.....	96
Tabla 48. Variables en el modelo Logit	97
Tabla 49. Medida de cambio de la utilidad	98

RELACIÓN DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Distribución vertical del agua, Recursos Hídricos (SENAMHI, 2011).....	11
Figura 2. Tipos de valoración Económica (Freeman, 1994).....	22
Figura 3. Retribución por Servicios Ecosistémicos (MINAM, 2014)	27
Figura 4. Accesibilidad (https://www.openstreetmap.org)	30
Figura 5. Climatodiagrama en base a datos meteorológicos de k'ayra, 2017.....	32
Figura 6. Codificación de cuencas según Pfafstetter.....	62
Figura 7. Triángulo de Textura de Suelos (FAO).	65
Figura 8. Causas y Efectos de la Valoración Ecológica.....	87
Figura 9. Disposición a pagar (Elaboración propia en base a DAP soles, 2018).....	98
Figura 10. Propuesta del MERESE – Oropesa, 2019.....	101

RELACIÓN DE ABREVIATURAS

- **ANA:** Autoridad Nacional del Agua.
- **DAP:** Disposición a Pagar.
- **DIGESA:** Dirección General de Salud Ambiental.
- **DIRESA:** Dirección regional de Salud.
- **ECA:** Estándares de Calidad Ambiental.
- **EPS:** Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Básico.
- **FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- **IDH:** Índice de Desarrollo Humano.
- **IMA:** Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente.
- **INEI:** Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- **JASS:** Juntas Administradoras De Servicios De Saneamiento.
- **LMP:** Límite Máximo Permisible
- **MERESE-MRSE:** Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos.
- **MEA:** Evaluación de los Ecosistemas del Milenio.
- **NMP:** Número más Probable.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **OPS:** Organización Panamericana de la Salud.
- **PEA:** Población Económicamente Activa.
- **PNUD:** Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- **PSA:** Pago Por Servicios Ambientales.
- **SUNASS:** Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
- **UTM:** Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator.

RESUMEN

El estudio de la Valoración Ecológica - Económica del servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico en la galería filtrante de Atoquachana del distrito de Oropesa, de la región Cusco; se llevó a cabo en la cuenca de Oropesa en el período de mayo del 2017 a diciembre del 2018, con la finalidad de caracterizar el ecosistema de la cuenca.

Se valoró ecológicamente, determinando el caudal de los manantes, la calidad del agua y las características del suelo, asimismo se valoró económicamente a través de la Valoración Contingente y el análisis econométrico mediante el modelo Logit en el software E-Views. Se propuso también, un mecanismo de retribución por el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico.

La cuenca es de noveno orden, con código Pfafstetter: 499497432, ubicada en la cuenca hidrográfica del río Amazonas y se caracteriza por ser de forma ovalada a redonda ($Kc= 1.45$) con un área de 9.9 Km^2 . El valor ecológico del servicio de aprovisionamiento es ALTO y genera un caudal entre 1.8 y 15.4 l/s siendo la calidad del agua APTA para consumo humano, exceptuando la turbidez que excede por 7 UNT los límites máximos permisibles para este parámetro. En cuanto a los suelos, son del tipo arenoso y franco arenoso con una porosidad entre 24% y 27% y capacidad de retención hídrica entre 28.6 y 35.8%. El análisis econométrico valora el agua en 1.79 soles; por consiguiente la disposición a pagar por los pobladores de Oropesa es de 1.79 soles sobre la tarifa actual fija de 6.00 soles mensuales.

INTRODUCCIÓN

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA. 2005), señala que el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico está siendo afectado debido al uso excesivo del recurso y el cambio climático, ello se refleja en la disminución de la provisión hídrica que podría afectar severamente el bienestar de la población objeto de estudio.

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Oropesa, provincia de Quispicanchi, para determinar el valor ecológico y económico del servicio de aprovisionamiento hídrico, proveniente de acuíferos fisurados (cerro Pachatusan y aledaños) que abastecen la galería filtrante de Atoqhuachana para consumo de la población de Oropesa.

Para valorar ecológicamente el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico, se utilizó la matriz de Faggi y Cagnoni (1994) determinando la oferta hídrica de la cuenca, las características del suelo, así como el análisis de la calidad de agua que se distribuye a la población de Oropesa. Para valorar económicamente, se determinó la disposición a pagar de los pobladores de Oropesa, a través de encuestas mediante el método de Valoración Contingente estimado con el modelo Logit.

Los resultados obtenidos de la Valoración Ecológica y Económica, permiten la propuesta del Mecanismo de Retribución por el Servicio Ecosistémico de Aprovisionamiento Hídrico, cuantificándose monetariamente los beneficios y costos por dicho servicio ambiental, a través de acuerdos voluntarios entre contribuyentes y retribuyentes.

Dicha investigación se desarrolló desde mayo del año 2017 a diciembre del 2018. Los resultados permitirán mejorar el manejo de la cuenca de Oropesa con acciones orientadas a la conservación, recuperación y uso sostenible, garantizando la tasa de infiltración de agua a los acuíferos y con ello asegurar la oferta hídrica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2009), afirma que la población mundial, en los últimos 50 años, ha alterado el equilibrio de los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de la historia humana; en el caso de la Población de Oropesa, esta cuenta con la Galería Filtrante de Atoqhuachana que proporciona un caudal importante de agua, pero con el pasar de los años se ha registrado una disminución significativa de dicho caudal y la sobreexplotación de este recurso.

Sumado a este problema, el cambio climático tiene una clara incidencia en la oferta hídrica que capta la galería filtrante de Atoqhuachana, debido a la disminución en el régimen de precipitación que afecta directamente al ecosistema en la cabecera de la cuenca de Oropesa, asimismo la deforestación y la baja capacidad de infiltración del agua conllevan a la escasa recarga de los acuíferos, afectando de esta forma a las actividades humanas, quedando el agua restringida sólo al consumo humano.

Este problema evidencia la necesidad de conocer el valor del servicio ecosistémico brindado.

Teniendo en cuenta la problemática antes mencionada se plantea las siguientes interrogantes:

- ¿Qué valor ecológico - económico posee el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico en la galería filtrante de Atoqhuachana, en el distrito de Oropesa?
- ¿Cuál es el diagnóstico de la cuenca de Oropesa?
- ¿Qué valor ecológico y qué características tiene el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico?
- ¿Qué valor económico tiene el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico?
- ¿Cuáles son los mecanismos de retribución para el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico?

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolló debido a la problemática que atraviesa la población de Oropesa al verse restringido del servicio de agua. A pesar de contar con una buena oferta hídrica, ésta se ve drásticamente disminuida, por lo que las autoridades restringen el uso del agua sólo para consumo humano, no accediendo para las actividades económicas, como la producción de pan y el riego, lo que genera malestar en la población. Esta disminución probablemente se debe a la variación en el régimen de precipitación y a la poca capacidad de recarga de los acuíferos, debido a la deforestación, al deterioro de suelos y al mal manejo de cuenca.

Por lo que se determinó el valor ecológico y económico del servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico que provee la cuenca de Oropesa para conocer el valor real de dicho servicio; de igual forma se propuso un Mecanismo de Retribución que permitirá a la municipalidad de Oropesa, gestionar el recurso hídrico eficientemente, a fin de mantener la oferta hídrica independiente de la estacionalidad.

La presente tesis de investigación será una herramienta útil para las instituciones y profesionales involucrados en proyectos de gestión integrada de los recursos hídricos y en los procesos de pagos por servicios ambientales; y sencilla para la participación activa de los pobladores de Oropesa ante los desafíos de conservación del recurso, a fin de mantener la oferta hídrica que disponen en sus actividades diarias, reconociéndola como un bien social, un recurso ilimitado, esencial para la vida y el desarrollo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Valorar ecológica y económicamente el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico en la galería filtrante Atoqhuachana en el distrito de Oropesa, Cusco.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Diagnosticar la cuenca de Oropesa.
2. Valorar ecológicamente y caracterizar el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico.
3. Valorar económicamente el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico.
4. Proponer un mecanismo de retribución por el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

GUERRA, 2019.

En el estudio “Valoración ecológica y económica del humedal de las comunidades de Yugaqui e Inquilpata, distrito de Anta, Cusco”; determinó el valor ecológico del humedal utilizando la matriz de Faggi y Cagnoni y el valor económico utilizando el método de valoración contingente mediante el modelo Logit, obteniendo la DAP de 3 soles por jefe de familia, para la conservación, protección y recuperación del humedal.

E.P.S SEDA CUSCO, 2013-2018.

Aplica en Cusco el Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos en la cuenca Piuray – Ccorimarca, ubicada en Chinchero, Cusco; que en coordinación con la SUNASS establece incluir en la tarifa, mecanismos de compensación ambiental (4.8% de incremento tarifario). Al año 2018 se cuenta con un fondo de 6, 579 224.00 soles, cuya inversión se dio en 05 proyectos de saneamiento y 02 proyectos de infraestructura verde denominado Plan de Afianzamiento hídrico de la cuenca Piuray - Ccorimarca.

RAMOS, 2017.

En el estudio: “Mecanismos de retribución por el servicio ecosistémico hídrico en la cuenca de Collapín, provincia de Bagua, Amazonas”; evaluó la disposición a pagar de los retribuyentes utilizando el método de la Valoración Contingente y Costo de Oportunidad para implementar un Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos Hídricos, aplicando una encuesta a 70 pobladores retribuyentes para estimar la Disposición a pagar de 2.95 soles mensuales condicionado por las variables de nivel de educación y oferta de agua.

APAZA, 2016.

Propuso un esquema de Retribución por el Servicio Hidrológico Ambiental en la microcuenca Mariño, Abancay; obteniendo que la disposición a pagar por parte de los usuarios del agua potable (comunidades asentadas en la cuenca y los usuarios de riego) es de 2.32 soles mensuales, siendo los mayores demandantes las comunidades de la parte baja. Propuso también un sistema de gestión adaptativa para difundir temas relacionados con el manejo y la gestión del agua en la cuenca alta, media y baja a fin de conservar y proteger el recurso.

MALLQUI, 2016.

En el estudio “Valoración Ecológica - Económica del recurso Hídrico en el humedal Lucre-Huacarpay”, evaluó los indicadores biológicos y fisicoquímicos determinando el estado ecológico de los cuerpos lénticos, mediante el método de Calidad Ecológica de ríos altoandinos, obteniendo un valor moderado de conservación y valoró ecológicamente mediante la valoración contingente, estimando una DAP de 5.30 soles para la conservación de la laguna Huatón y 10.8 soles anuales por el uso del agua para riego.

ROLDÁN, 2016.

En el estudio “Valoración económica del recurso hídrico para el suministro de agua potable de la cuenca del río Tomebamba, Alicante”, valoró económicamente el recurso hídrico del Parque Nacional Cajas, por diferentes modelos econométricos utilizando la valoración contingente (preguntas dicotómicas), concluyendo que las variables: nivel de educación y nivel económico poseen coeficientes positivos, lo que implica la relación directa con la DAP máxima de 3.44 USD obtenida por familia encuestada.

SONCCO, 2015.

Determinó el valor económico del servicio de regulación hídrica en el Valle Sagrado de los Incas, microcuenca de Yanahuara y Jochoc, Cusco, obteniendo el balance hídrico a partir de la oferta y demanda en ambas cuencas; concluyendo que existe un déficit hídrico en los meses de junio a setiembre, y un superávit entre octubre y mayo. Para obtener la disposición a pagar de los pobladores por el servicio de regulación hídrica, utiliza el método de Valoración contingente tanto para consumo humano, como para uso agrícola.

ABURTO, 2013.

Llevó a cabo la investigación “ Valoración económica del servicio ambiental hidrológico de la microcuenca Paso Los Caballos” del Municipio San Pedro de Potrero Grande, Nicaragua, determinando los costos económicos y recursos financieros necesarios para el manejo y conservación de la cobertura vegetal, así como la sostenibilidad del servicio ambiental hidrológico, proponiendo la implementación de un Plan de Transformaciones Tecnológicas (PTT). A partir del método de valoración contingente, establece un mecanismo de pagos por el servicio ambiental hídrico, aprobado por un gran porcentaje de la población.

GIRALDO, 2014.

Valoró ecológica y económicamente los recursos naturales de la cuenca Pumamarca, San Sebastián, Cusco. Determinó que la valoración ecológica no alcanzó un valor óptimo de 10, mientras que para la valoración económica empleó el método de valoración contingente, mediante encuestas establecidas a visitantes, con la estimación del modelo Logit en el software E- Views y determinó que, a mayor incremento económico disminuye la disposición de pago por parte de los visitantes, obteniendo una disposición a pagar media de 1.53 soles.

GIL, 2011.

Llevó a cabo el estudio de “Valoración ecológica – económica del recurso hídrico en la comunidad campesina de Pillco Grande, Paucartambo, Cusco”. Determinó que la calidad de agua es apta para riego, con bajo nivel de riesgo de salinidad y sodicidad. La calidad de agua para consumo humano, se encuentra en condiciones óptimas presentando índices óptimos de OD (6.85 – 8.5 ppm) y DBO (0.2 – 3.4) en ambas épocas de muestreo, con un pH cerca a la neutralidad. Los índices bióticos corroboran esos resultados, valorando la calidad de agua como de buena calidad con baja contaminación. En relación a la valoración ecológica, señala que los ecosistemas están conservados, obteniendo un valor de 7,6. Los resultados de la valoración económica del recurso hídrico fueron de 0.33 soles/l/día para consumo.

PANTIA, 2010.

En el estudio “Valoración económica del Humedal Lucre - Huacarpay”, utilizó el método de valoración contingente para estimar una tarifa de pago para el mejoramiento de la calidad de los bienes y servicios ofrecidos por el humedal Huacarpay, Lucre. Hizo 214 encuestas que permitió estimar una disposición a pagar de 5 soles para conservar los servicios ambientales dentro del

humedal, determinando que la disposición a pagar es directamente proporcional al grado de instrucción e ingresos económicos de las personas encuestadas.

TUDELA, 2008.

En el estudio “Estimación de la disponibilidad a pagar de los habitantes de la ciudad de Puno por el tratamiento de aguas servidas” utilizó el método de Valoración Contingente, con 90 encuestas aplicadas a los pobladores y aplicó el modelo Logit, obteniendo que el 57.18% de la población está dispuesta a pagar S/. 4.21 por el tratamiento de aguas servidas.

GALARZA, 2004.

Realizó la valoración de los servicios ambientales del valle del río Lurín-Lima en la zona de Pachacamac, aplicando 436 encuesta a jefes de familias, residentes y visitantes de la zona. Obtuvo que el 76% del total de encuestados tiene una disposición a pagar de 10.90 soles mientras que el 24% no está dispuesto a pagar, de acuerdo al tamaño y la estructura familiar de la población del área de estudio se tiene un valor aproximado de 475 194 dólares anuales.

1.2 MARCO NORMATIVO

- Las bases legales de esta investigación están representadas en la Constitución Política del Perú (1993), donde destaca el Artículo 2º, inciso 22, en el cual señala que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. Del Capítulo II “Del ambiente y los recursos naturales”, se extraen los siguientes artículos:
 - Art. 66º.- Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento.
 - Art. 67º.- El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.
 - Art. 68º.- El Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.
- Ley N° 28611: Ley General del Ambiente, en la que se establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.
- Ley N° 30215: Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE), cuyo objetivo es promover, regular y supervisar los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos que se derivan de acuerdos voluntarios que establecen acciones de conservación, recuperación y uso sostenible para asegurar la permanencia de los ecosistemas.

Título II define los elementos para el diseño de los Mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos.

- Art. 5°.- Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos. Estos mecanismos son definidos como esquemas, herramientas, instrumentos e incentivos para generar, canalizar, transferir e invertir recursos económicos, financieros y no financieros, donde se establece un acuerdo entre contribuyente(s) y retribuyente(s) al servicio ecosistémico, orientado a la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos.
- Art. 6°.- Los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas. Para el diseño de un MRSE, es necesario identificar los servicios ecosistémicos, a partir de los cuales se determinarán a los contribuyentes y retribuyentes.
- Art. 7°.- Contribuyentes y retribuyentes. Los contribuyentes al servicio ecosistémico son personas naturales o jurídicas, de naturaleza pública o privada, que mediante acciones técnicamente viables contribuyen a la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos. En tanto que, los retribuyentes por el servicio ecosistémico son personas naturales o jurídicas, de naturaleza pública o privada, que obteniendo un beneficio económico, social o ambiental, retribuyen a los contribuyentes por el servicio ecosistémico.
- Art. 8°.- Acciones de los contribuyentes. En este artículo se definen acciones que deben generar, mantener o mejorar los servicios ecosistémicos, ser compatibles con el ecosistema en donde sean implementadas y estar alineadas a los instrumentos de planificación y gestión ambiental que se aplican en el ámbito de su ejecución.

1.3 GENERALIDADES

1.3.1 Recurso hídrico

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ocupa tres cuartas partes de la superficie del planeta, Brack (2004). En el Perú los andes dividen el territorio en tres cuencas de drenaje naturales: Cuenca del Pacífico (279 689 km²), cuenca del Atlántico (956 751 km²) y cuenca del lago Titicaca 48 775 km² (FAO, 2000).

El uso consuntivo más importante del agua es el de consumo humano, así cada país regula la calidad del agua para consumo humano estableciendo y exigiendo el cumplimiento de normas de calidad de agua segura o potable. Además, a través de las entidades de manejo del recurso, se deben establecer los mecanismos necesarios para proteger la fuente de agua de cualquier contaminación, así como para atender cualquier emergencia eventual (Romero, 2005).

1.3.2 Hidrografía

a) Sistema de Codificación Pfafstetter. Es una metodología para asignar identificadores a unidades de drenaje basado en la topología de la superficie o área del terreno para relacionarla con las unidades hidrográficas que contiene y las unidades hidrográficas con las que limita.

El sistema es jerárquico y las unidades son delimitadas desde las uniones de los ríos (punto de confluencia de ríos) o desde el punto de desembocadura de un sistema de drenaje en el océano asignándose de esta manera un código numérico, basado en su ubicación dentro del sistema de drenaje, de tal forma que este código es único en todo el continente (Zambrano, 2011).

b) Unidades Hidrográficas. El Sistema de delimitación y codificación de Pfafstetter considera tres tipos de unidades de drenaje:

- **Cuenca.** Es un área que no recibe drenaje de ninguna otra área, pero si contribuye con flujo a otra unidad de drenaje.
- **Intercuenca.** Es un área de drenaje o de tránsito del río principal que recibe el drenaje de otra unidad que se ubica aguas arriba y permite el drenaje del flujo propio y del que ha ingresado, hacia la unidad de drenaje que se ubica aguas abajo.
- **Cuenca Interna.** Es un área de drenaje que no recibe flujo de agua de otra unidad ni contribuye con flujo de agua a otra unidad de drenaje o cuerpo de agua.

Tabla 1: Características Morfométricas de una cuenca

CARACTERÍSTICAS	RANGO	CLASE
Superficie (Km²)	0-250	Pequeña
	250-2500	Mediana
	>2500	Grande
Elevación media (msnm)	0-1000	Baja
	1000-2000	Mediana
	>2000	Alta
Compacidad	1-1.5	Oval redonda
	1.5-1.75	Rectangular oblonga
	>1.75	Alargada
	50-100	Mediana
	>100	Larga

Fuente: Elaborado en base a Choquehuanca, 1999.

1.3.3 Hidrogeología

a) Agua Subterránea. Es la porción de la hidrósfera que transita por debajo de la superficie del suelo en una determinada área, pueden permanecer retenidas en el subsuelo por largos periodos o emerger a la superficie. De manera general, la recarga de agua subterránea depende del régimen de precipitaciones, del escurrimiento superficial y del flujo de los cursos de agua superficiales, así como de la conductividad hidráulica de las formaciones geológicas por donde se produce la infiltración (SENAMHI, 2011).

El agua que llega a la superficie y se infiltra en el terreno puede ser, de acuerdo a Fetter (2001), de tres tipos:

- **Agua retenida por fuerzas no capilares.** Retenida por atracción eléctrica. Se sub clasifica en: Agua higroscópica y pelicular; estos dos tipos de agua no se desplazan por gravedad ni se extraen de la zona saturada, tampoco sirven para las plantas pues las raíces tienen una fuerza de succión inferior a la de retención del agua.
- **Agua Capilar.** Agua retenida por fuerzas capilares. Estas fuerzas se deben a fenómenos de tensión superficial y a que las moléculas de agua tienden a adherirse a los sólidos. Son aprovechadas por las raíces.
- **Agua libre o de gravitación.** Agua no retenida por el suelo, sometida a la acción de la gravedad. Cuando el agua de este tipo alcanza un fondo impermeable o una zona ya saturada, satura a su vez la zona suprayacente; ésta viene a constituir el agua subterránea.

b) Distribución vertical de las aguas subterráneas. A mayor o menor profundidad, todos los materiales de la corteza terrestre son porosos. Según la cartilla técnica de aguas subterráneas-Acuíferos (SENAMHI, 2011), se clasifican en:

- **Zona no saturada o de aireación.** Esta zona presenta intersticios en donde los macroporos contienen aire y los microporos agua adherida por capilaridad. Luego de una lluvia intensa, esta zona puede saturarse o secarse por completo. Después de llenados los poros, el resto del agua de lluvia percolará por gravedad hacia la zona de saturación.

- **Zona saturada.** Esta zona está representada por el espacio que ocupa permanentemente el agua. El nivel de agua en la zona de saturación tiende a permanecer plana, aunque puntualmente puede presentar inflexiones debidas a la extracción del agua por bombeo, a la recarga artificial, o al drenaje desde o hacia los ríos. Cuando el nivel del agua tiene una posición bien definida en un punto determinado se le define como nivel estático.

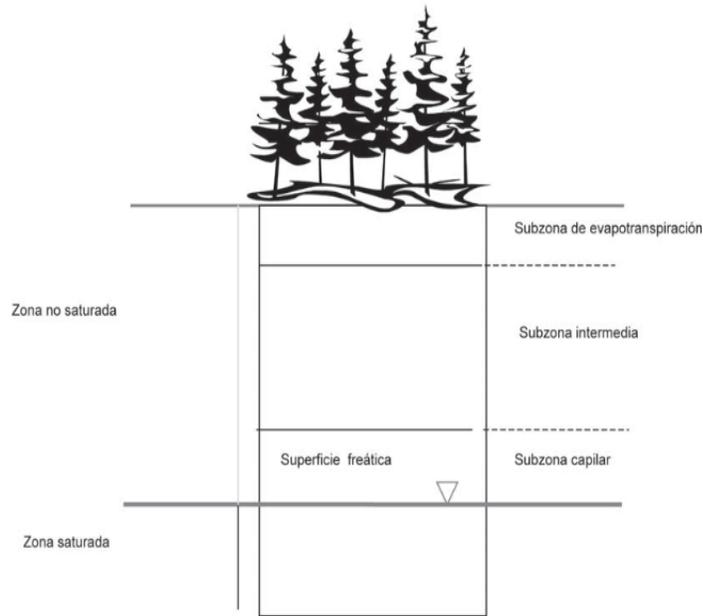


Figura 1. Distribución vertical del agua, Recursos Hídricos (SENAMHI, 2011)

c) **Unidades hidrológicas:** Según su comportamiento hidrodinámico y la capacidad de retener o ceder agua son:

- **Acuícludo:** Formación geológica que contiene agua en cantidad apreciable que no permite circulación a través de ella. Ejemplo: limos y arcillas que se comportan como impermeables.
- **Acuitardo:** Estratos de baja permeabilidad con capacidad para transmitir en forma lenta cierta cantidad de agua por lo que no son aptas para las captaciones pero permiten una recarga vertical.
- **Acuífugo:** Formaciones geológicas que no contienen, ni permiten el movimiento de agua. Por ejemplo granito masivo, rocas metamórficas.

Según las características litológicas pueden ser:

- **Acuíferos no consolidados:** Constituidos por la acumulación de partículas de diferentes tamaños, por lo general se trata de depósitos con edades recientes. Presentan excelentes condiciones para su explotación por medio de captaciones, obteniéndose elevados caudales.
- **Acuíferos porosos consolidados:** Según su origen se pueden clasificar en detríticos (conglomerados y areniscas) y químicos (calizas, dolomías). Las calizas y dolomías son rocas pocos permeables pero pueden también constituir buenos acuíferos si están karstificadas.

1.3.4 Galerías filtrantes

Las galerías filtrantes o galerías de captación son obras destinadas a la captación y conducción del agua subterránea hasta un punto determinado. La calidad del agua subálvea está fuertemente vinculada a la calidad del agua superficial; sin embargo, el proceso de filtración a través del material poroso conduce a la remoción de sólidos suspendidos y de microorganismos (SENAMHI, 2011).

a) Clasificación de galerías: Según características constructivas las galerías pueden ser clasificadas como:

- **Galerías propiamente dichas.** Son excavaciones horizontales que se inician con un emboquillado o boca de entrada, desde donde se procede a excavar la galería. La parte inferior de la galería se encuentra ubicada por debajo del nivel de agua en la zona de saturación y la parte superior en la zona húmeda.

- **Zanjas o trincheras.** Están compuestas por excavaciones a cielo abierto, utilizadas fundamentalmente cuando el agua subterránea está muy próxima a la superficie del suelo y no se requieren provocar grandes descensos del nivel freático.

- **Drenes.** Están compuestos por perforaciones horizontales o excavaciones de zanja en cuyo interior se instalan los drenes en la zona húmeda del acuífero.

- **Captaciones mixtas.** Las galerías propiamente dichas y los drenes pueden combinarse con las captaciones verticales, dando como resultado captaciones del tipo mixto.

1.3.5 Servicios Ecosistémicos

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2004) define los Servicios Ecosistémicos, como aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Éstos pueden ser de dos tipos: directos e indirectos.

Se consideran beneficios directos a los servicios de aprovisionamiento y los servicios de regulación mientras que los beneficios indirectos (servicios de apoyo) se relacionan con el funcionamiento de procesos del ecosistema que genera los servicios directos, como el proceso de fotosíntesis, la formación y almacenamiento de materia orgánica, el ciclo de nutrientes, la creación y asimilación del suelo y la neutralización de desechos tóxicos. Los ecosistemas también ofrecen beneficios no materiales, como los valores estéticos y espirituales y culturales, o las oportunidades de recreación (servicios culturales).

Existe una amplia gama de servicios ecosistémicos, algunos de los cuales benefician a la gente directa o indirectamente. Si bien el agua puede encajar en cualquiera de los cuatro tipos de servicios ecosistémicos, en este estudio se considera al recurso hídrico como servicio de aprovisionamiento o abastecimiento que viene a ser el producto obtenido directamente del ecosistema: El agua dulce es suministrado por los ecosistemas que se destinan para el consumo humano y producción de alimentos.

Tabla 2: Clasificación de Servicios Ecosistémicos

Servicio	División	Grupo
Aprovisionamiento	Nutrición y Medicina	Biomasa Agua
	Materia prima	Fibra Agua
	Energía	Biocombustible, biomasa y energía mecánica
	Mediación de residuos y sustancias tóxicas	Tratamiento de aguas residuales
Regulación	Mediación de flujos	Flujo de masa Flujo de agua Flujo gaseoso
		Ciclo de vida, hábitat, material genético
		Control de plagas y enfermedades
	Mantenimiento de condiciones físicas, químicas y biológicas.	Polinización Formación de suelo, control de erosión y conservación de fertilidad Regulación de clima y composición atmosférica
Cultural	Interacciones físicas e intelectuales con ecosistemas.	Actividades de recreo, salud mental y física
	Interacción de tipo espiritual y simbólica con el paisaje.	Turismo: Apreciación, estética e inspiración Experiencia espiritual
Soporte	Servicios necesarios para producir otros servicios ecosistémicos.	Hábitat para especies Conservación Diversidad genética

Fuente: MINAM, 2016.

1.3.6 Valoración Ecológica

Es el proceso por el cual se juzga el valor de un servicio ambiental. La práctica de valoración enfrenta retos significativos para entender como los pobladores perciben los servicios que el medio ambiente ofrece, generando un flujo de bienes y servicios que benefician al ser humano. Valorar significa atribuir cierto valor a un recurso, se basa en que, para medir el daño ambiental, se busca identificar la medición económica de contaminación en términos de unidades monetarias para indicar la ganancia o pérdida en la utilidad del bienestar como el mejor indicador (Freeman, 1994). Desde esta perspectiva el Mecanismo de Retribución por servicios ecosistémicos es una

herramienta eficiente para regular el uso, protección y conservación ambiental siendo necesario para la formulación del mismo, la caracterización de los bienes y servicios ambientales provistos por los ecosistemas (MINAM, 2016).

Caracterización del servicio ecosistémico

Es un conjunto de instrumentos técnicos orientados a la caracterización de cada uno de los bienes y servicios que nos ofrece un ecosistema permitiendo implementar Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos para proponer acciones de conservación, recuperación y uso sostenibles de éstos.

i. Características del Suelo

La calidad del suelo abarca los componentes físicos, químicos y biológicos del suelo y sus interacciones, por ello las evaluaciones de las propiedades físicas y químicas proporcionan ciertos criterios para efectuar una valoración del estado del suelo y contribuye a crear bases para el mejor uso y manejo del recurso (Franco, 2011).

El agua presente en el suelo determina el contenido de humedad, ésta es dinámica ya que se traslada en respuesta a las fuerzas de movimiento creadas por la percolación, evaporación, irrigación e infiltración. Las fuerzas que retienen el agua en el suelo dependen de la textura y de la materia orgánica, las cuales permiten retener un volumen de agua disponible para las plantas (UNALM, 2008). Las características del suelo son:

- **Textura.** Es una de las características físicas más importantes, pues predice el comportamiento físico del suelo, determina la cantidad de agua y aire para las plantas y puede emplearse como un indicador indirecto del valor económico de los terrenos y de su susceptibilidad a la erosión. Nos indica también la proporción de partículas fundamentales en

el suelo: arena, limo y arcilla, que se agrupan en suelos de textura fina, media y gruesa. Su fraccionamiento sigue una función logarítmica de la siguiente manera:

Arena. Son de tamaño grande (2mm a 50 μm) aumentan el tamaño de los espacios porosos entre las partículas, facilitando de esta manera el movimiento de aire y agua. Su falta de cohesión provoca una mayor susceptibilidad a la erosión.

Limo. Son partículas de tamaño intermedio (50 a 2 μm) y tienen poca tendencia a reunirse con otras partículas. Los suelos limosos tienen gran capacidad de retener agua disponible para el crecimiento vegetal.

Arcillas. Son partículas de tamaño pequeño (menor de 2 μm) que ocupa la mayor área superficial y tiene una alta plasticidad y adhesividad. Actúa como un almacén de reservas de agua y nutrientes.

- **Porosidad.** El espacio poroso de un suelo es la parte ocupado por aire y/o agua que depende de la disposición de las partículas sólidas. La reducción de la porosidad del suelo repercute en propiedades físicas desfavorables debido a una menor aireación de suelo, menor capacidad de infiltración de agua y dificultad para la penetración de las raíces. La porosidad de un suelo se puede medir en forma directa suponiendo que es igual a la humedad de saturación (UNALM, 2008).

Tabla 3: Valores de Porosidad

Porosidad Total (%)	Interpretación
<30	Muy baja
30-40	Baja
40-50	Media
50-60	Alta
>60	Muy alta

Fuente: Manual de Procedimientos Analíticos, 2010.

- **Capacidad de retención Hídrica.** El suelo es capaz de retener agua en contra de la fuerza de gravedad debido al efecto de la fuerza de adhesión entre el agua y la superficie sólida (Hartge, 2009). Es así que para extraer agua del suelo es necesario realizar un trabajo que deba superar la tensión con la que se encuentra retenida el agua en los poros. En la medida de que el suelo se seca, aumenta la tensión siendo el agua retenida en poros más pequeños.
- **pH.** El pH del suelo está determinado por la concentración de iones hidrógeno (H^+) que se encuentra en una solución acuosa del suelo. Esta característica del suelo influye en la disposición de nutrientes para las plantas, el crecimiento de las raíces, el contenido de materia orgánica, el potencial redox y otras propiedades químicas (UNALM, 2018).

Tabla 4: Rangos de pH

pH	Rangos	Disponibilidad de Nutrientes	Materia Orgánica
pH ácido	<5.1-5.5	> disponibilidad de micronutrientes	< Actividad microbiana
	5.6-6.0		< Descomposición
	6.1-6.5		> Acumulación (lenta descomposición)
pH neutro	6.6-7.3		
pH alcalino	7.4-7.8	> disponibilidad de macronutrientes	> Actividad microbiana
	7.9-8.4		> Descomposición
	8.5->9.0		< Acumulación (rápida descomposición)

Fuente: Adaptado de *Manual de Prácticas de Edafología*, 2008.

ii. Calidad de Agua. El término calidad del agua es relativo, está referido a la composición del agua en la medida en que ésta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y/o actividades humanas. Los límites tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar de uno a otro (DIGESA, 2011).

La importancia del control de la calidad del agua potable o para consumo humano, es vital ya que a partir de los resultados del control se conocen las características del agua procesada y suministrada a la población y se establecen las acciones necesarias para mejorar la calidad de este elemento, teniendo en cuenta los estándares de calidad nacionales. Los límites máximos permisibles (LMP) para el agua potable, se indican en la siguiente tabla:

Tabla 5: Límites Máximos permisibles de los parámetros para agua de consumo humano

Parámetro	Unidad	LMP
Coliformes totales	UFC/100 ml a 35°C	0 (*)
Coliformes termotolerantes	UFC/100 ml a 44.5°C	0 (*)
Bacterias heterotróficas	UFC/ml a 35°C	500
pH	Valor de pH	6.5 - 8.5
Turbiedad, UNT	UNT	5
Conductividad, 25°C	µmho/cm	1500
Color	UCV	15
Cloruros	mg/l	250
Dureza	mg/l	500
Sólidos totales	mg/l	1000
Olor	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable

**En caso de analizar por la técnica NMP por tubos múltiples = <1.8/100 ml*

Fuente: DIGESA, 2011.

Valoración Ecológica del Servicio Ecosistémico de Aprovechamiento Hídrico

Para la Valoración ecológica, es necesario la caracterización del servicio ecosistémico utilizando la matriz de Faggi y Cagnoni (1994), que pone en consideración los aspectos naturales como suelo, agua, flora, paisaje y población así como las modificaciones antrópicas de la cuenca y de sitios cercanos. Cuenta con una escala que va de 0 a 5 los que sumados y procesados, arroja un valor ecológico óptimo de 10. Las variables son:

1. **Madurez:** Referida a la asociación climáticas de los ecosistemas, evaluando el grado de asociación secundaria existente y presente en el área de estudio.
2. **Naturalidad:** Este aspecto otorga una ponderación al estado de un ecosistema según la modificación que este haya sufrido, ya sea antrópica o natural.
3. **Estratificaciones:** La estratificación recibe una ponderación de acuerdo a la presencia de estratos vegetales.
4. **Riqueza:** Referido al número de especies que pueden ser halladas en una parcela de 30x30.
5. **Peligrosidad:** Esta variable hace referencia al grado de peligro que enfrenta un ecosistema en referencia a factores externos que puedan alterar la naturalidad del mismo.
6. **Presencia:** Indica la distancia que separa las comunidades vegetales de otras similares, es decir si hay presencia de ecosistemas semejantes cercanas al área de estudio.
7. **Densidad de la Población:** Esta variable se estima tomando en cuenta la influencia de la presencia de humanos directa en los ecosistemas, pudiendo tener como consecuencia pérdida o conservación de ecosistemas. Por lo tanto se ha ponderado la densidad de las poblaciones por kilómetro cuadrado del área de estudio.

Para la valoración ecológica del recurso hídrico se tiene la matriz de Faggi y Cagnoni modificado por Gil en el 2011, entendiendo que este recurso es de vital importancia para el mantenimiento de las diferentes formas de vida. Para tal fin se plantea las siguientes variables:

1. Naturalidad: Referido a las condiciones ambientales en las que se encuentra un cuerpo de agua, es decir si estos mantienen las condiciones naturales o han sido modificados por agentes contaminantes o acciones antrópicas.
2. Calidad: relacionados a las condiciones físico químicas y biológicas de un cuerpo de agua, considera que sus parámetros están dentro de los estándares de calidad óptima ya sea para consumo humano, animales, riego u otros.
3. Volumen y Caudal: referido a la cantidad de agua o altura del agua. Puede interpretarse como la oferta hídrica de un cuerpo de agua.
4. Cantidad de Cuerpos de Agua: respecto a la oferta hídrica pero referido a la disponibilidad y número de cuerpos de agua dulce de una localidad o zona determinada en cuanto a ríos, quebrada, manante, lagunas y lagos.
5. Peligrosidad: se refiere a los riesgos que puede tener un cuerpo de agua y la capacidad de regeneración que pueda tener.
6. Densidad de la Población: es necesario tener en cuenta la densidad de una población en relación con un cuerpo de agua, por la presión de la demanda de recurso hídrico y riesgo de contaminación.

1.3.7 Valoración Económica

Valorar económicamente los bienes y servicios ambientales significa obtener una medición monetaria de los cambios en el bienestar que una persona o grupo de personas experimentan a causa de una mejora o daño de los servicios ambientales; es decir que se valoran las preferencias de los individuos por cambios en las condiciones del medio ambiente (Cerdea, 2007).

- **Valor económico y Precio.** El valor económico es un valor antropocéntrico, relativo e instrumental, establecido en unidades monetarias que se basa en las preferencias individuales de las personas, es decir es el bienestar que se genera a partir de la interacción del sujeto y el bien o servicio; mientras que el precio representa un acuerdo social que permite la transacción de los bienes determinado en el mercado mediante la interacción entre la oferta y la demanda. (MINAM, 2016)

En este sentido, Penna (2008) considera que la valoración económica de los recursos naturales forma parte de la valoración utilitarista que clasifica a los bienes y servicios ambientales de acuerdo a como estos son utilizados, sin embargo estos poseen un valor desigual para diversos individuos y grupos de personas pero la agregación de los distintos valores constituye el Valor Económico Ambiental Total. Para estimar este valor se distingue entre valores de uso y valores de no uso:

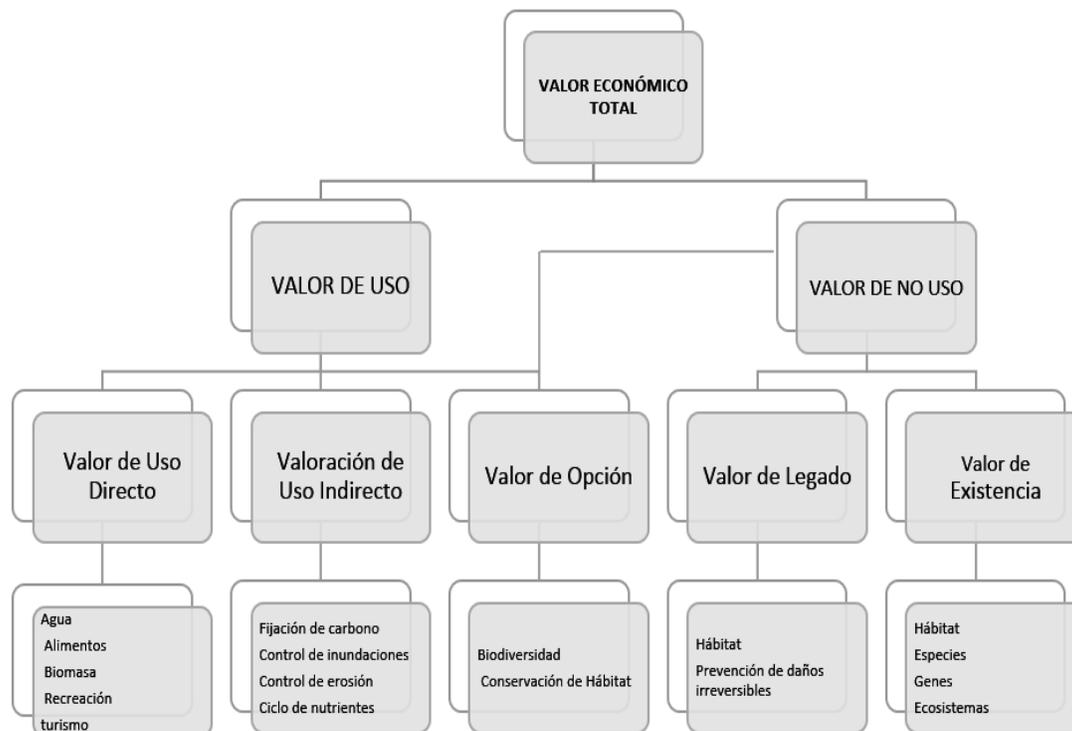


Figura 2. Tipos de valoración Económica (Freeman, 1994)

a) **Valor De Uso.** Se refieren al valor de los bienes y servicios del ecosistema que son empleados por el hombre con fines de consumo y de producción, engloba a aquellos bienes y servicios del ecosistema que están siendo utilizados en el presente de manera directa o indirecta o que poseen un potencial para proporcionar valores de uso futuro.

i) **Valor de uso directo.** Hace referencia a los bienes y servicios del ecosistema que son utilizados de manera directa por los seres humanos y son más fáciles de medir, dado que involucran cantidades observables de productos que se cotizan en el mercado. Existen metodologías cuyo objetivo reside en intentar identificar la "disposición a pagar" que las personas declaran.

ii) **Valor de uso indirecto.** Se asocia a los bienes y servicios ambientales derivados de las funciones de soporte de los ecosistemas y que pueden considerarse como requisitos naturales o insumos intermedios para la producción de bienes y servicios finales.

- iii) **Valor de opción.** Surge de mantener la posibilidad de tomar ventaja del valor de uso de un bien ambiental (extractivo o no) en un momento posterior.
- b) **Valor De No Uso.** Conocido también como Valor de existencia, valor de conservación o valor de uso pasivo. Se entiende como el valor del disfrute que experimentan las personas simplemente por saber que un servicio ambiental existe, aún si no esperan hacer uso del mismo de forma directa o indirecta a lo largo de toda su vida.

Métodos de Valoración económica

Para llevar a cabo la valoración económica existen metodologías desarrolladas; sin embargo, es necesario realizar la caracterización de los bienes y servicios ambientales para que sea más fácil expresar su valor en el mercado. El MINAM (2016) clasifica los principales métodos de valoración económica de los servicios ecosistémicos de la siguiente manera:

a. Métodos basados en valores de mercado

- Precios de Mercado (MPM):

Se emplea para asignar valor a bienes y servicios provistos por los ecosistemas, utilizando los precios de un mercado nacional o internacional ya existentes, éstos son definidos por la interacción entre productores y consumidores a través de la oferta y la demanda.

b. Métodos basados en preferencias reveladas

- Cambios en la Productividad (MCP):

Estima el valor de uso indirecto de un servicio ecosistémico a través de su contribución a las actividades de mercado, estimando el impacto de este atributo en la producción de un bien o servicio que cuenta con mercado. Se basa en la teoría de la función de producción, donde el servicio ecosistémico es un insumo dentro del proceso de producción, por ello este

método solo sirve para estimar el valor del atributo ambiental que el medio natural proporciona a una actividad económica existente.

- **Costo de Viaje (MCV):**

Es un método indirecto de valoración que sirve para estimar el valor económico de servicios utilizados por la sociedad en actividades de recreación que no tienen un mercado definido del cual se obtiene información sobre precios y cantidades demandadas.

La importancia económica está dada por los gastos de dinero y tiempo en que se incurre por visitar un determinado lugar y la valoración se realiza indirectamente a través de mercados relacionados o valores sustitutos de mercado. En este caso, el número de visitas de cada individuo se define como una función de los gastos de viaje (dinero y tiempo asignado a la visita) y de las condiciones socioeconómicas del usuario.

- **Precios Hedónicos (MPH):**

Estima los valores económicos de los servicios ecosistémicos que directamente afectan los precios de bienes de mercado. Las distintas características o atributos que componen un bien o servicio ecosistémico se reflejan en su precio de mercado. Por ello, se asume que el precio de dicho bien puede ser descompuesto en función de sus características o atributos y una vez que se haya estimado la función de precios hedónicos, es posible asignar un precio implícito o un precio sombra a cada una de dichas características.

- **Costos Evitados (MCE):**

Se utiliza para medir los gastos en que incurren los agentes económicos: gobiernos, empresas e individuos, para reducir o evitar los efectos ambientales no deseados. Entre las condiciones necesarias para la aplicación de este método, debe existir la evidencia de que las personas o la sociedad tienen intención de efectuar el gasto, así como las propuestas sean factibles a ser

implementadas y que los agentes económicos están dispuestos a cambiar su comportamiento y realizar inversiones para evitar los efectos negativos de la degradación ambiental o de un mayor riesgo que afecta su bienestar.

c. Métodos basados en preferencias declaradas

- **Experimentos de Elección (MEE):**

Es un método de preferencia declarada que presenta mercados hipotéticos para analizar cambios en el bienestar de los individuos por la implementación de alternativas de elección, permitiendo desagregar el bien de no mercado en las diferentes características específicas que posee para analizar el valor que la sociedad le otorga a cada uno de sus atributos y estimar de esta forma las medidas del bienestar ocasionado por cambios en éstos.

- **Valoración Contingente (MVC):**

Es un método flexible y de fácil uso, que utiliza la construcción de mercados hipotéticos y busca averiguar el valor que asignan los individuos a un bien o servicio ecosistémico, para lo cual los consumidores declaran sus preferencias mediante su disposición a pagar; si un bien es de interés para el individuo, éste estará dispuesto a sacrificar el consumo de otros bienes que le sean menos prioritarios. (Figueroa, 2010).

Sin embargo, las cosas en realidad no funciona de esa manera porque existen fallos de mercado que aparejan ineficiencias en la asignación de los recursos, y uno de estos fallos, es la presencia del conjunto de bienes y servicios ambientales que carecen de mercado donde intercambiarse y por lo tanto carecen de precios, pero no de valor, por lo que a través de las encuestas se simula un mercado a los posibles consumidores, deduciendo el valor que, para ellos tienen los cambios en el bienestar.

Los aspectos a tomar en cuenta a la hora de realizar una investigación con el método de valoración contingente son:

- ✓ **Medición.** El método de valoración contingente mide en soles los cambios en el nivel de bienestar de las personas debido al incremento o disminución de la cantidad o calidad de un bien. Esta medida, en unidades monetarias, suele expresarse en términos de cantidad máxima que una persona pagaría por un bien o lo que se llama disposición a pagar (DAP).
- ✓ **Disposición a pagar o a ser compensado.** Es la diferencia entre medir la cantidad máxima de dinero que una persona estaría dispuesta a pagar para consumir un bien y la mínima cantidad de dinero que estaría dispuesto a aceptar en compensación por dejar de consumir tal bien. Los valores que se obtienen son distintos cuando la pregunta se formula en unos términos o en otros: las cantidades son mayores cuando se pide lo que se cobraría en compensación que cuando se pide lo que se pagaría por disfrutar del bien.
- ✓ **Agregación.** En el caso de que se aplique un tipo de encuesta con formato abierto, es decir preguntando a una muestra de población su disposición a pagar por la mejora de un bien determinado, la encuesta aporta un conjunto de valores, optando por la media o la mediana del valor obtenido en la muestra. En el caso de la aplicación de encuestas con formato discreto o dicotómico (sí/no), se puede esperar que cuanto menor haya sido el precio indicado, mayor será la proporción de personas que dirán que sí.

Los criterios referenciales para la elección del método de valoración económica establecido en la Guía de valoración económica de MINAM, están resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 6. Métodos de Valoración Económica

Métodos de Valoración	Tipo de Valor	Condiciones Necesarias	Información Requerida	Ejemplos
Precios de mercado	Uso directo	Bienes y servicios transados en un mercado	-Precios -Cantidades -Costos	-Madera comercial -Productos agrícolas.
Cambios en la Productividad	Uso indirecto	Bienes y servicios ecosistémicos Se constituyen en insumos productos de mercado.	-Precios -Costos -Cantidad o calidad del bien o servicio ecosistémico.	Variación de la producción agrícola debido a la disminución del agua.
Costo de Viaje	Uso directo	Existencia de beneficios recreacionales.	-Costos incurridos en el viaje. -Costo de oportunidad del tiempo. -Sustitutos.	Valor de recreación por visitar el Parque Nacional del Manu.
Precios Hedónicos	Uso directo/indirecto	Un bien o un servicio es atributo que caracteriza a un bien de mercado.	-Información del bien o servicio ecosistémico como atributo. -Precios del bien de mercado.	Valor económico de la calidad del aire en diferentes zonas urbanas.
Costos evitados	Uso directo/indirecto	-Propuestas técnicamente factibles a ser implementadas. -Existe evidencia de que las personas o la sociedad tiene intención de efectuar el gasto.	Costos.	Gastos de filtración de agua contaminada.
Valoración Contingente	Uso y no uso	Bien Sin Mercado	Disposición a pagar por un cambio propuesto.	Conservación de una especie en peligro de extinción.
Experimentos de elección	Uso y no uso	Bien Sin Mercado	Disposición a pagar por más de un cambio propuesto.	Conservación de un bosque a través de un programa de reforestación.
Transferencias de beneficios	Uso y no uso	Contextos de similares condiciones geográficas y socioeconómicas	Factores de ajuste.	Erosión del suelo.

Fuente: MINAM, 2016.

1.3.8 Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos

Según FAO (2009), El pago por servicio ambiental (PSA) constituye una transacción voluntaria, donde un servicio ambiental bien definido es comprado por al menos un comprador a un proveedor de servicios ambientales, y sólo si éste último asegura la provisión del servicio transado. Además requiere del monitoreo del servicio ambiental, para así determinar niveles de cumplimiento y éxito aceptables. La lógica del Mecanismo de Retribución se basa en que los usuarios del servicio hacen un pago a los proveedores, para que estos conserven los ecosistemas que brindan dicho servicio. Con respecto a la conservación de cuencas hidrográficas, los usuarios, ubicados en la cuenca baja, pagan a los proveedores o propietarios de la cuenca alta, con el fin de mantener o modificar un uso particular del suelo que afecta la disponibilidad y/o calidad del recurso hídrico, aguas abajo.

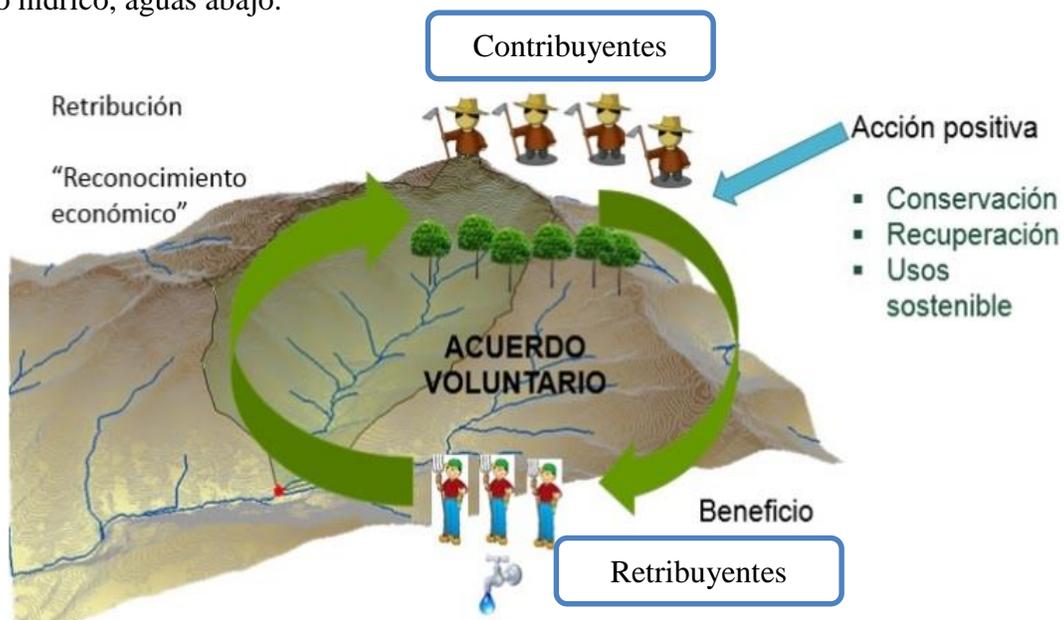


Figura 3. Retribución por Servicios Ecosistémicos (MINAM, 2014)

La Ley N° 30215 de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, establece un acuerdo entre contribuyentes y retribuyentes del servicio ecosistémico considerando el pago por servicio ambiental, con la finalidad de conservar, recuperar y hacer uso sostenible de los servicios ecosistémicos.

Para el diseño de los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, según el artículo 6 de dicha ley, se tiene en cuenta los siguientes elementos:

- Caracterización de la estructura y función del ecosistema, del servicio ecosistémico, la funcionalidad y la condición actual, promoviendo su articulación y compatibilidad.
- Identificación y caracterización de los contribuyentes y retribuyentes por el servicio ecosistémico.
- Estimación del valor económico, los costos necesarios para mantener el flujo del servicio ecosistémico, la voluntad de pago u otros que contribuyan a los acuerdos.
- Establecimiento de acuerdo entre los contribuyentes y retribuyentes por el servicio ecosistémico, donde se determina las actividades de conservación, recuperación y uso sostenible, los beneficios económicos, sociales y ambientales esperados, las modalidades de retribución y sus estrategias de financiamiento.
- Promoción de una plataforma conformada por diferentes actores públicos y privados vinculados al mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos, que monitoreen el cumplimiento de acuerdos y supervisen la transparencia en la retribución bajo la estrategia de financiamiento que se considere adecuada.
- Diseño de un sistema de monitoreo que permita evaluar el progreso de las acciones de conservación, recuperación y uso sostenible de los ecosistemas implementados por el mecanismo.

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN

2.1.1 Ubicación Política

- REGIÓN : Cusco
- PROVINCIA : Quispicanchi
- DISTRITO : Oropesa

2.1.2 Ubicación Geográfica

La cuenca de Oropesa se encuentra entre los 3100 a 4150 y geográficamente, entre las coordenadas UTM siguientes:

- 8'496 000N - 200 000E
- 8'500 000N - 200 000E
- 8'496 000N - 203 000E
- 8'500 000N - 203 000E

LÍMITES

- Norte : San Salvador (Provincia de Calca)
- Este : San Salvador (Provincia de Calca) y Lucre (Provincia de Quispicanchi)
- Sur : Lucre (Provincia de Quispicanchi)
- Oeste : San Jerónimo y Saylla (Distritos de Cusco) (Anexo VII, Mapa 1)

2.1.3 Ubicación Hidrográfica

La cuenca de Oropesa pertenece a la cuenca hidrográfica del río Huatanay.

Cuenca media : Vilcanota

Cuenca baja : Urubamba

Cuenca mayor : Ucayali

Identificación del código de la cuenca de Oropesa según Pfafstetter

Siguiendo la clasificación de cuencas propuesta por Pfafstetter (1989) y adaptada por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) para nuestro territorio nacional, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 033-2008-AG; el área de estudio, es una cuenca de noveno orden. (Anexo VII, Mapa 2).

2.2 ACCESIBILIDAD

De la plaza de armas de Cusco se recorre 27.2 kilómetros de distancia por la vía asfaltada Cusco-Paucartambo hasta la plaza de armas de Oropesa y de este punto, la galería de Atoqwachana se encuentra a 5 km, perteneciente al anexo Pucará.

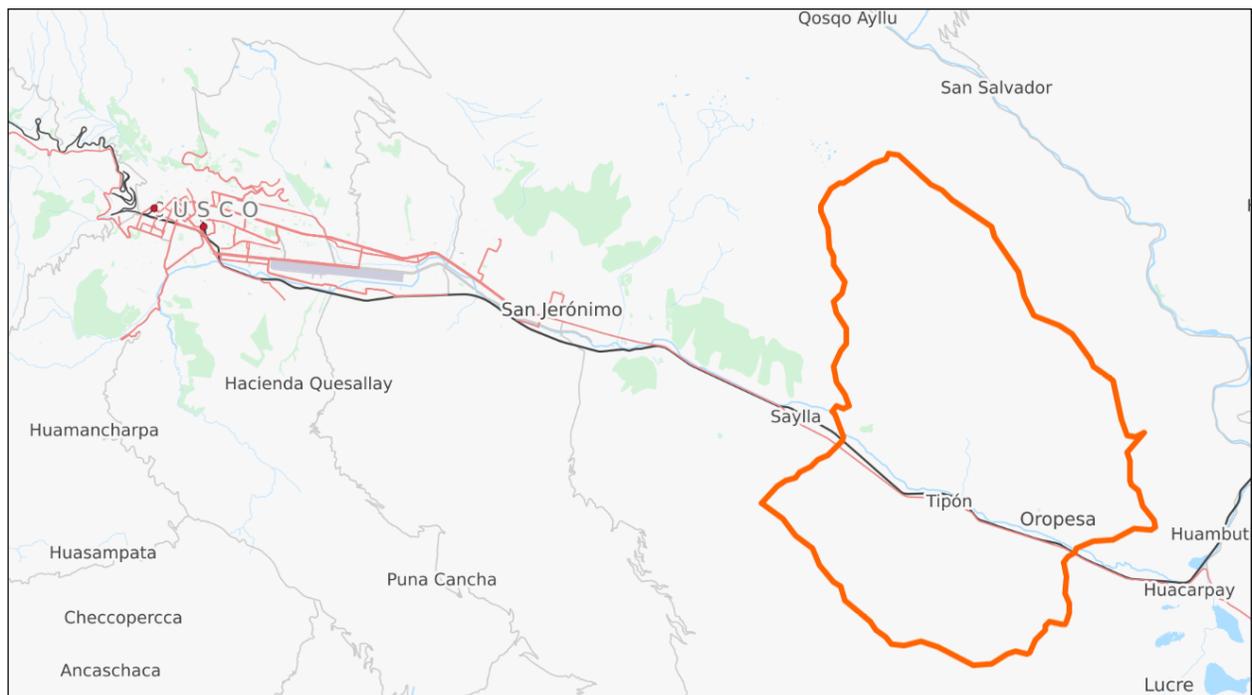


Figura 4. Accesibilidad (<https://www.openstreetmap.org>)

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.3.1 Clima

Se caracteriza por la ausencia de lluvias y temperatura elevada durante los meses de junio a noviembre y con presencia de precipitaciones de diciembre a mayo. La Temperatura media anual registrada, en la estación meteorológica de k'ayra, para los años 2007 al 2017 es de 12.8 °C; siendo la temperatura más baja de 10.1 °C (julio) y la temperatura más alta registrada de 14.6°C (noviembre). La precipitación anual acumulada registrada para los años 2007 al 2017 es de 669.2 mm; donde la precipitación mínima registrada es de 2 mm (junio) y la precipitación máxima 139.3 mm (enero). (Anexo I)

Tabla 7. Datos de Temperatura y Precipitación de la estación meteorológica de k'ayra (2007-2017)

Meses	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
P (mm)	2.9	3.7	14.2	47.4	67.6	125.6	139.3	134.5	82.7	40.4	8.9	2.0	669.2
T (°C)	10.1	11.4	12.9	13.8	14.6	14	14	13.9	13.8	12.9	11.3	10.4	12.8

Fuente: Elaboración propia con base en datos de SENAMHI, 2018.

El climatodiagrama muestra un período seco que comienza en el mes de abril hasta mediados del mes de setiembre, iniciando el período húmedo entre los meses de octubre y abril y el período muy húmedo a mediados de noviembre hasta finales de febrero. (Figura 5).

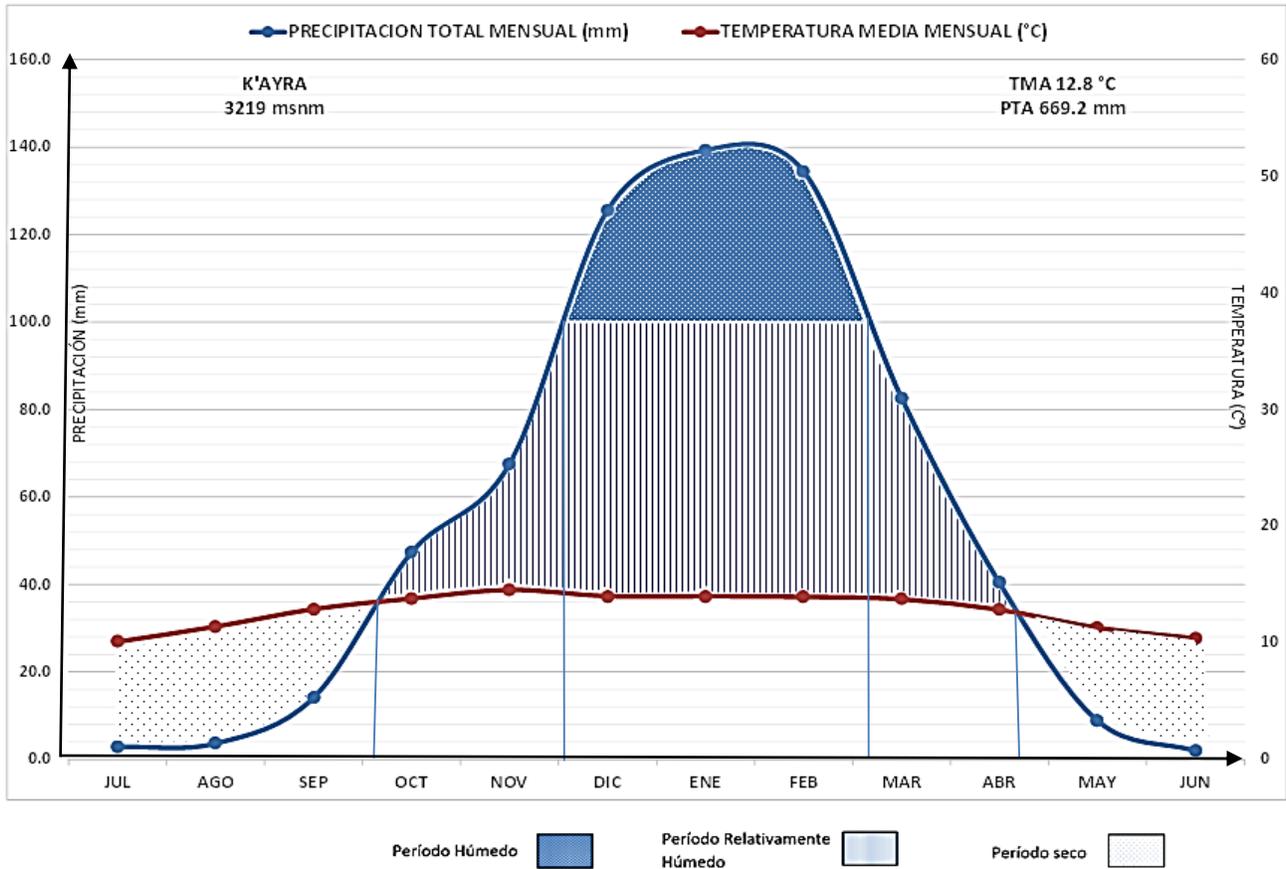


Figura 5. Climatodiagrama en base a datos meteorológicos de k'ayra, 2017.

2.3.2 Zonas de vida

Tomando en cuenta la clasificación de Zonas de vida Natural utilizada por Holdridge (1947), y el mapa de zona de vida, propuesto por la ONERN, 2015; el área de estudio, circunscrita en la cuenca de Oropesa presenta zonas de vida natural:

- Páramo muy húmedo subalpino subtropical (pmh - SaS).
- Bosque seco Montano Bajo Subtropical (bs-MBS).
- Bosque húmedo Montano Subtropical (bh-MS).

2.3.3 Cobertura Vegetal

Las características de la fisonomía y las especies de flora nativa o exótica determinan los tipos de formaciones vegetales en la cuenca.

El Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (2016), para delimitar los tipos de vegetación y uso actual, interpretó visualmente la imagen satelital Worldview II Stereo Imagen con resolución de 0.5 metros.

Para el área de estudio se logró delimitar 12 unidades de vegetación y uso actual de la tierra, las mismas que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 8. Unidades de Vegetación

Unidades de vegetación	Uso actual	% Representación
Área de cultivo con riego y agroforestería	Uso agrícola	2.24
Área de cultivo en secano	Uso agrícola	30.48
Área de ocupación rural	Uso de ocupación urbano-rural	0.52
Bofedal	Uso pecuario	0.93
Bosque de estrato bajo denso de Chachacomo	Uso forestal	0.01
Bosque de estrato medio denso de Eucalipto	Uso forestal	0.09
Laguna	Otros usos	0.02
Matorral denso inerme	Otros usos	3.13
Matorral inerme asociado con cultivo en secano	Uso agrícola	6.17
Pajonal y césped de puna	Uso pecuario	27.27
Roquedal con matorral	Otros usos	1.18
Roquedal con pajonal de puna	Otros usos	27.94
Total		100.00

Fuente: IMA, 2016.

Los tipos de vegetación de importancia para el área de interés son el Roquedal con pajonal de puna y Pajonal y césped de puna que representan el 27.94 y 27.27 % respectivamente; el potencial hidrológico de este tipo de vegetación reside en la densidad de la vegetación que actúa como

interceptor de la escorrentía y facilita la infiltración para la recarga de los acuíferos subsuperficiales y subterráneos.

- **Área de cultivo con riego y agroforestería**

Altitudinalmente se ubica desde 3 050 a 3 250 metros de altitud, en zonas con relieves llanos; estas áreas se caracterizan por ser áreas de cultivo con riego y para reducir los riesgos de erosión se asocian a plantaciones forestales que actúan como cercos vivos y protección de los taludes. (IMA, 2016).

- **Área de cultivo en seco**

Estas áreas de cultivo se ubican en las partes baja y media de la cuenca y se caracterizan por la actividad agrícola de cultivos anuales en limpio en zonas de laderas moderadamente empinadas, regadas con el agua proveniente de las lluvias.

Tabla 9. Principales Cultivos

Tipo De Cultivo	Familia	Especie	Nombre Común
Tubérculos andinos	SOLANACEAE	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa
	OXALIDACEAE	<i>Oxalis tuberosa</i>	Oca
	BASELLACEAE	<i>Ullucus tuberosus</i>	Olluco
	TROPAEOLACEAE	<i>Tropaelum tuberosum</i>	Mashua
Cereales de grano pequeño	CHENOPODIACEAE	<i>Chenopidium quinoa</i>	Quinoa
		<i>Triticum aestivum</i>	Trigo
	POACEA	<i>Avena sativa</i>	Avena
Legumbres		<i>Hordeum vulgare</i>	Cebada
		<i>Vicia faba</i>	Haba
	FABACEAE	<i>Pisum sativum</i>	Alverja
		<i>Lupinus mutabilis</i>	Tarwi

Fuente: Elaboración propia

- **Bofedal**

Altitudinalmente se ubican desde los 3 800 a 4 325 metros de altitud; en zonas con relieve llano a fuertemente inclinado y con pendientes de 0 a 15 %. Agrostológicamente, se denomina como Distichietum (17 familias), donde la especie dominante es la *Distichia muscoides*, cuya abundancia es del 40%, la especie subdominante es *Festuca rigescens*, presentándose mayormente en las partes de menor humedad. Esta asociación es el soporte de la actividad pecuaria en la zona (IMA, 2016).

- **Bosque de estrato bajo denso de Chachacomo**

La especie arbórea que predomina en este tipo de bosque es *Escallonia resinosa* (Grossulariaceae); estructuralmente se caracterizan por presentar individuos con una altura promedio de 6 metros, con DAP de 45 cm y una densidad poblacional de 525 ind. /ha.

En los bosques densos de Chachacomo ubicados en los fondos de valle y quebradas están asociados con especies arbóreas como *Duranta mandonii*, *Citharexylum herrerae*, *Citharexylum dentatum* (Verbenaceae), *Prunus serotina* (Rosaceae), *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Juglans neotropica* (Juglandaceae) (IMA, 2016).

- **Bosque de estrato medio denso de Eucalipto**

Estos macizos forestales se ubican desde las partes bajas a altas de la subcuenca, altitudinalmente se distribuyen desde los 3 050 a 3 950 metros de altitud, en zonas con relieves de ligeramente inclinado a fuertemente empinado, con pendientes de 4 a 75 %. Las especies arbóreas de origen exótico utilizadas para este fin son: *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae) y *Pinus radiata* (Pinaceae). El dosel de estos bosques tienen una altura promedio de 15 metros y un DAP de 60 cm y presentan una densidad promedio de 2 060 ind/ha. (IMA, 2016).

- **Matorral denso inerme**

Este matorral se ubica en las partes bajas, medias y altas de la sub cuenca, desde los 3100 a 4050 metros de altitud, en lugares con relieves de moderadamente inclinado a fuertemente empinado, con pendientes de 8 a 75 %.

Este tipo de vegetación se caracteriza por la predominancia de especies de estrato arbustivo (plantas leñosas de crecimiento pequeño), inerme (sin espinas), con una altura promedio de 1.5 metros y con una densidad promedio de 9 315 ind/ha. De acuerdo a las observaciones hechas en campo, esta unidad de vegetación tiene una cobertura de hasta 85% (IMA, 2016).

En cuanto a su composición florística, se ha logrado registrar un total de 15 familias y 47 especies de arbustos.

Tabla 10. Composición Florística de Matorral Denso Inerme

Familia / Especie	Familia / Especie
ASTERACEAE	SOLANACEAE
<i>Baccharis chilco</i>	<i>Lycianthes lycioides</i>
<i>Baccharis odorata</i>	<i>Solanum nitidum</i>
<i>Baccharis latifolia</i>	BERBERIDACEAE
<i>Baccharis buxifolia</i>	<i>Berberis boliviana</i>
<i>Baccharis peruviana</i>	<i>Berberis carinata</i>
<i>Ageratina cuzcoensis</i>	<i>Berberis lutea</i>
<i>Ageratina pentlandiana</i>	EPHEDRACEAE
<i>Ageratina sternbergiana</i>	<i>Ephedra americana</i>
<i>Barnadesia horrida</i>	FABACEAE
<i>Senecio rudbeckiaefolius</i>	<i>Senna birostris</i>
<i>Ambrosia arborescens</i>	EUPHORBIACEAE
<i>Gynoxys cuzcoensis</i>	<i>Acalypha aronioides</i>
<i>Gynoxys marcapatana</i>	POLEMONIACEAE
<i>Mutisia cochabambensis</i>	<i>Cantua buxifolia</i>
<i>Ambrosia arborescens</i>	<i>Cantua flexuosa</i>
<i>Aristeguietia discolor</i>	<i>Cantua candelilla</i>

<p>RUBIACEAE</p> <p><i>Arcytophyllum filiforme</i></p> <p>LAMIACEAE</p> <p><i>Minthostachys setosa</i></p> <p><i>Minthostachys spicata</i></p> <p><i>Minthostachys glabrescens</i></p> <p><i>Satureja boliviana</i></p> <p><i>Satureja brevicalyx</i></p> <p>RHAMNACEAE</p> <p><i>Colletia spinosissima</i></p> <p>BIGNONIACEAE</p> <p><i>Tecoma sambucifolia</i></p> <p>GROSSULARIACEAE</p> <p><i>Ribes bolivianum</i></p> <p><i>Ribes brachybotrys</i></p>	<p><i>Cantua alutacea</i></p> <p>POLYGALACEAE</p> <p><i>Monnina salicifolia</i></p> <p><i>Monnina pachycoma</i></p> <p>ROSACEAE</p> <p><i>Kageneckia lanceolata</i></p> <p><i>Rosa rubiginosa</i></p> <p>SCROPHULARIACEAE</p> <p><i>Calceolaria aurea</i></p> <p><i>Calceolaria engleriana</i></p> <p><i>Calceolaria myriophylla</i></p> <p><i>Calceolaria tripartita</i></p>
---	--

Fuente: información de campo (IMA, 2016); Guamán Poma de Ayala, 2004.

Estos matorrales inermes están asociados con especies arbóreas de tamaño pequeño. Los que están distribuidos en forma dispersa, sobre todo en las quebradas y fondos de valle, las especies arbóreas son: *Duranta mandonii*, *Citharexylum herrerae*, *Citharexylum dentatum* (Verbenaceae), *Prunus serotina* (Rosaceae), *Escallonia resinosa*, *Escallonia myrtilloides* (Grossulariaceae).

- **Matorral inerme asociado con cultivo en secano**

Los matorrales inerme asociado con cultivo en secano representa el 10 % de la superficie total de la sub cuenca. Este tipo de vegetación se halla ubicada en la parte media - baja de la sub cuenca, en zonas con relieves de moderadamente inclinado a fuertemente empinado, con pendientes de 8 a 75%. Altitudinalmente se distribuye desde los 3 175 a 4 050 metros de altitud, en un clima sub húmedo semifrío a frío con deficientes lluvias en invierno.

Las especies de estrato arbustivo que predominan en esta unidad de vegetación se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 11. Composición Florística de Matorral inerme asociado con cultivo en secano

Familia / Especie	Familia / Especie
ASTERACEAE	BERBERIDACEAE
<i>Baccharis chilco</i>	<i>Berberis carinata</i>
<i>Baccharis odorata</i>	LAMIACEAE
<i>Baccharis latifolia</i>	<i>Minthostachys setosa</i>
<i>Baccharis buxifolia</i>	<i>Satureja boliviana</i>
<i>Baccharis peruviana</i>	SOLANACEAE
<i>Ageratina sternbergiana</i>	<i>Lycianthes lycioides</i>
<i>Barnadesia horrida</i>	SCROPHULARIACEAE
<i>Ambrosia arborescens</i>	<i>Calceolaria engleriana</i>
FABACEAE	RHAMNACEAE
<i>Senna birostris</i>	<i>Colletia spinosissima</i>

Fuente: información de campo (IMA, 2016); Guamán Poma de Ayala, 2004.

- Pajonal y césped de puna

Este tipo de vegetación se halla ubicado en las partes altas de la cuenca, en zonas con relieves inclinados a fuertemente empinados, con pendientes que van de 8 a 60 %. Se distribuye desde los 3 500 a 4 300 metros de altitud y se caracteriza por la presencia de un tipo de vegetación herbácea, predominado por una diversidad de pastos o gramíneas, los mismos que tienen una apariencia de manojos de una altura promedio de 40 cm (pajonal); en el caso del césped, éstos tienen una altura promedio de 5 cm. Se estima una cobertura del 95% de pajonales y césped de puna en buen estado de conservación, mientras que para las zonas sobrepastoreadas se estima una cobertura de 60% a 70%, estos valores se estimaron en base a las observaciones directas hechas en campo (IMA, 2016).

De acuerdo a los inventarios florísticos y a la revisión de información secundaria se han registrado un total de 26 familias y 74 especies, de éstas, la familia de mayor importancia por el número de especies es la POACEAE, seguida de la ASTERACEAE.

Tabla 12. Composición Florística de Pajonal y Césped de Puna

Familia / Especie	Familia / Especie
POACEAE	ASTERACEAE
<i>Aciachne pulvinata</i>	<i>Achyrocline alata</i>
<i>Agrostis perennans</i>	<i>Baccharis caespitosa</i>
<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Baccharis chilco</i>
<i>Bromus catharticus</i>	<i>Bidens andicola</i>
<i>Bromus lanatus</i>	<i>Paranephelius uniflorus</i>
<i>Calamagrostis amoena</i>	<i>Gamochaeta purpurea</i>
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	<i>Gnaphalium dombeyanum</i>
<i>Calamagrostis minima</i>	<i>Hieracium neoherrererae</i>
<i>Calamagrostis ovata</i>	<i>Hypochaeris echegarayi</i>
<i>Dissanthelium peruvianum</i>	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>
<i>Distichlis humilis</i>	<i>Perezia coerulescens</i>
<i>Eragrostis pastoensis</i>	<i>Perezia pygmaea</i>
<i>Festuca dolichophylla</i>	<i>Senecio nutans</i>
<i>Festuca breviaristata</i>	<i>Senecio spinosus</i>
<i>Festuca rigescens</i>	<i>Werneria pygmaea</i>
<i>Festuca rigidifolia</i>	<i>Werneria villosa</i>
<i>Hordeum muticum</i>	IRIDACEAE
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	<i>Olsynium junceum</i>
<i>Nassella mexicana</i>	MALVACEAE
<i>Paspalum pygmaeum</i>	<i>Acaulimalva engleriana</i>
<i>Poa annua</i>	RANUNCULACEAE
<i>Poa horridula</i>	<i>Oreithales integrifolia</i>
<i>Stipa ichu</i>	<i>Astragalus garbancillo</i>
FABACEAE	<i>Lupinus aridulus</i>
<i>Stipa obtusa</i>	VALERIANACEAE
<i>Vulpia megalura</i>	<i>Valeriana decusata</i>
CACTACEAE	URTICACEAE
<i>Opuntia floccosa</i>	<i>Urtica magellanica</i>
BROMELIACEAE	VIOLACEAE
<i>Puya herrerae</i>	<i>Viola pygmaea</i>
ALSTROEMERiaceae	OXALIDACEAE
<i>Bomarea dulcis</i>	<i>Oxalis nubigena</i>

Familia / Especie	Familia / Especie
SCROPHULARIACEAE	ORCHIDACEAE
<i>Castilleja pumila</i>	<i>Aa mathewsii</i>
<i>Bartsia bartsioides</i>	PLANTAGINACEAE
CARYOPHYLLACEAE	<i>Plantago tubulosa</i>
<i>Arenaria lanuginosa</i>	GERANIACEAE
<i>Cerastium triviale</i>	<i>Geranium filipes</i>
<i>Pycnophyllum molle</i>	JUNCACEAE
GENTIANACEAE	<i>Luzula racemosa</i>
<i>Gentiana sedifolia</i>	CYPERACEAE
<i>Gentianella dolichopoda</i>	<i>Scirpus rigidus</i>
<i>Halenia caespitosa</i>	LAMIACEAE
<i>Halenia spatulata</i>	<i>Lepechinia meyenii</i>
APIACEAE	POLYGONACEAE
<i>Azorella biloba</i>	<i>Muehlenbeckia volcanica</i>
<i>Eryngium weberbaueri</i>	BUDDLEJACEAE
ROSACEAE	<i>Buddleja coriacea</i>
<i>Lachemilla pinnata</i>	
<i>Margyricarpus pinnatus</i>	

Fuente: Información de campo; IMA, 2016; Guamán Poma de Ayala, 2004.

Esta asociación, ocupa generalmente laderas con pendientes moderadas a empinadas, el escaso manto protector que desarrolla, más la pendiente y el excesivo pastoreo, hacen que la pérdida de suelos por erosión hídrica sea alta.

- **Roquedal con matorral**

Esta unidad de vegetación representa el 0.97 % de la superficie total de la cuenca. Esta unidad de vegetación se caracteriza por la predominancia de afloramientos rocosos, en donde se ha desarrollado un tipo de vegetación arbustiva y herbácea, las familias y especies más importantes están descritas en la siguiente tabla:

Tabla 13. Composición Florística de Roquedal con Matorral

Familia / Especie	Familia / Especie
ASTERACEAE	SOLANACEAE
<i>Achyrocline alata</i>	<i>Solanum acaule</i>
<i>Baccharis caespitosa</i>	<i>Salpichroa hirsuta</i>
<i>Baccharis odorata</i>	PTERYDOPHYTA
<i>Senecio rudbeckiaefolius</i>	<i>Polystichum polyphyllum</i>
<i>Gamochaeta americana</i>	<i>Adiantum poeretii</i>
SCROPHULARIACEAE	<i>Jamesonia goudotii</i>
<i>Bartsia bartsioides</i>	LOASACEAE
GENTIANACEAE	<i>Caiophora contorta</i>
<i>Gentianella dolichopoda</i>	POLYGONACEAE
BROMELIACEAE	<i>Muehlenbeckia volcanica</i>
<i>Puya longistyla</i>	CARYOPHYLLACEAE
ALSTROEMERIACEAE	<i>Arenaria lanuginosa</i>
<i>Bomarea dulcis</i>	<i>Pycnophyllum molle</i>
OXALIDACEAE	ORCHIDACEAE
<i>Oxalis nubigena</i>	<i>Aa mathewsii</i>

Fuente: Información de campo; IMA, 2016; Guamán Poma de Ayala, 2004.

- **Roquedal con pajonal de puna**

Esta unidad de vegetación se caracteriza por la presencia de afloramientos rocosos en altitudes que van desde los 3 850 a 4 825 metros de altitud y en zonas con un relieve empinado a escarpado, con pendientes de 50 a más de 75 %. Por las condiciones fisiográficas y climáticas favorecen el desarrollo de una vegetación del tipo de pajonales, predominado por *Stipa ichu*, *Festuca dolichophylla*, *Festuca rigescens*, *Andropogon lehmanni* (Poaceae), *Ourisia chamaedrifolia* (Scrophulariaceae), *Fuchsia apetala* (Onagraceae), *Puya herrerae* (Bromeliaceae), *Muehlenbeckia volcanica* (Polygonaceae).

2.3.4 Fauna

La parte alta de la cuenca de Oropesa, presenta pajonales mezclados con campos de cultivo con pequeños parches o bosquecillos de Queñas, donde no ha sido posible establecer campos de cultivo y que hace posible la presencia de aves como *Xenodacnis parina* y *Grallaria andicola*, también se avistaron especies endémicas de la región (*Oreonympha nobilis*, *Poospiza caesar* y *Asthenes ottonis*), presentes en gran número.

La zona media de la cuenca presenta plantaciones de Eucalipto con un régimen de extracción forestal en donde se observó al picaflor endémico (*Oreonympha nobilis*), también el picaflor gigante (*Patagona gigas*) y otras aves comunes como el pichinco (*Zonotrichia capensis*) y el come semilla (*Phrygilus plebejus*). Existen también extensiones compactas y fragmentadas de T´asta (*Escallonia myrtilloides*) y Huayruro (*Citharexylum argutidentatum*), que posibilitan la presencia de especies como *Cranioleuca albicapilla* y *Phacellodomus striaticeps*, que anidan preferentemente en este tipo de bosques, mientras que en las amplias extensiones de pajonales se observó a *Catanemia analis*, *Cardeulis atrata*, *Anthus bogotensis*.

Entre otras especies comunes que se registró están: *Turdus chiguanco*, *Diglossa brunneiventris* y *Metallura tyrianthina*. (Información de campo con base en Guamán Poma, 2009).

Tabla 14. Aves registradas

Familia	Especie	Nombre Común
Grallariidae	<i>Grallaria andicola</i>	Tororoi andino
Fringilidae	<i>Carduelis atrata</i>	Jilguero negro
Motacilidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Cachirla andina
Thraupidae	<i>Xenodacnis parina</i>	Azulito altoandino
Thraupidae	<i>Poospiza caesar</i>	Monterita pechicastaña
Thraupidae	<i>Catanemia homochroa</i>	Semillero
Thraupidae	<i>Phrygilus plebejus</i>	Come semillas
Thraupidae	<i>Diglossa brunneiventris</i>	-
Furnariidae	<i>Cranioleuca albicapilla</i>	Ave crestada

Furnariidae	<i>Phacellodomus striaticeps</i>	Espinero de frente rayada
Furnariidae	<i>Asthenes ottonis</i>	Canastero
Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante
Trochilidae	<i>Oreonympha nobilis</i>	Picaflor endémico
Trochilidae	<i>Metallura tyrianthina</i>	Picaflor verde
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión andino
Turdidae	<i>Turdus chiguanco</i>	Chiguanco

Fuente: Información de campo con base en Guamán Poma, 2009.

Tabla 15. Mamíferos registrados

Familia	Especie	Nombre Común
Cricetidae	<i>Phyllotis amicus</i>	Ratón de campo
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
Mephitidae	<i>Conepatus rex</i>	Zorrino andino
Didelphidae	<i>Didelphis azarae</i>	Raposa

Fuente: Información de campo con base en Guamán Poma, 2009.

2.3.5 Suelo

Los suelos de la cuenca de Oropesa son arcillosos de baja plasticidad y suelos gravosos, con topografías de laderas inclinadas hacia el sistema hidrográfico principal del río Huatanay, con cotas topográficas que van de 3,000 a 3,900 msnm. Además se presentan superficies topográficas colinosas y laderas de pendientes medias y altas. (Guamán Poma, 2009).

Las características edafológicas de la cuenca muestran gran variabilidad debido a las condiciones climáticas y topográficas, las unidades homogéneas de suelos se muestran cartográficamente en el mapa de serie de suelos de la cuenca. (Anexo VII, Mapa 7).

Tabla 16. Serie de Suelos e infiltración

Serie de suelos	Infiltración	Velocidad infiltración cm/h	Permeabilidad	% Representación
Afloramiento Rocoso	SD*	SD*	SD*	14.54
Miscelaneo-Cuyo	Muy Rápida	26	Moderada	16.17
Langui-Miscelaneo	Rápida	24	Moderada	69.29

*Fuente: IMA, 2016 con base en ONERN, 1984. SD: Sin determinar**

a) Capacidad de Uso Mayor del Suelo

Según el Reglamento de clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, DS N° 017-2009-AG (SENACE, 2009); los suelos de la cuenca de Oropesa, se clasifica de la siguiente forma:

Tabla 17. Clasificación según la Capacidad de Uso Mayor de Suelos

Clasificación	Símbolo	Área (ha)	% Representación
Suelos para cultivos en limpio de calidad agrológica media con limitaciones por suelo, erosión y clima.	A2(sec)	65.21	11.67
Suelos para cultivos en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, erosión y clima asociado a Pastizal de calidad media con limitaciones de suelo, erosión y clima.	A3(sec) - P2(sec)	1.42	0.25
Pastoreo de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo, erosión y clima asociado a protección con limitaciones de suelo y erosión.	P3(sec) - X(se)	119.09	21.32
Suelos de protección con limitaciones de suelos y erosión.	X(se)	236.79	42.38
Suelos de protección con limitaciones de suelo y erosión asociado a suelo Forestal de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo, erosión y clima.	X(se) - F3(sec)	71.47	12.8
Suelos de protección con limitaciones de suelo y erosión asociado a Pastizal de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo, erosión y clima.	X(se) - P3(sec)	64.7	11.58
	TOTAL	558.68	100 %

Fuente: Elaboración propia con Macrozonificación de la Región Cusco, IMA.

i. Suelos Aptos Para Cultivo Limpio (A)

Suelos de calidad agrológica media, con muy pocas limitaciones que restringen el uso y sin problemas de manejabilidad, de excelente productividad bajo un manejo acertado y de regular fertilidad natural.

ii. Suelos para cultivos en limpio de calidad agrológica media con limitaciones por suelo, erosión y clima. (A2sec)

Suelos moderadamente profundos de textura media a moderadamente fina, drenaje natural bueno a moderado, con limitaciones por el factor edáfico además de una fertilidad natural de baja a media

con contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio; con relieve medio debido al grado de pendiente. Representa un área de 65.21 ha equivalente a un 11.67 % del total del territorio en estudio.

iii. Suelos para Cultivos en Limpio de Calidad Agrológica Baja con Limitaciones por Suelo, Erosión y Clima (A3sec) asociado a Pastizal de calidad media con limitaciones de suelo, erosión y clima.

Estos suelos comprenden una calidad agrológica baja, donde los suelos son moderadamente profundos, textura fina a media, con reacción fuertemente ácida a neutra, drenaje natural bueno a moderado y fertilidad baja. Sus limitaciones están referidas principalmente a factores topográficos, edáficos y climáticos. Presenta un área de 1.42 ha que equivale al 0.25 % del total de la zona en estudio.

iv. Suelos Aptos Para Pastos (P)

Suelos aptos para pastos, que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para el cultivo en limpio o permanente, permite su uso continuado o temporal para el pastoreo, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso.

v. Pastoreo calidad agrológica baja con limitaciones de suelo, erosión y clima asociado a protección con limitaciones de suelo y erosión. (P3sec –Xse).

Fisiográficamente ocupa paisajes de fuerte pendiente como las vertientes de montaña empinada y muy empinada aunque algunas tierras se encuentran en paisajes moderadamente empinados como las altiplanicies allanadas y pies de montañas. Los suelos son superficiales, textura media, pH ácido, fertilidad baja (nitrógeno, fósforo y potasio) con presencia de materia orgánica, además de presentar abundantes afloramientos rocosos. Se distribuyen bajo condiciones climáticas regidas

por temperaturas bajas a lo largo del año. Actualmente en estos suelos se practica el pastoreo. Presenta un área de 119.09 ha que equivalen al 21.32 % del total del territorio en estudio.

vi. Suelos de protección (X)

Están constituidos por aquellos suelos que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos, pastos o producción forestal, incluye este grupo: picos, pantanos, cauces de ríos, población urbana entre otros.

vii. Suelos de Protección con limitaciones por suelos y erosión (Xse)

Representa un área de 236.79 ha que equivale al 42.38 % del total del territorio en estudio.

viii. Suelos de Protección con limitaciones de suelo y erosión asociado a suelo Forestal de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo, erosión y clima (Xse-F3sec).

Son suelos que no reúnen condiciones ecológicas requeridas para implementación de cultivo o pastoreo pero que permite la producción de madera y otros productos forestales con adecuado manejo técnico. Representa un área de 64.7 ha que equivale al 11.58 % del total del territorio en estudio. (Anexo VII, Mapa 5).

b) Uso actual de suelo

El desarrollo de la actividad agrícola en el distrito de Oropesa es muy variado debido a la diversidad de pisos ecológicos que en ella se encuentran. El Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (2007), determina que el uso actual de suelos en la cuenca de Oropesa para uso agrícola es de 1686.1 hectáreas de cultivo en ladera y 913.9 hectáreas de cultivo en piso de valle, entre los cuales se tiene cultivos de gramíneas (maíz, cebada, trigo, avena, ray grass), tubérculo (papa nativas e híbridas), leguminosas (habas, arvejas, frijol, alfalfa, trébol Blanco, trébol rojo) y hortalizas (cebolla, repollo, zanahoria, lechuga, betarraga, acelga, orégano, rabanitos, zapallo, calabaza).

Los pastizales conforman la unidad más extensa del área de estudio con una disponibilidad de 170.57 ha por tipo de asociación vegetal: Ichal pacu pacu (*Stipa ichu - Achiacne pulvinata*) e Ichal llamaichu (*Stipa ichu - Calamagostis vicunarum*). También son característicos los bofedales en la parte alta de la cuenca a los pies del Pachatusan, zonas húmedas que siempre permanecen verdes y alberga una vegetación especial.

La superficie de suelos forestales es de 71.47 ha, en las cuales se encuentran principalmente el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Pino (*Pinus radiata* y *P. patula*) y Ciprés (*Cupresus funebres*) y en pequeña escala por especies nativas como el Q'olle (*Buddleja coriácea*), Queuña (*Polylepis sp.*) y Chachacomo (*Escallonia resinosa*). IMA, 2007.

2.3.6 Geología de Suelo

La geología es un aspecto importante para las interpretaciones, tratamiento y estabilización de peligros geodinámicos, conociendo el modo en que se encuentran distribuidos los paquetes de estratos rocosos y la génesis, se puede predecir muchos escenarios a futuro, lo que puede determinar la capacidad de almacenamiento de los recursos hídricos llamados acuíferos.

El área de estudio muestra afloramientos de rocas cuyas edades van desde el Paleozoico superior hasta el Cuaternario. La presencia del Grupo Mitu constituye el acuífero fisurado principal del área.

- **Grupo Mitu (Permo-Triásico).** Conformado por rocas volcánicas intercaladas con algunos niveles de areniscas. Aflora ampliamente al este de la quebrada Atoqwachana, donde infrayace a los conglomerados de la formación Huambutio y en la parte inferior está compuesta por una secuencia de rocas volcánicas de composición basáltica, espilitas, andesitas y brechas volcánicas.

- **Formación Huambutio (Kimmeridgiano - Berriasiano).** Sobreyace al grupo Mitu aflorando encima de la boca de la galería y al oeste de las quebradas Tayancayoc y Atoqwachana.

Los conglomerados presentan una matriz arcillosa, por lo que en conjunto es considerado como un acuitardo, sin embargo, la parte terminal de la formación compuesta por lutitas y limolitas, se comportan como acuífugo.

- **Formación Huancané (Neocomiano).** Esta unidad aflora en la parte alta de la galería, donde sobreyace a la parte superior de la Formación Huambutío; litológicamente constituida por areniscas conglomeradas en la base y por areniscas cuarzosas en la parte superior.

Las rocas de esta unidad se caracterizan por poseer una alta porosidad primaria y secundaria, constituyendo también un acuífero pero de menor importancia por su espesor.

- **Grupo Yuncaypata (Albiano-Maestrichtiano).** Aflora en la parte sur de la galería y a lo largo de la quebrada Quincemilniyoq, considerada como acuífugo. Se caracteriza por presentar lutitas multicolores, bloques de calizas y presencia de abundante yeso. (Anexo VII, Mapa 6). (Guamán Poma, 2004).

PENDIENTE

La pendiente es un factor importante para la prestación del servicio ecosistémico de regulación hídrica, pues lugares de excesiva pendiente facilitan el escurrimiento superficial y limitan la infiltración, mientras que zonas planas permiten el almacenamiento de agua.

La pendiente es una forma de medir el grado de inclinación del terreno, es decir, a mayor inclinación mayor valor de pendiente. Se mide calculando la tangente de la superficie mientras que esta se calcula dividiendo el cambio vertical en altitud entre la distancia horizontal.

Normalmente la pendiente se expresa en planimetría como un porcentaje de pendiente que equivale al valor de la tangente (pendiente) multiplicado por 100.

$$\text{Porcentaje de Pendiente} = \text{Altura} / \text{Base} * 100$$

Tabla 18: Pendiente

Descripción	Pendiente %	Representación %
Escarpado	75%	1.76
Moderadamente empinado	15-25 %	30.18
Empinado	25-50 %	52.55
Fuertemente empinado	50-75 %	15.51
Total		100.00

Fuente: DEM, IMA, 2016.

De acuerdo a los análisis de pendiente, el área de estudio, tiene un paisaje empinado (52.55 %), con pendientes que varían entre 25 a 50 %, seguido de un moderadamente empinado (23.49 %).

2.3.7 Hidrogeología

Las aguas subterráneas se encuentran ligadas a las condiciones geomorfológicas, la naturaleza de la roca y las condiciones litológicas de las formaciones geológicas de la cuenca de Oropesa.

Grupo Yuncaypata

Este grupo se ubica al sur de la cuenca y constituye el estrato limitante para el almacenamiento de las aguas subterráneas en Oropesa. El espesor del substrato impermeable es de aproximadamente 200 metros, compuesto por lutitas esquistosas, limolitas, y brechas en bloques aislados de calizas y yeso, delimita el acuífero en su parte sur y sureste de la falla de Oropesa.

Esta unidad estratigráfica, dentro del contexto de la cuenca hidrogeológica de Piuray y el resto del acuífero del norte de la ciudad del Cusco, constituye la estructura hidrogeológica más importante, comportándose como una pantalla impermeable, catalogado como acuífugo. (Guamán Poma, 2004) (Anexo VII, Mapa 8).

2.3.8 Hidrología

La presencia del suministro constante de agua está relacionada a la presencia de manantiales que generan zonas hidromórficas conocidas como bofedales que alimentan las pequeñas quebradas que confluyen para formar el cauce de la quebrada principal.

El caudal promedio anual estimado en el punto de interés del estudio es de 75 l/s, donde el mayor caudal se da entre noviembre a marzo producto de las fuertes precipitaciones y el resto del año el caudal es mantenido por las descargas de los manantiales y agua contenida en los bofedales.

a) Manantes de la cuenca de Oropesa

Actualmente se tienen cuatro puntos importantes de fuentes de agua provenientes de reservorio volcánico, con un sistema de fracturamiento y fisuramiento noreste-suroeste que trabajan como colectores de los flujos de las aguas subterráneas. El manante de Atoqwachana I y II,

Quincemilniyoq y Galerías filtrantes provisionan del recurso hídrico a la galería filtrante, mientras que el manante de Yanahuaylla es utilizado por la población asentada en el anexo de Pucará en la parte alta de la cuenca de Oropesa. Estas fuentes de agua, exceptuando el manante de Yanahuaylla, actualmente, se encuentran captadas para consumo humano (Municipalidad de Oropesa, 2012).

Tabla 19. Ubicación de Manantes

Detalle	Ubicación Coordenadas UTM WGS-84		Altitud (m s.n.m.)
	ESTE	NORTE	
Yanahuaylla, Pucará	201 627	8° 499,052	3 905
Atoqwachana I	201 823	8° 498,696	3 808
Atoqwachana II	201 856	8° 498,643	3 602
Quincemilniyoq	201 803	8° 498,358	3 741
Galerías filtrantes	201 715	8° 498,007	3 595

Fuente: Elaboración propia en base a Municipalidad de Oropesa, 2012

b) Tipos de Acuíferos

Los acuíferos presentes en la cuenca se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 20. Acuíferos de la cuenca

Unidad de acuífero	Tipo	Representación %
Acuícludos	Acuíferos	3.46
Acuífero Hidromórficos	Acuíferos	1.52
Acuífero Sub superficial en suelos	Acuíferos	3.52
Acuíferos Huancane	Acuíferos	12.42
Acuíferos Pachatusan	Acuíferos	59.31
Acuitardo fluvio-glaciar	Acuitardos	18.39
Acuitardos	Acuíferos	1.26
Acuitardos Pisac	Acuitardos	0.13
		100.00

Fuente: IMA, 2016 con base en INGEMMET.

2.3.9 Peligros

A partir de las observaciones de campo, revisión de estudios especializados y haciendo uso de información desarrollada por INGEMMET, Instituto Geofísico del Perú, INDECI, SENAMHI; IMA, 2016 identificó los siguientes peligros:

Tabla 21. Identificación de Peligros

DETERMINACIÓN DE PELIGROS ESPECÍFICOS											
Peligro	Si	No	Frecuencia (a)				Severidad (b)				Resultado (c) = (a)*(b)
			B	M	A	S.I	B	M	A	S.I	
Sismos	X		1					2			2
Friaje/Nevadas	X		1					2			2
Heladas	X				3			2			6
Sequías	X			2			1				2
Granizadas	X			2			1				2
Inundaciones	X			2				2			4
Ventarrones		X									0
Lluvia intensa	X			2				2			4
Caída de rocas	X		1				1				1
Derrumbe	X			2			1				2
Erosión fluvial y socavamiento	X			2				2			4
Fallas activas	X		1					2			2
Caída de rayos		X									0
Alud		X									0
Huaycos	X				3			2			6
Deslizamientos	X				3				3		9
Sobre pastoreo	X				3		1				3
Contaminación del río	X				3				3		9
PROMEDIO										3.22	

Fuente: IMA, 2016.

Para definir el grado de Frecuencia (a) y Severidad (b), utilizar la siguiente escala: B = Bajo: 1; M = Medio: 2; A =

Alto: 3; S.I. = Sin información: 4

2.4 DEMOGRAFÍA

La población censada para el 2017, muestra un total de 9 444 habitantes para el distrito de Oropesa con una población urbana de 8 510 habitantes y una población rural de 934 habitantes distribuidos en los centros poblados: Pinagua, Choquepata y anexos: Patacancha, Patabamba, Cacllapata y Pucará (INEI, 2017).

2.4.1 Índice De Desarrollo Humano (IDH)

En el informe sobre desarrollo en el Perú PNUD 2007, considera que el distrito de Oropesa presenta un IDH de 0,58 que corresponde a países de desarrollo humano medio.

2.4.2 Población Económicamente Activa (PEA)

Según resultados del censo del INEI 2017, se ha incrementado la población en edad de trabajar (PET) de 63.7% (2007) a 69.3%. Las principales actividades productivas en las que se desarrolla la PEA del distrito de Oropesa vienen a ser el comercio, especialmente el de panadería siendo la actividad más representativa en la provincia de Quispicanchi, con un 47.18%.

2.4.3 Actividades Productivas de Oropesa

La PEA del poblado de Oropesa, se dedica principalmente a la actividad agrícola, con carácter de auto sostenibilidad, caracterizada por un modelo de economía campesina en el 79%, pequeña agricultura en un 18% y de agricultura empresarial en un 3%. El 60% de la PEA es agropecuaria, condición que califica al distrito como de alta ruralidad; por otro lado, la actividad pecuaria se manifiesta mediante la crianza de ganado vacuno. Según información de la dirección Regional de Agricultura, 2011, señala que la actividad pecuaria del distrito se caracteriza por la crianza de animales menores, principalmente de cuyes (57%), gallinas (16°), vacuno (11.7%), ovino (11.3%) y otros (4%). La panadería es una de las actividades con mayor relevancia del distrito, con un

enfoque en su producción y comercialización hacia la ciudad de Cusco, llegando incluso a Arequipa y Puno. (INEI, 2017).

2.5 SERVICIOS

2.5.1 Educación

- **Analfabetismo.** Las condiciones de analfabetismo del distrito de Oropesa, muestra que de un total de 4 049 habitantes; saben leer y escribir 2 257 personas (87.07%) y 692 no saben leer ni escribir (12.93%). La tasa de analfabetismo es del 10.8% siendo notoriamente más alta en la parte rural con un 24.1% en comparación con la urbana que es de 9.3%. (INEI, 2017).

Tabla 22. Nivel de educación

Último nivel de estudio que aprobó	Casos	%
Sin Nivel	650	7.28%
Inicial	540	6.05%
Primaria	2 318	25.97%
Secundaria	3 536	39.62%
Básica especial	7	0.08%
Superior no universitaria incompleta	342	3.83%
Superior no universitaria completa	439	4.92%
Superior universitaria incompleta	506	5.67%
Superior universitaria completa	555	6.22%
Maestría / Doctorado	32	0.36%
Total	8 925	100.00%

Fuente: INEI, 2017.

2.5.2 Salud

- **Desnutrición.** Según el informe de la Municipalidad de Oropesa (2018), el distrito de Oropesa, se encuentra en el quintil 2 de extrema pobreza identificado por el tema de necesidades básicas.

Tabla 23. Desnutrición

2005			2006			2007		
Desnutrición Crónica			Desnutrición Crónica			Desnutrición Crónica		
Nº Evaluaciones	Nº	%	Nº Evaluaciones	Nº	%	Nº evaluaciones	Nº	%
186	35	18.8	589	113	19.2	940	206	21.9

Fuente: Municipalidad de Oropesa, 2018.

2.5.3 Saneamiento básico

- **Agua.** El 92.07% de las viviendas del distrito cuenta con agua potable, mientras que el 7.93% de las viviendas carecen de agua potable.

Tabla 24. Abastecimiento de Agua

Tipo de abastecimiento de agua	Urbano	Rural	Total	% 2007	% 2017
Red Pública dentro de la vivienda (Agua potable)	1086	58	1144	74.67%	79.9%
Red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación (Agua Potable)	156	25	181	11.81%	5.31%
Pilón de uso público (Agua Potable)	38	37	75	4.9%	6.86%
Camión Cisterna u otro	0	0	0	0%	1.12%
Pozo (agua subterránea)	6	21	27	1.76%	4.14%
Río, acequia, manantial	27	12	39	2.55%	1.34%
Vecino	51	4	55	3.59%	1.04%
Otro	11	0	11	0.72%	0.3%

Fuente: INEI, 2017.

Los parámetros de calidad de agua para consumo humano son monitoreados por la DIRESA, tomando muestras periódicamente en los reservorios y en puntos domiciliarios, mientras que el mantenimiento y la limpieza de los reservorios de agua están a cargo de la oficina municipal de Saneamiento básico (OMSABA).

Tabla 25. Pago por el Servicio de Agua

A qué empresa o entidad se paga por el servicio de agua	Casos	%
Municipalidad	1 469	71.21%
Organización comunal	558	27.05%
Camión cisterna (pago directo)	26	1.26%
Vecino	10	0.48%
Total	2 063	100.00%

Fuente: INEI, 2017.

- **Desagüe.** Según el INEI 2017, en el distrito de Oropesa el 55.68% de la población cuenta con red pública de desagüe, administrado directamente por la municipalidad o en su defecto por las comunidades campesinas, el 4.7% cuentan con pozos sépticos o letrinas y el 37.47% no cuenta con ningún tipo de sistema de eliminación de excretas, mientras que el 2.15 elimina sus desagües directamente al cauce del río Huatanay; siendo su servicio y mantenimiento deficiente.

Tabla 26. Red Pública de Desagüe

Servicio higiénico conectado a:	Urbano	Rural	Total	%
Red pública de desagüe (dentro de vivienda)	749	3	752	49.09%
Red pública de desagüe (fuera de la vivienda pero dentro de edificación)	101	0	101	6.59%
Pozo séptico	23	7	30	1.96%
Pozo ciego o negro/letrina	28	14	42	2.74%
Río, acequia o canal	28	5	33	2.15%
No tiene	446	128	574	37.47%

Fuente: INEI, 2017.

2.6 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

La red de abastecimiento de agua potable en el distrito de Oropesa, es un conjunto de sistemas que van desde la captación del recurso hídrico por parte de la galería filtrante de Atoqwachana a las 1 242 viviendas que reciben agua potable en el interior de sus viviendas dentro del área de estudio del centro poblado de Oropesa. El área de estudio (margen izquierda) cuenta con 664 viviendas que son los mayores beneficiarios de esta agua, mientras que la margen derecha con 778

viviendas aproximadamente, padece de restricciones de agua más prolongadas, a pesar de que actualmente los caudales son abundantes (Municipalidad de Oropesa, 2012).

2.6.1 Sistemas de captación

Según la Municipalidad de Oropesa, 2012 se tiene las siguientes captaciones:

- Captación Yanahuaylla, anexo Pucará.

El anexo de Pucará es la principal zona de infiltración de agua y de donde aflora el primer manante llamado Yanahuaylla. El anexo Pucará cuenta con 10 familias que cuentan con terrenos propios que aún mantienen vegetación nativa (matorrales) de la zona, los cuales son los únicos usuarios de esta captación.

- Captación Atoqwachana

Atoqwachana 1. Esta captación cuenta con la oferta de dos fuentes de manante que se reúnen en la captación Atoqwachana 1, construida en base a concreto en mal estado de conservación, mientras que el compartimiento sellado donde se ubican los filtros, se encuentra en buen estado de conservación al igual que las tuberías de ingreso a la cámara húmeda.

Atoqwachana 2. Captación de concreto y tubería cribada en mal estado de conservación.

- Captación Quincemilniyoq. Construida con base de concreto, el agua sale por las grietas de afloramiento rocoso.

- Captación de galería filtrante Atoqhuachana. La galería filtrante Oropesa se proyecta tomando una dirección noreste, con el objetivo de alcanzar el acuífero fisurado situado al este, por lo cual pasa una zona impermeable, que corresponde al sistema de fallas noreste-suroeste. La boca de la galería filtrante está determinada por las coordenadas U.T.M.: 19L 71° 45' 20" Longitud Oeste, 13° 34' 2.93" Latitud Sur, a una altura de 3 595 m s.n.m. Construida el año 1999 y mejorada el año 2014, en base a una excavación profunda de 320 metros que ingresa al cerro.

La sección del túnel es de forma rectangular con paredes de mampostería de piedra y techo de rollizo de eucalipto deteriorado (Guamán Poma, 2009). Frecuentemente hay derrumbes a lo largo de la galería, actualmente existe uno a 20 metros de la entrada.

2.6.2 Líneas de conducción

La línea de conducción que provee de agua a la población de Oropesa está provista de tubería SAP de diámetro 4 pulgadas, instalada en la margen izquierda de la quebrada Unuhuaycco de terreno inestable que produce deslizamientos constantes (Municipalidad de Oropesa, 2012).

2.6.3 Sistema de abastecimiento

Según la Municipalidad de Oropesa (2012), se cuenta con dos reservorios que almacenan el agua captada por la galería filtrante de Atoqwachana que posteriormente será distribuida al centro poblado de Oropesa.

- **El reservorio Umacalle.** Ubicado en la parte alta del distrito de Oropesa, posee una estructura circular con capacidad de 280m^3 en estado de conservación regular, cuenta con más de 15 años de antigüedad.
- **El reservorio San Martín.** Ubicado en la parte baja del centro poblado de Oropesa, posee una estructura de concreto armado de forma rectangular, con una capacidad de 230m^3 , en mal estado de conservación debido a sus más de 30 años de funcionamiento. El sistema de cloración es por goteo a responsabilidad de los jefes de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS).

2.7 JUNTAS ADMINISTRADORAS DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS)

Se considera JASS a la organización comunal que se encarga de manera exclusiva, de la prestación de servicios en uno o más centros poblados de ámbito rural (no más de 2 mil habitantes). Para la administración la JASS puede o no ser propietaria de la infraestructura de saneamiento las cuales tienen como finalidad cubrir las necesidades colectivas de salubridad (Municipalidad de Oropesa, 2018).

Tabla 27. Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento

Nombre De JASS	Condición	Costo De Instalación (Comunero)	Costo De Instalación (Foráneo)
Kcajyapata- Patacancha	Reconocido	40 soles	60 soles
Quéwar	No reconocido	Sin costo	Sin costo
Saylla chico	No reconocido	Sin costo	Sin costo
Huasao	No reconocido	Sin costo	Sin costo
Patabamba	Reconocido	50 soles	80 soles
APV Tipón	Reconocido	40 soles	80 soles
Choquepata	No reconocido	Sin costo	Sin costo
Chinicara	Reconocido	70 soles	70 soles
Pucará	Reconocido	20 soles	50 soles
Pinagua	Reconocido	50 soles	70 soles

Fuente: Municipalidad de Oropesa, 2018.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1 MATERIALES

3.1.1 Materiales de campo

- GPS
- Cámara fotográfica
- Mapas, planos, carta nacional 1: 100 000 – 1: 25 000
- Libreta de campo
- Plano catastral urbano
- Encuestas
- Wincha
- Baldes
- Guantes de látex
- Pico y pala para muestras de suelo
- Frascos esterilizados para toma de agua

3.1.2 Materiales de Gabinete

- Tamices
- Balanza
- Horno
- Bibliografía (Triángulo textural, triángulo de Holdridge)
- Mapas, planos, carta nacional 1: 100 000 – 1: 25 000
- Software de información geográfica ARCGIS 10.4
- Software econométrico EViews 10

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Diagnóstico de la Cuenca de Oropesa

a) Superficie de la Cuenca:

- Área y Perímetro: Se calculó mediante ARCGIS 10.4. El tamaño de la cuenca está determinado por el área de la superficie proyectada en un plano horizontal y expresado en km².

b) Forma de la Cuenca:

La forma de la cuenca es importante, porque permite conocer el tiempo de concentración de la precipitación desde su caída hasta la salida dentro de sus límites.

- Determinación del Coeficiente de Compacidad (K_c): o índice de Gravelius, representa la relación entre el perímetro de la cuenca hidrográfica con una circunferencia de igual área a la cuenca estudiada mostrando la irregularidad de ésta; así cuanto más irregular sea, mayor es el coeficiente de compacidad, y si este valor se acerca a la unidad, indicará una forma aproximadamente circular.

Según Choquehuanca (1999), para obtener este índice se emplea la siguiente fórmula:

$$K_c = P / (2\sqrt{\pi A})$$

$$K_c = 0.28 * (P/\sqrt{A})$$

Dónde:

K_c = Coeficiente de Compacidad

P = Perímetro de la cuenca

A = Área de la cuenca en Km²

0.28 = Constante

c) Determinación del código de cuenca según Pfafstetter:

1. Para la delimitación según Pfafstetter se subdividió las cuencas hidrográficas, identificando los mayores afluentes en términos de área y longitud al río principal luego se proyectó hasta el límite de la cuenca mayor para obtener las intercuenas.
2. La codificación de las cuencas correspondientes a esos tributarios son enumerados con los dígitos pares 2, 4, 6 y 8 iniciando en la desembocadura y siguiendo el río principal aguas arriba hacia la naciente del río principal. Los otros tributarios del río principal son agrupados en unidades hidrográficas denominadas intercuenas y se codifican con los dígitos impares 1, 3, 5, 7 y 9.
3. Por la metodología de delimitación y codificación de las unidades hidrográficas, el código 9 siempre resulta o se reserva para la unidad de drenaje de mayor tamaño de la parte superior de la cuenca o cabecera de cuenca la misma que generalmente contiene el origen del río cuya unidad de drenaje se está codificando.

Cada una de esas cuencas o intercuenas, resultantes de la primera subdivisión pueden ser subdivididas de la misma manera. Los dígitos de la subdivisión son agregados al código de la cuenca o intercuenas que esté siendo dividida (Zambrano, 2011).

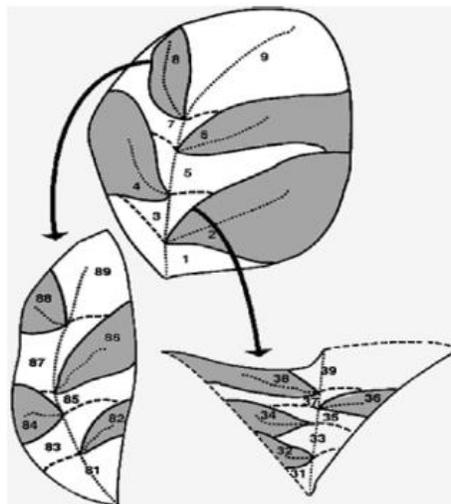


Figura 6. Codificación de cuencas según Pfafstetter

3.2.2 Valoración Ecológica del Servicio Ecosistémico de Aprovechamiento Hídrico

a) Caracterización del Servicio Ecosistémico

i. Determinación del caudal de manantes.

Se llevó a cabo el control de aforos en época de secas (2017) y en época de lluvias (2018).

➤ Método Volumétrico. Este método se basa en medir el tiempo que demora en llenarse un balde de volumen conocido (20 l) por el tiempo empleado (s), se obtiene el caudal en litros por segundo (l/s), de la siguiente manera:

1. Se utiliza un balde de 20 litros para calcular los caudales de los manantes a estudiar.
2. Medición del tiempo en que se llena el balde de agua con volumen conocido determinado con cronómetro.
3. Con estos datos se pudieron determinar el caudal en relación al volumen y tiempo con la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal (l/s)} = \frac{\text{Volumen del balde (l)}}{\text{Tiempo (s)}}$$

ii. Caracterización del Suelo.

La toma de muestra, se efectuó en áreas representativas considerando la serie de suelos, los signos de erosión, aspectos topográficos, manejo y uso de suelos y la ubicación de áreas ecológicamente sensibles (USDA, 1999)

Tabla 28: Ubicación de puntos de muestreo de suelo

Código	Muestra	Ubicación UTM	Altura
S001	Suelo de Manante	19L 201627/ 8° 499,052	3905m s.n.m.
S002	Suelo de Cultivo	19L 201715/ 8° 498,007	3595m s.n.m.
S003	Zanja infiltración	19L 200875/ 8° 496,195	3327m s.n.m.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Muestreo:

1. Con ayuda de un pico se limpió la cobertura vegetal de la superficie del punto de muestreo en un espacio de 50 cm x 50 cm y se procedió a cavar con una pala hasta obtener la profundidad de la capa arable de aproximadamente 20 cm.
2. Recogida la muestra se eliminan raíces y piedras, llevándola a una superficie plana no absorbente, donde se procede con el método de cuarteo para obtener 1 kilogramo de muestra representativa y homogénea de suelo. Se realizó el mismo procedimiento para cada muestra.
3. Se etiquetó cada kilogramo de submuestra con su código respectivo, georreferenciando el lugar de muestreo y posteriormente se llevó las submuestras al laboratorio de ecología para la determinación de textura, porosidad y capacidad de retención hídrica (Franco, 2011).

- **Textura de Suelo.**

- Método de Tamices o Análisis Granulométrico: Consiste en hacer pasar una muestra seca de suelo a través de una serie de tamices con diferente abertura de malla (escala de Wentworth), de tal manera que sus fracciones sean separadas en función a su tamaño (Franco, 2011). Para la determinación de la textura se procedió de la siguiente manera:

1. Secar las muestras de suelo en estufa a 110°C durante 48 horas y pesar 100 gr de suelo.
2. Tamizar por agitación las muestras de suelos a través de un conjunto de mallas que tiene aberturas progresivamente más pequeñas en milímetros, de esta manera se obtendrá las partículas más grandes en la parte superior y las partículas más finas en el recolector.
3. Pesar las texturas obtenidas por separado y hallar el porcentaje que representa dentro de la muestra total.

4. Se determinó el tipo de suelo utilizando el triángulo de texturas, según la FAO:

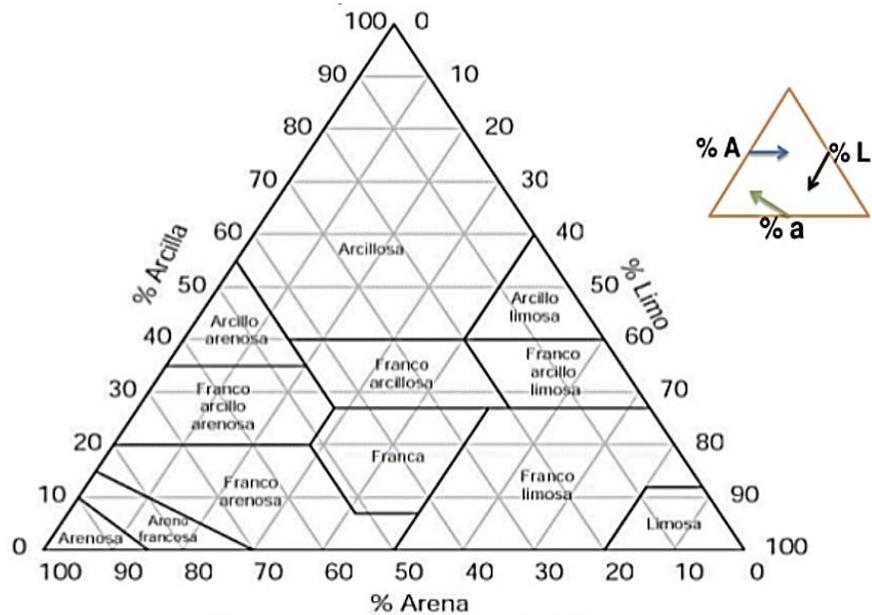


Figura 7. Triángulo de Textura de Suelos (FAO).

- **Porosidad.**

➤ Método Volumétrico (UNALM, 2008). Para determinar la porosidad se siguieron los siguientes pasos:

1. Secar las muestras de suelo en estufa a 110°C durante 24 horas.
2. Moler en un mortero las partículas más grandes.
3. Pesar 50 cm³ de tierra de cada muestra y aforar en una probeta 50 ml de agua destilada.
4. Echar la muestra en la probeta aforada con agua destilada y leer el aumento en el volumen.
5. Utilizar la fórmula para la determinación de la porosidad en porcentaje.

$$\% \text{ Porosidad} = \frac{\text{Volumen de agua en el suelo}}{\text{Volumen total del suelo}} \times 100$$

- **Capacidad de retención hídrica.**

- Método gravimétrico (UNALM, 2008). Se describe de la siguiente manera:

1. Secar las muestras de suelo en estufa a 110°C durante 48 horas.
2. Moler en un mortero las partículas más grandes.

3. Pesar las latas cribadas, considerando el peso de la etiqueta y el papel filtro.
4. Embeber las muestras de suelo con el agua destilada hasta su saturación.
5. Restar el peso inicial del peso final y calcular el porcentaje de la capacidad de retención de agua.

$$\% \text{ Humedad gravimétrica} = \frac{\text{Peso de agua en el suelo}}{\text{Peso total del suelo}} \times 100$$

iii. Calidad del Agua

Para la toma de muestra de agua, se tuvo como criterio la importancia del agua potable y la incidencia sobre la salud de la población, determinando tres puntos:

Tabla 29: Ubicación de Puntos de Muestreo de Agua

Código	Análisis	Punto de Muestreo	Ubicación UTM	Altura (m s.n.m)
A-b-001	Bacteriológico	Agua de Galería	19L 0201715 / 8'498,077	3595
A-b-002	Bacteriológico	Salida de reservorio	19L 0201689 / 8'497,307	3490
A-f-003	Físico-Químico	Agua de Galería	19L 0201715 / 8'498,077	3595

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

- **Análisis Físico y Químico del Agua**

Se tomó una muestra de agua de la galería filtrante de Atoqwachana en un frasco de polietileno de un litro, conservado en frío y debidamente etiquetados hasta su entrega al Laboratorio de la Dirección Regional de Salud de Cusco.

El análisis físico-químico evaluó los parámetros de alcalinidad, dureza, cloruros, acidez, turbiedad, conductividad, pH y sólidos totales disueltos, según la OMS para agua de consumo humano, como se describe a continuación:

1. Alcalinidad, el método Colorimétrico se efectúa mediante el indicador de fenolftaleína.
2. Dureza, se determina a través de método Complexiométrico con la fórmula de Grado hidrotimétrico francés.

3. Cloruros, se determina mediante análisis volumétrico añadiendo a una muestra de 50 ml unas gotas de Cromato de Potasio y valorando con Nitrato de Plata 0.1M hasta virar de amarillo a anaranjado.
4. Acidez, se determina por titulación con solución 0.02N de hidróxido de sodio con la presencia de un indicador que permita apreciar diferentes puntos de equivalencia.
5. Turbiedad, se expresa en unidades de turbiedad método Nefelométrico que mide la fracción de luz que es dispersada utilizando el Turbidímetro.
6. Conductividad, se mide a través del conductímetro y se expresa en milisiemens por metro (ms. m^{-1}).
7. pH, se realiza por el método electrométrico usando el potenciómetro.
8. Sólidos totales, por el método gravimétrico se toma una muestra de agua (25-50 ml) que se coloca en un crisol, se somete a evaporación a 103°C y se pesa, expresado en ppm.

- **Análisis Bacteriológico**

Se realizó el muestreo de agua para consumo humano utilizando dos frascos de vidrio esterilizados debidamente etiquetados y transportados en coolers al laboratorio de calidad de agua de la EPS Seda Cusco.

Los parámetros bacteriológicos evaluados fueron coliformes totales y termotolerantes mediante el uso de métodos estandarizados para el análisis de agua potable y residuales APHA-AWWA-WPCF-22^o edición: Fermentación tubo múltiple (NMP).

b) Valoración ecológica del servicio ecosistémico

Para la utilización de la matriz de Faggi y Cagnoni es necesario identificar primero, las causas y los posibles efectos in situ, que alteran o podrían alterar la naturalidad del ecosistema de cuenca del área de estudio; por lo que se identifican los factores ambientales y el impacto ambiental antropogénico que permite un diagnóstico más real del estado de conservación del ecosistema de cuenca y de esta forma ponderar su valor ecológico real.

Se utilizó la matriz de Faggi y Cagnoni (1994), para valorar ecológicamente la cobertura vegetal, suelo y calidad del recurso hídrico y así determinar el valor ecológico real del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la cuenca de Oropesa, siendo éste un método cualitativo que permite determinar el estado de conservación y valor ambiental que posee un servicio ambiental. Cuenta con una escala que va de 0 a 5 los que sumados y procesados arrojan un valor ecológico óptimo de 10, con un factor de corrección de 0.4; utilizando la siguiente formula:

$$VE = \sum \text{variables} \times \text{factor de corrección}$$

Las variables estimadas para la valoración ecológica de la cobertura vegetal suelo y paisaje de la cuenca de Oropesa son:

1. Naturalidad: Se evaluó el estado de naturalidad y modificaciones antrópicas del ecosistema de la cuenca con base en el mapeo de la cobertura vegetal, Uso mayor de Suelos y la información secundaria del estudio de Zonificación Ecológica Económica del IMA 2007 e IMA 2016.
2. Madurez: Se evaluó el grado de asociación vegetal secundaria existente en la cuenca en estudio, a través de los mapas de cobertura vegetal y con base en la información secundaria registrada por Guamán Poma 2009 y del IMA 2016.

3. Estratificaciones: Se utilizó el mapa de cobertura vegetal e información secundaria del IMA 2016 y las observaciones en campo.
4. Riqueza: Se ponderó el valor de la riqueza tomando la información de Guamán Poma 2009 dónde se identifican especies vegetales con una metodología de parcela 30 x 30 determinando de esta manera, las unidades vegetales presentes en el área de estudio.
5. Peligrosidad: Se valoró esta variable tomando en cuenta el grado de peligro natural o antrópico al que está sometido el ecosistema de cuenca y que pueda alterar su naturalidad, se tomó en cuenta el factores antrópicos: como el cambio en el uso de suelo, la quema de pastizal, el sobrepastoreo, el uso inadecuado del agua y factores ambientales como los incendios, la erosión hídrica - eólica y los deslizamientos; asimismo se consideró la información secundaria del IMA 2016 para las características generales del entorno físico como el tipo de suelo, pendiente, geología y agrología.
6. Presencia: Se evaluó tomando en cuenta la continuidad de las comunidades vegetales que existe en el área de la cuenca en estudio evaluando su conectividad con otros paisajes naturales. Se utilizó el mapa de cobertura vegetal, las observaciones en campo y la información secundaria IMA 2016 sobre cobertura vegetal.
7. Densidad de la Población: Esta variable se estimó tomando en cuenta la influencia de la presencia de pobladores de Oropesa sobre el ecosistema de la cuenca. Debido a que la mayor parte de la población de Oropesa está asentada en piso de valle de la cuenca, se ha ponderado la densidad de las poblaciones por kilómetro cuadrado dentro del área de estudio.

Tabla 30. Variables de la Matriz de Faggi y Cagnoni

Variables	Características	Valor
Naturalidad	Natural	5
	Próximo a natural	4
	Próximo a natural condicionado	3
	Distante a natural	2
	Artificial	1
Madurez	Asociaciones climáticas o finales	5
	Asociaciones permanentes	4
	Asociaciones naturales intermedias y secundarias de larga vida	3
	Asociaciones naturales pioneras y secundarias de corta vida	2
	Estadíos iniciales de asociaciones pioneras o secundarias de corta vida	1
Riqueza Específica	2 estratos arbóreos	5
	1 estrato arbóreo	4
	2 estratos arbustivos	3
	1 estrato arbustivo	2
	Estrato herbáceo	1
Estratificación	40 especies	5
	30-39 especies	4
	20-29 especies	3
	10-19 especies	2
	1-9 especies	1
Peligrosidad	Peligra mucho y no se recupera	5
	Peligra mucho y se recupera lentamente	4
	Peligra mucho y se recupera rápidamente	3
	Peligra medianamente	2
	No peligra	1
Presencia	Hasta 499 m	5
	500 - 999 m	4
	1000 -1999 m	3
	2000 - 3999 m	2
	Más de 4 000 m	1
Densidad De La Población Humana	Más de 1000 hab/km ²	5
	500 - 999 hab/km ²	4
	250 – 499 hab/km ²	3
	160 – 249 hab/km ²	2
	Hasta 159 hab/km ²	1

Fuente: Faggi y Cagnoni, 1994.

La Matriz de Faggi y Cagnoni modificada por Gil, 2011; para la valoración ecológica del Agua de la cuenca de Oropesa, detalla las siguientes variables:

Tabla 31. Variables de la Matriz de Faggi y Cagnoni modificado por Gil

Variables	Características	Valor
Naturalidad	Natural	5
	Próximo a natural	4
	Próximo a natural condicionado	3
	Distante a natural	2
	Artificial	1
Calidad	Excelente	5
	Buena	4
	Regular	3
	Mala	2
	Muy mala	1
Volumen y Caudal	Más de 400 l/s	5
	400 l/s	4
	150 - 300 l/s	3
	50 - 150 l/s	2
	Menos de 50 l/s	1
Cantidad de cuerpos de agua	Más de 20 cuerpos de agua	5
	De 10 a 20 cuerpos de agua	4
	De 5 a 9 cuerpos de agua	3
	De 2 a 5 cuerpos de agua	2
	Sólo 1 cuerpo de agua	1
Peligrosidad	Peligra mucho y no se recupera	5
	Peligra mucho y se recupera lentamente	4
	Peligra mucho y se recupera rápidamente	3
	Peligra medianamente	2
	No peligra	1
Densidad De La Población Humana	Más de 1000 hab/km ²	1
	500 - 999 hab/km ²	2
	250 – 499 hab/km ²	3
	160 – 249 hab/km ²	4
	Hasta 159 hab/km ²	5

Fuente: Faggi y Cagnoni, 1994, modificado por Gil, 2011.

3.2.3 Valoración Económica del Servicio Ecosistémico de Aprovechamiento Hídrico

a) Método de Valoración Contingente

Según Hanemann (1996), plantea la estimación del modelo probabilístico con la siguiente fórmula:

$$DAP_i = f(P_i) + \varepsilon_i$$

Donde la DAP es la variable dicotómica que toma un valor de 1 si el individuo se muestra dispuesto a pagar el precio “P”, en caso del rechazo se le asigna el valor de 0 en el modelo Probit y Logit binarios (Azqueta, 2007), en ese sentido el valor medio de la disposición al pago se representa mediante la siguiente expresión:

$$E(DAP) = -\frac{1}{\beta_1}$$

Donde el valor de las betas β , son las constantes de la variable (P_i) en el modelo. El signo (-) en la E (DAP) indica que el coeficiente β debe ser siempre negativo, el cual señala la relación inversa que existe entre el precio a pagar por el bien y la probabilidad de responder SI a la pregunta sobre la DAP.

Posterior a este análisis, se realiza la relación entre la disposición a pagar y las características socioeconómicas de los entrevistados, las cuales serán calculadas a través de los modelos econométricos Probit y Logit con el propósito de determinar las causas que fundamentan la disposición a pagar por el servicio de aprovechamiento a través de un modelo de elección. (Hanley, 1994). Se establece la probabilidad de que los encuestados responda de forma afirmativa a participar en el mercado hipotético, representado por:

$$Y_i = f(\beta_K.x_i) + \varepsilon_i$$

Donde:

Y_i = Equivale a una variable dicotómica dependiente (SI/NO).

$i = 1, 2, \dots, n$ Representa al número de usuarios encuestados.

x_i = Función lineal de variables.

β_K = Vector de parámetros a estimar de la función.

ε_i = margen de error.

De la misma forma el valor económico agregado por el cual están dispuestos a pagar podrá determinar la utilidad o ganancia en bienestar para el conjunto de personas involucradas por una mejora en el servicio ecosistémico de aprovisionamiento, utilizando, según Loyola (2007), la siguiente fórmula:

$$Valor\ Total\ DAP = \sum_{i=1}^n DAP_i$$

- **Formulación de encuestas**

1. Elaboración de la encuesta piloto, para lo cual se estimó una muestra representativa de la población del centro poblado de Oropesa a quienes se les aplicó la encuesta piloto previamente capacitados sobre los bienes que presta el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico. Para tal efecto fue necesario estimar los rangos de DAP por parte de los encuestados (Anexo V, Encuesta piloto).
2. Elaboración de la encuesta oficial con la información obtenida a partir de la encuesta piloto en función de la capacidad económica y el grado de instrucción de los habitantes del centro poblado. La encuesta piloto se realiza con la finalidad de evitar el sesgo de la información real, considerando la proporción esperada (p) al 97.5% (Anexo V, Encuesta Aplicada).

La encuesta consta de tres secciones:

- Sección I: Información Socioeconómica.
- Sección II: Descripción del servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico.
- Sección III: Potencialidades del agua de la Galería filtrante de Atoqwachana y la DAP del poblador.

• **Determinación del tamaño de muestra**

Se utilizó el catastro urbano realizado por la municipalidad de Oropesa para identificar aleatoriamente las viviendas a encuestar. El tamaño de muestra (De la Torre, 2013) se obtuvo según el número de viviendas que cuentan con red de agua potable asentadas en la margen izquierda del área de estudio:

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

Dónde:

N= Total de viviendas= 664

Z_(1-α/2)=Nivel de confianza de 95%= 1.96

p= Proporción esperada 97.5%= 0.975

q = (1-p)= Proporción que no posee la variable 2.5%= 0.025

e= error= 5% (0.05)

$$n = \frac{664 * 1.96^2 * 0.975 * 0.025}{0.05^2 * (664 - 1) + 1.96^2 * 0.975 * 0.025}$$

$$n = \frac{664 * 3.8416 * 0.975 * 0.025}{0.0025 * (663) + 3.8416 * 0.975 * 0.025}$$

$$n = \frac{62.18}{1.75} = 35.53 \cong 36$$

Análisis Econométrico

La aplicación de los modelos econométricos de máxima verosimilitud: Probit y Logit, consiste en una serie de correlaciones que se distribuyen de forma aleatoria, preguntando al poblador si estaría dispuesto a contribuir económicamente con la conservación y protección de la cabecera de cuenca que provisiona de agua a la galería filtrante de Oropesa, obteniendo respuestas dicotómicas SI/NO, por lo cual la probabilidad de responder de forma afirmativa a la DAP, es una relación funcional de variables socioeconómicas, como se describe en la siguiente ecuación:

$$DAP = \beta_0 + \beta_1 Edad + \beta_2 Sexo + \beta_3 Grado + \beta_4 Ocupacion + \beta_5 DapSoles + \beta_6 Tiempo + \beta_7 oferta + \varepsilon$$



Donde:

- DAP = Disposición a pagar
- β_0 = Término constante para todas las variables.
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ = Cambio de las variables independientes en función a la variable dependiente.
- EDAD: Edad del encuestado.
- SEXO: Sexo del encuestado.
- GRADO: Grado de instrucción.
- OCUPACIÓN: Ocupación del encuestado.
- DAPSOLES: Pago según la Disposición a pagar.
- TIEMPO: Tiempo de permanencia en el área de estudio.
- OFERTA: Disponibilidad del recurso hídrico.

La mayoría de los estudios de valoración contingente sitúan al modelo Logit como el más conveniente para la valoración económica, debido a que los coeficientes estimados presentan una menor desviación estándar con respecto a lo encontrado con el modelo Probit.

Teniendo los modelos econométricos estructurados, se procede a realizar el desarrollo de las variables en el programa Eviews10:

Tabla 32: Variables de E-views

Variable	Interpretación
R-Cuadrado	Es el coeficiente de determinación (R ²) medida estadística que sirve para valorar el éxito de la regresión para predecir los valores de la variable dependiente dentro del periodo muestral
Adjusted R-Cuadrado	Es el coeficiente de determinación corregido (R ²) permite comparar la capacidad explicativa de modelos referidos a una misma muestra de la misma variable independiente con distinto número de variables explicativas
S.E. of regression	Error estándar de la regresión
Sum cuadrado resid	Suma de los cuadrados de los números
Mean dependent var	Media muestral de la variable dependiente
S.D.dependent var	Desviación típica muestral de la variable dependiente
Log Likelihood	Valor del logaritmo de la función de verosimilitud evaluada en los estimadores de máxima verosimilitud
Durwin-Watson stat	Estadístico de Durbin Watson, sirve para contrastar la hipótesis nula o perturbaciones no correlacionadas frente a la alternativa de perturbaciones no correlacionadas frente a la alternativa de perturbaciones correlacionadas.
Akaike info criterior (AIC)	Criterio de información de Akaike, el criterio es elegir ente un grupo de modelos a aquel que tenga menor AIC
Schwarz criterion (SIC)	Criterio de Schwarz, el criterio es elegir entre un grupo de modelos, aquel que tenga menor SIC
F-Statistic	Estadístico que contrasta la hipótesis nula de significatividad global

Fuente: E-views

- **Variables econométricas**

Las especificaciones a tomar en cuenta para el desarrollo de los modelos econométricos para la determinación de la DAP, se observan en la siguiente tabla:

Tabla 33. Variables Utilizadas por los Modelos Econométricos

Variable	Interpretación
DAP (Disposición a pagar)	Variable dependiente dicotómica, adopta el valor de 1, si la respuesta es favorable a la pregunta de disposición a pagar, caso contrario asigna un valor de 0.
E (Edad)	Variable independiente, corresponde a la edad del encuestado.
S (Sexo)	Variable independiente, toma el valor de 1 si el encuestado es hombre y 0 si la persona encuestada es mujer.
G (Grado de Instrucción)	Variable independiente, toma el valor de 0 si cuenta con primaria, se asigna con 1 si presenta secundaria, 2 cuando presenta es profesional técnico y 3 siendo profesional universitario.
O (Ocupación)	Variable independiente, toma el valor de 1 si es ama de casa, 2 asignado cuando se dedica a actividades de comercio y 3 cuando el encuestado(a) realiza actividades de panadería.
D (DAP en soles)	Variable independiente, toma el valor del hipotético caso de pagar cuanto seria el monto de la DAP, cuando el valor es 1, asigna un pago menor a un sol, un valor de 2 cuando paga 1 nuevo sol, el valor 3 cuando el monto es de 2 nuevos soles y 4 cuando el valor de la DAP es mayor a 2 nuevos soles.
T (Tiempo vivido)	Variable independiente, toma el valor del tiempo vivido en el centro poblado, el valor de 0 si es menor a 05 años y un valor de 1 cuando es mayor a los 05 años.
F (Oferta de agua)	Variable independiente, toma el valor de la cantidad de agua, si es suficiente asigna un valor de 1, si es menor o insuficiente con valor 0.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2.4 Mecanismo de retribución por el Servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico

El MERESE propuesto para este estudio, está diseñado para hacer visible el valor real del servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico de la cuenca de Oropesa con el fin de captar recursos económicos que aseguren la conservación del recurso hídrico y garantice su sostenibilidad en el tiempo. Para el diseño del MERESE se consideró los siguientes elementos:

Tabla 34. Elementos para el Diseño del Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos

Elementos	Características
	Caracterización de la estructura y función del ecosistema, la funcionalidad y la condición actual, promoviendo su articulación, compatibilidad y complementariedad catastral.
	Identificación y caracterización de los contribuyentes y retribuyentes por el servicio ecosistémico.
	Estimación del valor económico, los costos necesarios para mantener el flujo de servicios ecosistémicos, la voluntad de pago u otro que contribuyan a los acuerdos.
	Establecimiento de acuerdos entre contribuyentes y retribuyentes por el servicio ecosistémico, donde se determinan las actividades de conservación, recuperación y uso sostenible, los beneficios económicos, sociales y ambientales esperados, las modalidades de retribución y sus estrategias de financiamiento.
	Promoción de una plataforma conformada por diferentes actores públicos y privados vinculados al mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos, que monitoreen el cumplimiento de los acuerdos y supervisen la transparencia de la retribución.
	Diseño de un sistema de monitoreo que permita evaluar el progreso de las acciones de conservación, recuperación y uso sostenible de los ecosistemas implementados por el mecanismo.

Fuente: Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos- MINAM 2016.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA DE OROPESA

La altura más baja determinada para la cuenca de Oropesa es de 3100m s.n.m y la más alta 4150 m s.n.m.; siendo su elevación media de 3625 m s.n.m. Mientras que el coeficiente de compacidad muestra que la cuenca tiende a ser de forma ovalada por lo que una mayor precipitación generaría una mayor escorrentía y en consecuencia un mayor peligro, pero en el caso de la cuenca en estudio, todas las aguas están recolectadas para consumo humano.

Tabla 35: Características de la Cuenca de Oropesa

Características	Valor	Observaciones
Área	7.91 Km ²	La cuenca es pequeña
Perímetro	14.52 km	La cuenca es pequeña
Elevación media	3 625 m s.n.m.	La cuenca posee una elevación alta
Compacidad	1.45	Cuenca con forma ovalada a redonda

Según Choquehuanca, 1999, la cuenca de Oropesa es pequeña, debido a que la superficie se encuentra en un rango de 0-250 km², tiene una elevación media alta mayor a 2000 m y un Kc entre 1-1.5 que le confiere una forma redonda a ovalada.

De acuerdo con la tabla 36, la cuenca de Oropesa es de noveno nivel y corresponde a la cuenca hidrográfica del río Amazonas.

Tabla 36. Código Pfafstetter de la Cuenca de Oropesa

Nivel	Nombre	(id) Identificador
1	Cuenca Hidrográfica del Río Amazonas	4
2	Región Hidrográfica	49
3	Cuenca Hidrográfica del Río Ucayali	499
4	Cuenca del Bajo Urubamba	4994
5	Cuenca del Río Vilcanota	49949
6	Intercuenca Medio Vilcanota	499497
7	Cuenca del Río Huatanay	4994974
8	Intercuenca k'ayra	49949744
9	Cuenca de Oropesa	499497432

4.2 VALORACIÓN ECOLÓGICA

a) Características del servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico

i) Caudal de manantes

Los caudales de las captaciones se reducen considerablemente hasta inicios de la época de lluvias, probablemente debido a que los acuíferos se desabastecen de agua por la utilización masiva y la falta de infiltración efectiva, lo que conlleva a la disminución de la oferta hídrica y consecuentemente a la restricción en las horas de agua para uso de la población de Oropesa. Actualmente se tienen tres puntos importantes de surgencia de agua: manante Atoqwachana, Quincemilniyoq y Galerías Filtrantes. La Captación de Galerías recolecta el mayor caudal entre los manantes estudiados, mientras que el manante de Quincemilniyoq disminuye rápidamente su caudal de una época a otra, siendo el más susceptible a dejar de existir.

- **Manante Atoqwachana**

Del control de aforo en el manante de Atoqwachana, se ha determinado que el promedio de caudal para el periodo de febrero a mayo es de 6.7 l/s, mientras que para el periodo de junio a setiembre esta cifra aumenta a 11.2 l/s. Siendo el caudal mínimo registrado 5.7 l/s y el máximo 13.3 l/s.

- **Manante Quincemilniyoq**

Del control de aforo en el manante de Quincemilniyoq, se ha determinado que el promedio de febrero a mayo es de 2.1 l/s, mientras que de junio a setiembre esta cifra aumenta a 11.7 l/s. Siendo el caudal mínimo registrado 1.8 l/s y el máximo 12.5 l/s.

- **Manante Galerías filtrantes**

Del control de aforo en el manante en la Galería Filtrante, se ha determinado que el promedio de caudal para el periodo de febrero a mayo es de 10.3 l/s, mientras que en el período de junio a setiembre esta cifra aumenta a 18.9 l/s. Siendo el caudal mínimo registrado 10.2 l/s y el máximo 25 l/s. (Anexo II).

Tabla 37. Control de Aforos

CONTROL DE AFOROS								
MANANTES	Época de secas (2017)				Época de lluvias (2018)			
Punto de aforo (l/s)	jun	jul	ago	set	feb	mar	abr	may
Atoqwachana	11.2	10.5	10	13.3	5.7	6.7	7.1	7.1
Quincemilniyoq	12.5	10	12.5	11.8	2	2.5	2	1.8
Galería filtrante	15.4	15.4	20	25	10.2	10.7	10.2	10.2

El caudal máximo de producción registrado por Guamán Poma fue de 27 l/s tras los proyectos ejecutados de ampliación de la galería este caudal aumento a 41.1 l/s para el 2018. En muchos sectores, los manantiales se encuentran influenciados en forma notable por los depósitos cuaternarios, cuya característica principal es la de poseer una carga y una descarga rápida de las

aguas de precipitación pluvial, generando una influencia directa o indirecta en los manantiales y principalmente en las quebradas.

Según los estudios de Guamán Poma, 2004, los manantiales más importantes del sector, salen a lo largo de esta quebrada y tienen un eje Norte - Sur, en contacto con la Formación Huambutio, que tiene el comportamiento de un acuitardo- acuífugo y el Grupo Mitu que es el acuífero fisurado de rocas volcánicas.

La descarga de estas fuentes proviene del reservorio volcánico y se remiten a sistemas de fracturamiento y fisuramiento NE - SO, los que trabajan como colectores de los flujos de las aguas subterráneas. Estas fuentes actualmente, se encuentran captadas para consumo humano. El manante de Yanahuaylla es explotado por las familias del Anexo de Pucará asentadas en la cabecera de cuenca, actualmente en litigio con el distrito de San Salvador.

ii) Características de Suelo

La cuenca de Oropesa, se caracteriza por presentar gran parte de sus laderas recubiertas por pajonales como el ichu, que es típico de este piso ecológico, compartiendo el espacio con cultivos temporales, existiendo pocas especies vegetales debido a las condiciones agrestes a las que están expuestas las zonas altas. En las partes bajas, básicamente, en las quebradas se puede hallar especies nativas y cultivos.

En cuanto a la CUMS, el mayor porcentaje de representación corresponde a los suelos de protección con limitaciones de suelos y erosión con 42.38% del total del área de estudio, seguido por los suelos de pastoreo con baja calidad agrológica (21.32%) y los suelos de protección asociado a suelos con aptitud forestal (12.8%). Por tanto el gran potencial productivo del área de estudio es el pastoreo extensivo.

El análisis de infiltración de los suelos, realizado por IMA, 2016; permite considerar que la zona presenta un gran potencial de recarga hídrica y almacenamiento subsuperficial, pues los suelos presentan condiciones de infiltración rápida a muy rápida y de una permeabilidad rápida a moderadamente rápida, lo que permite corroborar los datos obtenidos en cuanto a textura, porosidad y capacidad de retención hídrica de los suelos de la cuenca. Las características hidrológicas, están determinadas por la serie de suelo Miscelaneo - Cuyo y Langui - Miscelaneo, que tienen una representatividad de 16.17 % y 69.29 % en el área de estudio (tabla N°15).

- **Textura y Tipo de Suelo**

La textura y las propiedades hídricas de un suelo están muy relacionadas, por lo que se puede atribuir a cada tipo de suelo un determinado comportamiento hídrico.

Como se aprecia en la tabla 36, la muestra S 001, presenta un tipo de suelo arenoso pues su porcentaje de arena representa más del 99% del total por lo que se infiere que los suelos de esta zona son muy permeables con baja capacidad de retención de agua, lo cual favorece a la infiltración efectiva del agua y a la posterior recarga de los acuífero que proveen del recurso hídrico a la galería filtrante.

La muestra S 002 Y S 003 presentan un tipo de suelo Franco Arenoso donde predomina la arena sobre los demás componentes, determinando un suelo aireado y permeable, con una mediana a alta capacidad de retención de agua.

Tabla 38. Textura y Tipo de suelo

Código	Muestra	pH	% Arena	% Limo	% Arcilla	Tipo de suelo
S001	Suelo de Manante	6.7	99.28	0.7	0.007	Arenoso
S002	Suelo de Cultivo	6.6	75.03	24.8	0.08	Franco arenoso
S003	Zanja de Infiltración	6.7	55.04	27.3	17.7	Franco arenoso

Fuente: Elaboración propia con base en Franco, (2011). Lab. FC. Ciencias UNSAAC, 2018.

El acuífero Mitu, no cuenta con porosidad primaria, sin embargo por el tectonismo de la zona, las rocas presentan una porosidad secundaria o adquirida, la que permite almacenar aguas subterráneas (Guamán Poma, 2009). Por lo que la muestra de código S001, tiene mayor capacidad de almacenamiento que las muestras S002 y S003.

Con respecto al pH, que va de 6.6 a 6.7, se tiene que es ligeramente ácido (tabla N°4), debido a la lenta descomposición y a la mayor acumulación de materia orgánica, lo que conlleva a que los ácidos húmicos infiltren al suelo y confieran esta característica al recurso hídrico.

- **Porosidad**

Las muestras S 001, S 002 y S 003 con valores 26%, 27% y 24% respectivamente, tiene una porosidad muy baja (<30) (Tabla 3), por lo que a pesar de tener textura arenosa, la compactación del suelo es evidente debido a la erosión hídrica superficial, al trabajo agrícola y /o al sobrepastoreo (Anexo IV).

- **Capacidad de Retención Hídrica**

Los resultados demuestran que la muestra S002 y S003 presentan una capacidad de retención hídrica perteneciente al tipo de suelo franco con valores de 28.6% y 35.8%. Mientras que la muestra S 001 presenta 29.74%; lo que lleva a inferir que la materia orgánica en descomposición presente en su superficie y la poca perturbación del ecosistema ayuda a la retención hídrica. A medida que disminuye la retención hídrica, se hace más difícil la absorción del agua por las raíces lo que se denomina punto de marchitez permanente (PMP). (Anexo IV).

Tabla 39. Análisis Mecánico

N°	Muestra	Porosidad	Retención Hídrica	Tipo de Suelo
1	Alta: Suelo cerca manante	26%	29.74%	Arenoso
2	Media: Suelo de cultivo	27%	28.6%	Franco Arenoso
3	Baja: Zanja de Infiltración	24%	35.8%	Franco Arenoso

Fuente: Elaboración propia con base en Franco, (2011). Lab. FC. Ciencias UNSAAC, 2018.

iii) Determinación de la Calidad de agua para consumo humano

De acuerdo a las características del acuífero, y por ser aguas profundas, las posibilidades de contaminación bacteriológica son mínimas ya que se encuentran libre de gérmenes patógenos, puesto que esta agua no tiene contacto directo con el medio ambiente. Sin embargo los análisis efectuados muestran una calidad buena, pero con contaminación externa por sólidos suspendidos a causa del mal manejo y los derrumbes frecuentes en la galería.

- Parámetros Físicos y Químicos del agua

La tabla 38 muestra los datos obtenidos del análisis fisicoquímico del agua tomada en la galería filtrante.

Tabla 40. Análisis Físicos y Químicos

Parámetro	Unidad	LMP	Resultados
Alcalinidad Total	mg/l CaCO ₃	-	174.0
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	500	138.4
Cloruros	mg/l Cl ⁻	250	11.8
Acidez	mg/l CaCO ₃	-	5.9
Turbiedad	NTU	5	12.75
Conductividad	µs/cm	1500	284.0
pH	-	6.5 - 8.5	6.87
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000.0	143.0

Fuente: Elaboración propia en base al análisis de laboratorio DIRESA, 2018

De los resultados analizados se tiene que los parámetros dureza total, cloruros, conductividad, pH, y sólidos totales disueltos, están dentro de los límites máximos permisibles de agua para consumo humano (Tabla 5) excepto la turbiedad que excede el LMP. Sin embargo, previamente a su distribución, el agua pasa por los desarenadores para reducir la turbidez, considerándose APTA para consumo (Anexo III).

- **Parámetros Bacteriológicos**

Los resultados determinan que la muestra de agua tomada dentro de la galería filtrante, excede el LMP para coliformes totales, pero después del tratamiento por cloración, el agua de distribución, se encuentra dentro de los LMP, considerándose apta para consumo humano (Anexo III).

Tabla 41. Análisis Bacteriológico

Muestra	Ensayo	Unidad	Límite de detección	Resultados
A-b-001	Coliformes totales	NMP/100 ml	<1.8	2
	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<1.8	<1.8
A-b-002	Coliformes totales	NMP/100 ml	<1.8	<1.8
	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<1.8	<1.8

Fuente: Elaboración propia en base al análisis de laboratorio SEDA CUSCO, 2018.

b) Determinación del Valor Ecológico del servicio ecosistémico de Aprovechamiento Hídrico.

De acuerdo a la información revisada y el análisis en campo se tiene el siguiente árbol de causas y efectos:

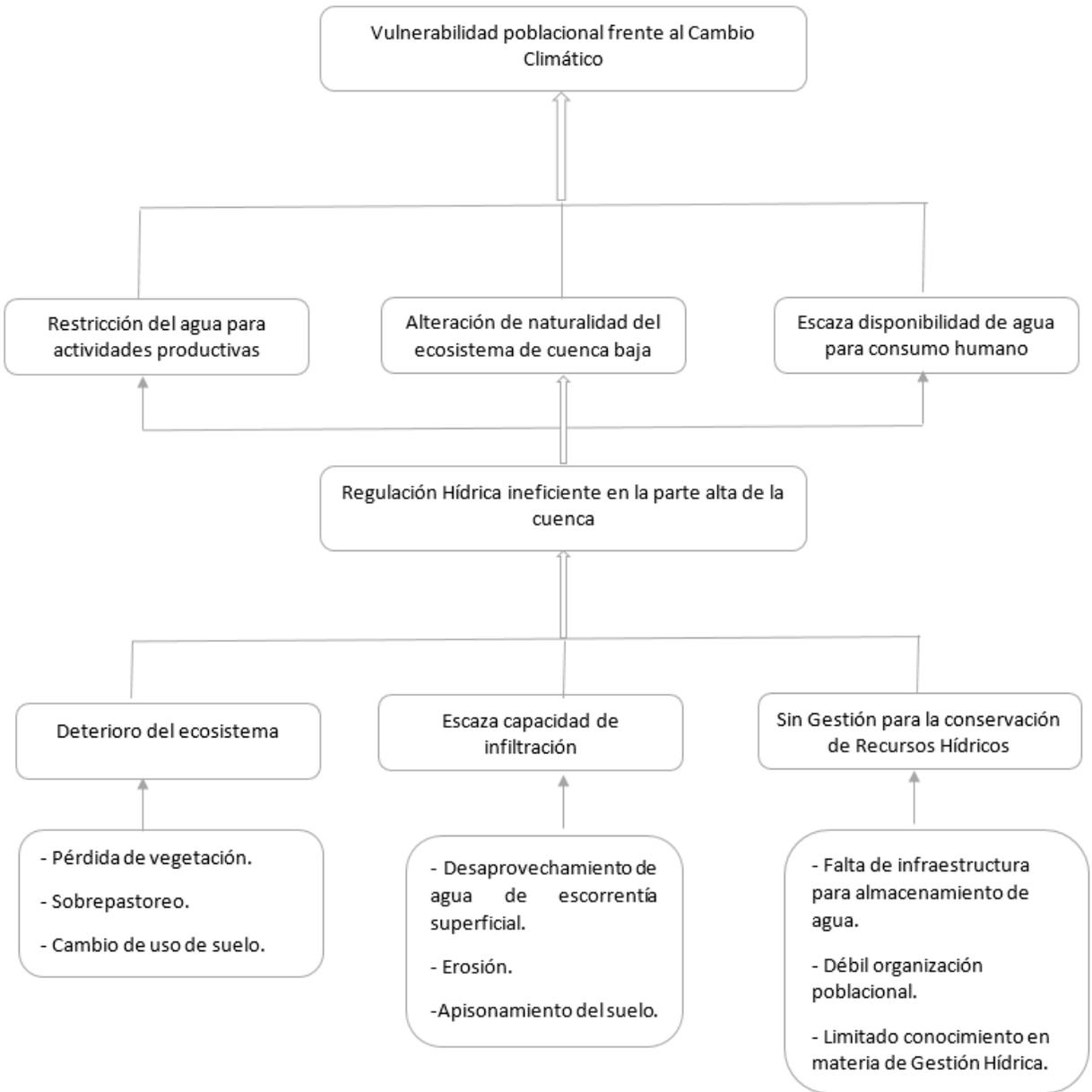


Figura 8. Causas y Efectos de la Valoración Ecológica

En cuanto a las variables evaluadas para la determinación del valor ecológico de Flora se tiene:

- **Naturalidad:** La zona de estudio es considerada próximo al natural, con un valor de 3 según la matriz de Faggi, 1994; debido a la baja actividad antrópica, pero condicionada por la explotación del recurso hídrico modificando el ecosistema natural que impacta directamente con la vegetación presente en la cuenca.
- **Madurez:** Se identificó que existen asociaciones naturales secundarias de especies nativas y asociaciones de pastos naturales por el cambio en el uso de suelo y la introducción de especies exóticas. Guamán Poma, 2004 e IMA, 2016 consideran la asociación Distichietum como asociación primaria conformada por 17 familias que predominan en los bofedales presentes en la parte alta de la cuenca de Oropesa y que se ve seriamente amenazado por el sobrepastoreo y el cambio climático.
- **Riqueza específica:** Se tiene que la cuenca de Oropesa cuenta con dos estratos arbóreos, principalmente el estrato bajo de Chachacomo con densidad poblacional de 525 ind/ha y el bosque de estrato medio de Eucalipto con densidad poblacional de 2 060 ind/ha (no es considerada para la ponderación en la matriz de Faggi por ser una especie introducida), ambos estratos representan el 0.1% del área de estudio. En cuanto a la predominancia de especies de estrato arbustivo e inerte se tiene que esta unidad de vegetación representa hasta el 85% de total.
- **Estratificación:** De acuerdo a la fisonomía y abundancia/dominancia de especies vegetales presentes en la cuenca de Oropesa, Según IMA, 2016 los tipos de vegetación de importancia para el área de interés son el área de cultivo en secano que representa el 30.48% y el roquedal con pajonal de puna y Pajonal y césped de puna que representan el 27.94 y 27.27 % respectivamente. Dentro de éstas unidades de vegetación se tiene dos estratos vegetales predominantes exceptuando

a los bosques de especies introducidas: arbustos espinosos que no sobrepasan los 2 metros de altura y plantas herbáceas, en su mayoría gramíneas.

De acuerdo a los inventarios florísticos de Guamán Poma, 2004 e IMA, 2016 y a la revisión de información secundaria se han registrado un total de 51 familias y 155 especies, de éstas, la familia de mayor importancia por el número de especies es la ASTERACEAE (32 especies), seguida de la POACEAE (27 especies) determinadas para los estratos presentes en el área de estudio.

- **Peligrosidad:** La zona de estudio tiende a un peligro inminente con una recuperación lenta; debido al uso de estas tierras para cultivo, pastoreo y extracción de madera que pone en peligro la diversidad de especies que existen en la zona. A mayor demanda de espacio para estas actividades, mayor será el riesgo para la vegetación existente y en consecuencia una mayor degradación del ecosistema de la cabecera de cuenca.

IMA, 2012, evaluó el peligro al que está sometido la cuenca de Oropesa determinando un peligro medio-bajo, debido mayormente a la erosión de ladera por escorrentía superficial a causa de la falta de sistemas de drenaje y el tipo de suelo determinado para la zona de estudio mientras que IMA, 2016 determina los peligros específicos mediante el grado de frecuencia y severidad concluyendo que la cuenca de Oropesa se encuentra en PELIGRO ALTO con un valor de 3.22 (Tabla N° 20) lo que concuerda con el valor ponderado que se le asigna en este estudio con la matriz de Faggi.

- **Presencia:** La distancia que separa las comunidades vegetales es menor a mil metros entre ecosistemas con semejante fisionomía.
- **Densidad:** La población ubicada en el piso de valle, corresponde al centro poblado de Oropesa. El área inmediata de estudio de la cabecera de cuenca posee menos de 30 familias, asentadas en el anexo de Pucará por lo que se considera la densidad en 126 hab/km². (INEI, 2017)

Tabla 42: Valoración Ecológica de la Cobertura Vegetal

Naturalidad	Madurez	Riqueza Específica	Estratificación	Peligrosidad	Presencia	Densidad	Valor Ecológico
3	3	4	5	4	2	1	8.8

Fuente: Elaboración Propia en base a Matriz Faggi y Cagnoni, 2018.

El valor ecológico de 8.8 de la cobertura vegetal, indica que el ecosistema está poco disturbado principalmente por la baja densidad poblacional asentada en la parte alta y media de la cuenca, siendo importante recalcar la alta peligrosidad a la que están sometidos ecosistemas susceptibles presentes en la cabecera de cuenca como los bofedales.

Tabla 43: Valoración Ecológica del Recurso Hídrico

Naturalidad	Calidad	Vol. Caudal	Fuentes de Agua	Peligrosidad	Densidad	Valor Ecológico
3	4	2	3	3	5	8

Fuente: Elaboración Propia en base a Matriz Faggi y Cagnoni, modificado por Gil (2011)

Los resultados de la valoración ecológica, dan un valor de 8, considerado valor alto de conservación para el recurso hídrico, lo que coincide con el resultado obtenido para la calidad de agua APTA para consumo humano.

El mayor riesgo que presenta el recurso hídrico es el aumento en la densidad poblacional que crece de forma desordenada en el distrito de Oropesa ejerciendo mayor presión sobre este recurso. Si bien actualmente los caudales abastecen a la población de Oropesa, hay un riesgo muy alto de desaparición de los manantes debido al mal manejo de cuenca.

4.3 VALORACIÓN ECONÓMICA

El Valor Económico del servicio ecosistémico de Aprovisionamiento Hídrico se presentan según el análisis estadístico - descriptivo, que permite la interpretación y el análisis de las variables independiente y dependiente, estudiadas y descritas en la siguiente tabla:

Tabla 44. Descripción Estadística de Variables

	DAP	EDAD	SEXO	GRADO	OCUPACIÓN	(DAP)SOL	TIEMPO	OFERTA
Media	0.81	44.14	0.53	1.4	2.28	3.1	0.83	0.72
Mediana	1	42	1	1	2	3	1	1
Máximo	1	81	1	3	3	4	1	1
Mínimo	0	19	0	0	1	1	0	0
Obs. totales	36							

Fuente: Elaboración propia con base a variables econométricas, 2018.

De las encuestas aplicadas se obtiene que:

- **La disposición a pagar (DAP):** Un 80.60% de la población encuestada estuvo de acuerdo en realizar dicha contribución con la finalidad de proteger los ecosistemas de la cabecera de cuenca de Oropesa, mientras que un 19.40% no estaban dispuestos a pagar, esto debido a que la población del Centro Poblado, comprende que para efectuar dicha tarea de contribución requiere de los medios económicos. (Anexo VI).
- **La edad:** esta variable fluctúa desde los 19 años hasta los 81 años, el promedio de edad es de 44 años con una mediana de 42 años como valor central en toda la distribución de frecuencias, en cuanto la moda, se refiere a la edad que más veces se presentó en la sucesión de frecuencias que viene a ser personas con 38 años de edad, (Anexo VI).
- **El sexo:** Se obtuvo que el 44.4% de las encuestadas son mujeres, mientras que un 55.60% son varones. (Anexo VI).

- **El grado de instrucción:** Muestra que el 8.30% tienen grado de instrucción primaria, el 61.10% afirman tener grado de instrucción secundaria, mientras que un 19.40% cuentan con estudios técnicos y finalmente un 11.10% tiene estudios superiores universitarios, por lo que se puede inferir que los pobladores de Oropesa cuentan con un nivel de educación medio alto dentro de nuestro espacio muestral. (Anexo VI).
- **La Ocupación:** Del total de encuestados, se observa que un 11.10% son amas de casa, otro grupo mayoritario realizan actividades de comercio que vienen a ser un total del 50%, entre actividades que realizan en la zona, como atención de restaurante, venta de bebidas y alimentos, entre otros, siendo éstos demandantes directos del agua y finalmente en un 38.90% dedicados a las actividades de panadería, donde utilizan el recurso hídrico para la elaboración de sus panes para venta y consumo. Según apreciaciones de los propios encuestados; mencionan que el agua de manante confiere a su producto un sabor único, esto vendría a representar un gran valor agregado a su elaboración continua. (Anexo VI).
- **El tiempo de permanencia:** El 16.70% de los encuestados viven en el Centro Poblado de Oropesa por un período menor a los 5 años, mientras que un 83.30% de los encuestados, afirman haber vivido siempre en el centro poblado, lo que reafirma su mayor interés y preocupación en la preservación del recurso hídrico que los abastece. (Anexo VI).
- **La oferta de recurso hídrico:** Consideran que el 72.20% de los encuestados afirman que la oferta de agua captada por la Galería Filtrante es suficiente para su consumo mas no para el riego y la industria panadera pues en época de secas esta oferta disminuye considerablemente. El 27.8% afirma que durante el año el agua es escasa y muestran su inconformidad por el recorte de horas del servicio de agua que merma su actividad económica. (Anexo VI).

- **El monto de Disposición a pagar:** El 44.40% de personas encuestadas, indican que pueden aportar un monto menor a un sol, el 28% que pueden aportar un monto de 1 sol, el 16.70% está dispuesto a pagar un monto de 2 soles y finalmente el 11.10% restante pueden pagar más de 2 soles. (Anexo VI).

i. Análisis Econométrico

Tabla 45. Variables Según Modelos Econométricos

VARIABLE	MÍNIMOS C	PROBIT	LOGIT
C	0.162368	-3.490930	-7.202975
EDAD	0.003898	0.021399	0.038160
SEXO	0.328773	2.586742	4.604648
GRADO	0.084183	0.825318	1.719161
OCUPACIÓN	0.023509	0.334733	0.738673
DAPSOLES	-0.055509	-0.376598	-0.557319
TIEMPO	0.121647	1.110187	2.051450
OFERTA	0.270544	1.805350	3.254247
R-cuadrado	0.361053	0.500849	0.502832
Schwarz criterion	1.332450	1.288104	1.286151

Fuente: Elaboración propia con Eviews, 2018.

La tabla 36 muestra los resultados obtenidos a través de la comparación de los tres modelos econométricos propuestos, interpretándose de la siguiente manera:

- El valor de β_0 , conocida como valor constante, es una variable independiente.
- Variable EDAD β_1 , el cual toma como valor promedio en la variable dependiente DAP. El promedio obtenido de las edades resulta de 44 años, lo que significa que a mayor edad, las personas podrán tener una mayor DAP.
- Variable SEXO β_2 , representa una variable dicotómica con valores (0 y 1). Se demuestra que de la población de encuestados, el 55.6% son varones; mientras que el 44.4% de mujeres, habiendo mayor DAP en el caso de los varones.

- Variable GRADO β_3 , correspondiente al grado de instrucción, demuestra que a mayor grado de instrucción de las personas, será más factible una mayor aportación en su DAP.
- Variable OCUPACIÓN β_4 , indica que actualmente los pobladores del centro poblado de Oropesa en su gran mayoría, se dedican al comercio y a la panadería, determinando que los mayores interesados en preservar y conserva el servicio de aprovisionamiento hídrico, son estas personas que dependen directamente del uso de agua para su actividad, considerando de mejor manera, la protección y abastecimiento del recurso hídrico por lo que su DAP es mayor.
- Variable DAPSOLES β_5 , está determinada según el pago que realizan por el consumo de agua, concluye que a una menor DAP mayor serán las personas en contribuir. El resultado es negativo por lo que se afirma que esta variable, dependiente de las demás, es inversamente proporcional.
- Variable TIEMPO, β_6 se determina en relación al tiempo de permanencia de las personas encuestadas en el área de estudio, demostrando que, a mayor tiempo de permanencia, tienen mayor interés y disposición a pagar que las personas que residen menos de 5 años en la zona.
- Variable OFERTA β_7 , representa la oferta del recurso hídrico, teniendo en consideración que según los resultados un 72.20% de la población, indican que la oferta de agua es suficiente, por esta razón se deduce que a mayor provisión de agua, mayor será su DAP.

Ramos, 2017 determina que la DAP está condicionado a las variables de nivel de educación y oferta hídrica, mientras que Roldán, 2016; determina las variables de educación y nivel económico como directamente proporcional a la DAP. Para el caso de los pobladores de Oropesa, la DAP está en relación directa con las variables de sexo y oferta del recurso hídrico y en relación inversa con el monto que estarían dispuestos a pagar.

ii. Variables para los modelos econométricos

La representatividad de las variables según la teoría econométrica R-cuadrado indica que una variable deja de ser significativa si su valor se aleja del valor 1 de máxima representatividad mientras que la significancia de los modelos, según la teoría econométrica del coeficiente de Schwarz, indica que un valor deja de ser significativo cuando su parámetro se acerca a 2.

En cuanto a las variables con mayor aporte significativo para los modelos econométricos, son las que tienen un valor menor al valor de confianza utilizado (0.05); en este sentido estas variables son el sexo y la oferta hídrica para los tres modelos econométricos analizados.

Tabla 46. Variables en el modelo Mínimos Cuadrados.

Dependent Variable: DAP				
Method: Least Squares				
Date: 10/25/18 Time: 19:44				
Sample: 1 36				
Included observations: 36				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.162368	0.406281	0.399645	0.6925
EDAD	0.003898	0.004005	0.973194	0.3388
SEXO	0.328773	0.121960	2.695740	0.0117
GRADO	0.084183	0.077606	1.084748	0.2873
OCUPACION	0.023509	0.096440	0.243772	0.8092
DAPSOLES	-0.055509	0.062949	-0.881818	0.3854
TIEMPO	0.121647	0.176383	0.689677	0.4961
OFERTA	0.270544	0.140483	1.925805	0.0643
R-cuadrado	0.361053	Mean dependent var		0.805556
Adjusted R-cuadrado	0.201316	S.D. dependent var		0.401386
S.E. of regression	0.358716	Akaike info criterion		0.980557
Sum cuadrado resid	3.602954	Schwarz criterion		1.332450
Log likelihood	-9.650019	Hannan-Quinn criter.		1.103377
F-statistic	2.260295	Durbin-Watson stat		2.055228
Prob(F-statistic)	0.058919			

Fuente: Elaboración propia con Eviews, 2018.

A nivel de representatividad de Variables, el valor de R-cuadrado para el modelo de Mínimos Cuadrados tiene como resultado el valor de 0.36 (30%) alejándose considerablemente del valor 1 de máxima representatividad.

A nivel de Significancia de Variables, el modelo de Mínimos cuadrados con un valor de Schwarz criterion de 1.33 se acerca al valor 2 de menor significancia, según Schwarz, lo que indica que este modelo es el menos recomendado para la determinación de las variables en cuanto a su significancia, este método es utilizado para fines de comparación.

Tabla 47. Variables en el modelo Probit

Dependent Variable: DAP				
Method: ML - Binary Probit (Newton-Raphson / Marquardt steps)				
Date: 10/28/18 Time: 22:58				
Sample: 1 36				
Included observations: 36				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-3.490930	2.560903	-1.363163	0.1728
EDAD	0.021399	0.024840	0.861497	0.3890
SEXO	2.586742	1.110092	2.330206	0.0198
GRADO	0.825318	0.567134	1.455244	0.1456
OCUPACIÓN	0.334733	0.669429	0.500028	0.6171
DAPSOLES	-0.376598	0.427229	-0.881489	0.3781
TIEMPO	1.110187	0.985699	1.126294	0.2600
OFERTA	1.805350	0.956746	1.886968	0.0592
McFadden R-cuadrado	0.500849	Mean dependent var		0.805556
S.D. dependent var	0.401386	S.E. of regression		0.315738
Akaike info criterion	0.936211	Sum cuadrado resid		2.791336
Schwarz criterion	1.288104	Log likelihood		-8.851803
Hannan-Quinn criter.	1.059031	Deviance		17.70361
Restr. deviance	35.46746	Restr. log likelihood		-17.73373
LR statistic	17.76386	Avg. log likelihood		-0.245883
Prob(LR statistic)	0.013082	Total, obs		36
Obs with Dep=0	7			
Obs with Dep=1	29			

Fuente: Elaboración propia con Eviews, 2018.

A nivel de representatividad de Variables, el valor de R-cuadrado para el modelo Probit tiene como resultado el valor de 0.5008 (50.08%) cercan al valor 1 de máxima representatividad, siendo superado por el modelo Logit.

A nivel de Significancia de Variables, el modelo Probit con un valor de Schwarz criterion de 1.288 se aproxima al valor 1 de mayor significancia según Schwarz lo que indica que este modelo es recomendado para la determinación de las variables en cuanto a su significancia; al igual que el modelo Logit con un valor Schwarz de 1.286.

Tabla 48. Variables en el modelo Logit

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-7.202975	5.014337	-1.436476	0.1509
EDAD	0.038160	0.043564	0.875956	0.3811
SEXO	4.604648	2.102855	2.189712	0.0285
GRADO	1.719161	1.225701	1.402595	0.1607
OCUPACIÓN	0.738673	1.320586	0.559352	0.5759
DAPSOLES	-0.557319	0.769529	-0.724234	0.4689
TIEMPO	2.051450	1.749550	1.172559	0.2410
OFERTA	3.254247	1.804575	1.803332	0.0713
McFadden R-cuadrado	0.502832	Mean dependent var		0.805556
S.D. dependent var	0.401386	S.E. of regression		0.303389
Akaike info criterion	0.934258	Sum cuadrado resid		2.577255
Schwarz criterion	1.286151	Log likelihood		-8.816645
Hannan-Quinn criter.	1.057078	Deviance		17.63329
Restr. deviance	35.46746	Restr. log likelihood		-17.73373
LR statistic	17.83417	Avg. log likelihood		-0.244907
Prob(LR statistic)	0.012741			
Obs with Dep=0	7	Total obs		36
Obs with Dep=1	29			

Fuente: Elaboración propia con Eviews, 2018.

A nivel de representatividad de Variables, el valor de R-cuadrado, arroja un resultado próximo a 1 que representa mayor significancia en el modelo Logit, con un valor de 0.502832, este coeficiente representa un 50.28% de representatividad.

A nivel de Significancia de Variables, el modelo Logit con un valor de Schwarz criterion de 1.286 se aproxima al valor 1 de mayor significancia según Schwarz lo que indica que este modelo es recomendado para la determinación de las variables en cuanto a su significancia al igual que el modelo Probit.

iii. Disposición a pagar

En relación a los resultados obtenidos en la estimación econométrica, se obtienen las medidas de tendencia central (media) en la siguiente tabla:

Tabla 49. Medida de cambio de la utilidad

Parámetros	Mínimos Cuadrados	Probit	Logit
Variable DapSoles	-0.055509	-0.376598	-0.557319
Media aritmetica	18.01509665	2.65535133	1.794304519

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo una media aritmética según cada modelo econométrico utilizado, siendo el modelo más significativo Logit con una media de 1.79 de sol como la disposición a pagar por parte de los pobladores de Oropesa para llevar a cabo las acciones de conservación de la cabecera de cuenca a fin de garantizar el aprovisionamiento de agua de la galerías filtrante del distrito de Oropesa.

En la Sección III: Potencialidades del agua de la encuesta aplicada, se dio a elegir al encuestado el monto que estaría dispuesto a pagar por mantener la oferta hídrica: menos de 1 sol, 1 sol, 2 soles o la opción de que la disposición sea mayor como se presenta en la figura 9.

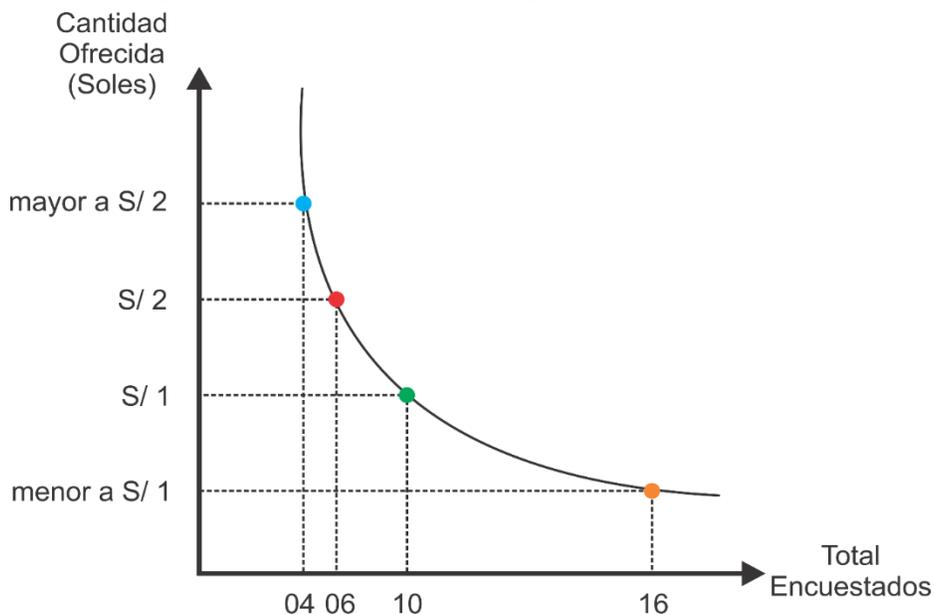


Figura 9. Disposición a pagar (Elaboración propia en base a DAP soles, 2018)

Según el gráfico se comprueba que una mayor disposición a pagar genera una menor demanda a la DAP, el monto idóneo se acerca a S/ 1.79 para proteger y mantener las condiciones del ecosistema que abastece a la Galería Filtrante de Atoqwachana en el Distrito de Oropesa, teniendo un total del 22.20% de personas que indican que pueden aportar un valor menor a un sol, un grupo mayor del 50% indican que pueden aportar un monto de 1 sol, otro grupo del 11.10% indican que la disposición a pagar es de 2 soles y finalmente otro grupo infiere que pueden pagar más de 2 soles en un 16.70% de los encuestados.

4.4 PROPUESTA DEL MECANISMO DE RETRIBUCIÓN POR EL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO.

Para la implementación del Mecanismo de Retribución por el servicio Ecosistémico de aprovisionamiento hídrico proveído por los manantes de la cuenca de Atoqwachana, se plantearon según los siguientes pasos:

- a. Caracterización de la estructura y la función del ecosistema.** La cabecera de cuenca de Oropesa se encuentra desprovista de vegetación y carente de un manejo adecuado de los suelos que conlleva a la insuficiente recarga de acuíferos que proveen del recurso hídrico a la galería, pese a esto, la galería filtrante de Atoqwachana, cuenta con una oferta de 41.8 l/s.
- b. Identificación de Contribuyentes y retribuyentes.** Los contribuyentes son los pobladores del anexo de Pucará que por ser pocas familias, explotan el manante de Yanahuaylla, por lo que no se benefician directamente del agua proveída por la galería filtrante de Atoqwachana pero son pieza fundamental de este mecanismo por ser la población asentada en la cabecera de la cuenca en estudio y su participación es importante como contribuyente pues la calidad y protección del recurso hídrico recae en sus acciones de conservación; mientras que los retribuyentes viene a ser 1242 viviendas del centro poblado de Oropesa, beneficiada por este recurso, que en su mayoría están dispuestos a pagar por la conservación y protección del recurso hídrico.
- c. Estimación del Valor económico.** Utilizando el modelo econométrico Logit se estimó el Valor económico del recurso hídrico a través de la Disposición a Pagar de los pobladores de Oropesa.
- d. Establecimiento de acuerdos.** Los pobladores de Oropesa, como retribuyentes por el servicio prestado de aprovisionamiento hídrico, están dispuestos a pagar de 1.79 soles, incrementado a su recibo de agua mensual de 6 soles. Mientras que los contribuyentes, en

este caso los pobladores del anexo de Pucará, se comprometen a realizar trabajos de protección y mantenimiento del ecosistema de cabecera de cuenca conjuntamente con la municipalidad de Oropesa, para garantizar la recarga efectiva de los acuíferos y con esto asegurar la oferta hídrica que capta la galería filtrante de Atoquachana y a su vez beneficiarse de proyectos de saneamiento básico carentes en esta la zona.

- e. **Promoción de la plataforma institucional.** Conformada principalmente por la municipalidad de Oropesa como ente administrador y ejecutor de los fondos recaudados y las asociaciones representativas del centro poblado: JASS Pucará con ente fiscalizador de la inversión de estos fondos para proyectos protección y recuperación de la cabecera de cuenca.

La recaudación de los fondos y su administración, estarán a cargo de la Municipalidad de Oropesa a través de su oficina de Saneamiento Básico (OMSABA) para su posterior inversión en proyectos de saneamiento básico beneficiando a las poblaciones anexas de la cabecera cuenca, como el anexo de Pucará, mejorando las condiciones sanitarias y de esta manera evitar la contaminación de manantes y otras fuentes de agua. El fondo que se obtiene de la cantidad de viviendas abastecidas con el servicio hídrico y las DAP obtenida nos da un total de 2,223.18 soles mensuales, que será invertida en proyectos de infraestructura verde con el fin de minimizar la erosión de los suelos e incrementar la recarga hídrica de los acuíferos, a través de la siembra y cosecha de agua, así como la recuperación de otros servicios ecosistémicos.

Se plantea la protección y recuperación de los ecosistemas naturales en la cabecera de cuenca, mediante la recuperación de las zanjas de infiltración ya existentes, la implementación de terrazas de formación lenta y el control de cárcavas para evitar la erosión

del suelo. Además del repoblamiento con pastos naturales, forestación y reforestación con especies nativas en la cabecera de cuenca correspondiente al anexo de Pucará.



Figura 10. Propuesta del MERESE – Oropesa, 2019

CONCLUSIONES

1. La cuenca de Oropesa es de noveno orden ubicada en la cuenca hidrográfica del río Amazonas, de forma ovalada ($Kc=1.45$) con un área de 7.9 km^2 y un perímetro de 14.52 km , con una altura media de $3\ 625\text{m}$.
2. El valor ecológico del servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico es ALTO, condicionado a su estado de conservación y presencia de cobertura vegetal. La cuenca genera un caudal de 41.8 l/s y el agua es considerada APTA para consumo humano. El tipo de suelo es franco arenoso, con una porosidad promedio de 25.6% y una capacidad hídrica promedio de 31.38% .
3. El valor económico del servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico, mediante el modelo Logit, es de 1.79 soles.
4. El Mecanismo de Retribución para el servicio de Aprovisionamiento Hídrico comprende: implementación de terrazas de formación lenta, control de cárcavas y reforestación con especies nativas.

RECOMENDACIONES

1. Para mejorar el servicio ecosistémico de aprovisionamiento hídrico, se recomienda la combinación de prácticas mecánicas y forestales, de tal forma que se incrementen los coeficientes de infiltración y disminuya la escorrentía superficial, siendo necesario desarrollar sistemas de recarga artificial.
2. Antes de realizar las encuestas es fundamental realizar acciones de sensibilización al número de personas a encuestar ya que, la información recibida es más confiable y evita el sesgo de la información.
3. Se recomienda que las investigaciones que abarquen el tema de valoración ecológica - económica consideren la implementación del Mecanismo de Retribución de Servicios Ecosistémicos, según los lineamientos del MINAM y la ley N° 30215 para dar aplicabilidad directa en la toma de decisiones en un marco de gestión de recursos hídricos.
4. A nivel de softwares utilizados para la valoración económica se recomienda E-views frente a otros softwares estadísticos (SPSS, EXCEL, MINITAB) debido a las limitaciones a nivel de interpretación de las variables de los modelos econométricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, (2016). Diseño y propuesta de gestión adaptativa del Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos en la localidad de Abancay. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Aburto, (2013). Valoración económica del servicio ambiental hidrológico de la microcuenca Paso de Caballos. Nicaragua.
- Azqueta, (2007). Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill. Madrid.
- Brack, (2004). “Ecología del Perú”. Lima.
- Centro Guamán Poma De Ayala (1997). Proyecto: Recuperación Y Manejo De Recursos Naturales – Zona Sur – Valle Huatanay; Sub proyecto: Galería filtrante Oropesa y Saylla, para abastecimiento de agua potable y riego. 52 p.
- Centro Guamán Poma De Ayala, (2004). Amanecer en el bajo Huatanay, Diagnóstico de recursos naturales del Valle del Cusco. Lima, Perú.
- Centro Guamán Poma De Ayala, (2009). Proyecto de ampliación de la Galería Filtrante de Oropesa, Perú.
- Cerda, (2007). Valoración Económica del Medio Ambiente. Universidad de Talca. Colombia.
- Choquehuanca, (1999). Análisis morfométrico de la cuenca hidrográfica del Río Lucre. Cusco, Perú.
- De la Torre & Acostupa (2013). Estadística Inferencial Para Investigación En Ciencias De La Salud. Cusco, Perú.
- DIGESA, Dirección General de Salud Ambiental (2011) Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N°031-2010-SA. Ministerio de Salud. Lima.
- DIRESA, Dirección regional de Salud Cusco, (2007). VEA-Dirección de Epidemiología.

- DIRESA, Dirección regional de Salud Cusco, (2018). Análisis fisicoquímico de la galería filtrante de Atoqwachana. Cusco.
- E.P.S. SEDA CUSCO, (2013-2018). Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos en la microcuenca de Piuray Ccorimarca-Chinchero. Cusco.
- Evaluación De Los Ecosistemas Del Milenio (2004). Millennium Ecosystem Assessment (MEA). Malasia y Estados Unidos.
- Evaluación De Los Ecosistemas Del Milenio (2009). Millennium Ecosystem Assessment (MEA). Estados Unidos.
- Faggi y Cagnoni, (1994). Valoración ecológica de la vegetación en áreas costeras bajo protección.
- FAO, (2000). Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación. Perfiles Nutricionales de países: Perú.
- FAO, (2009). Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación. Pago por Servicios Ambientales en Áreas protegidas en América Latina. Chile.
- Fetter, (2001). Hidrología Aplicada. Aguas subterráneas. 3ra ed. New Jersey, USA.
- Figueroa, (2010). Valoración de Servicios Ecosistémicos culturales: Región de Tarapacá, Chile.
- Freeman, (1994). Medida del ambiente y valoración de los recursos, Washington.
- Franco, (2011). Ecología y Conservación: laboratorio y campo. México.
- Galarza, (2004). La economía de los recursos naturales. Universidad del Pacífico. Lima, Perú.
- Giraldo & Gudiel, (2014). Valoración ecológica y económica contingente de la cuenca Pumamarca, San Sebastián. Cusco. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/1620>

- Gil, (2011). Valoración Ecológica Económica de recurso hídrico en la Comunidad Campesina de Pillco Grande Paucartambo, Cusco.
- Guerra & Durand, (2019). Valoración ecológica y económica del humedal de las comunidades de Yungaqui e Inquilpata, provincia Anta-Cusco.
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4620>
- Hanley, (1994). Environmental Economics: In theory and practice. London: Macmillan text in economics.
- Hanemann, (1996). Statistical analysis of discrete response CV data. Working paper n° 798. Department of Agricultural and Resource Economics. Berkeley: University of California.
- Hartge, (2009). Capacidad de retención del agua, práctica y métodos. Suiza.
- Holdrige (1947). Zonas de vida ecológica.
- INEI, (2007). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Censos Nacionales, Perú.
- INEI, (2017). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Censos Nacionales, Perú.
- IMA Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (2006). Quispicanchis: Identificación y evaluación de potencialidades en el ámbito de influencia. Cusco, Perú.
- IMA Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (2007). Zonificación ecológica económica de la provincia de Quispicanchi (ZEE). Cusco, Perú.
- IMA Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (2012). Estudio de Identificación y Evaluación de Riesgo del proyecto: Tratamiento de Microcuencas Inestables de la cuenca del río Huatanay. Cusco, Perú.
- IMA Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (2016). Recuperación Del Servicio Ecosistémico de Regulación Hídrica En la Cuenca De Pachatusan, Distrito Oropesa, Quispicanchis. Cusco, Perú.

- Loyola, (2007). Valoración del Servicio Ambiental de Provisión de Agua con Base en la Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca - Cuenca del Río Chili. Lima, Perú.
- Mallqui, (2016). Valoración ecológica – económica del recurso hídrico en el humedal Lucre-Huacarpay, Cusco. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/5164>
- Municipalidad Distrital de Oropesa, (2012). Mejoramiento y Ampliación de Agua Potable y desagüe del Centro Poblado de Oropesa. Cusco, Perú.
- Municipalidad Distrital de Oropesa, (2018). Plan anual de evaluación y fiscalización ambiental (PLANEFA). Cusco, Perú.
- ONERN (2015). Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Mapa de Zonas de Vida. www.geogpsperu.com.
- Pantia, (2010). Valoración Económica del Humedal Lucre – Huacarpay. Aplicación del método Valoración Contingente. Cusco, Perú.
- Penna, (2008). La valoración de servicios ambientales: "Diferentes paradigmas", Estudios socioeconómicos de sustentabilidad de los sistemas de producción y de los recursos naturales de trabajo (Vol. 02). Argentina.
- Ramos, (2017). Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos hídricos en la microcuenca Copallín, provincia de Bagua, Amazonas.
- Roldán, (2016). Valoración económica del recurso Hídrico para el suministro de agua potable de la cuenca del río Tomebamba, Alicante.
- Romero, (2005). Calidad de Agua, 2º edición. Escuela colombiana de Ingeniería. Colombia.
- SENACE, (2009). Servicio Nacional de Certificación ambiental para las inversiones sostenibles. Reglamento de Clasificación de Tierras pro su Capacidad de Uso Mayor. DS N° 017-2009-AG. Perú.

- SENAMHI, (2011). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Aguas subterráneas, acuíferos. Lima, Perú.
- Soncco, (2015). Valoración económica del servicio de regulación hídrica en el Valle Sagrado de los Incas, microcuencas de Yanahuara y Jochoc. Cusco.
- MINAM, (2014). Ministerio Del Ambiente, Ley N.º 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos. Lima, Perú.
- MINAM, (2016). Guía de valoración del Patrimonio Natural. 2ª.ed. Lima, Perú.
- Tudela, (2008). Estimación de la Disponibilidad a Pagar de los habitantes de la ciudad de Puno por el tratamiento de Aguas Servidas. Puno, Perú.
- Universidad Nacional Agraria La Molina (2008). Departamento de Suelos: Manual de Prácticas de Edafología. Lima, Perú.
- Universidad Nacional Autónoma de México (2010). Instituto de Geología: Manual de Procedimientos Analíticos de Suelos. México.
- Universidad Nacional San Antonio Abad (1999). Laboratorio de Suelos: Guía para la evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. Cusco, Perú.
- USDA, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (1983). Guía para la Evaluación de suelos y valoración de sitios. Washington, DC.
- USDA, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (1999). Guía para la evaluación de la Calidad y salud del Suelo. Washington, DC.
- Zambrano, (2011). Delimitación, codificación de las cuencas hidrográficas según los métodos de Pfasftetter y Strahler. Huaraz, Perú.

Páginas Web:

1. Parámetros para el control de Calidad de agua potable, Dirección Regional de Salud,
Disponible en: <http://www.diresa.org.pe>
2. Servicios Ecosistémicos, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>
3. Accesibilidad Oropesa, Open Street map.
Disponible en :<https://www.openstreetmap.org/relation/1925153#map=12/-13.5614/-71.8624&layers=T>
4. Macrozonificación de la Región Cusco. Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente
Disponible en : <http://www.ima.org.pe/estudios/zee-cusco.html>

ANEXOS

ANEXO I
DATOS METEOROLÓGICOS

DATOS METEOROLÓGICOS K'AYRA

TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN MENSUAL (2007-2017)				
MESES	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACIÓN (mm)
	MÁXIMA	MÍNIMA	PROMEDIO	
Enero	20.60	7.40	14.00	139.3
Febrero	20.50	7.40	13.95	134.5
Marzo	20.90	6.60	13.75	82.7
Abril	21.20	4.50	12.85	40.4
Mayo	21.30	1.30	11.30	8.9
Junio	21.50	-0.70	10.40	2
Julio	21.30	-1.10	10.10	2.9
Agosto	22.40	0.40	11.40	3.7
Setiembre	22.50	3.30	12.90	14.2
Octubre	22.40	5.20	13.80	47.4
Noviembre	22.80	6.30	14.55	67.6
Diciembre	20.90	7.10	14.00	125.6
			$X = 12.75$	$\Sigma = 669.2$

Fuente: Datos obtenidos en la estación meteorológica de K'ayra. Facultad de Ciencias Agrarias.

ANEXO II
AFORO DE CAUDALES DE
MANANTES

CAUDAL MANANTE ATOQHUACHANA

	VOL (l)	TIEMPO (s)	CAUDAL (l/s)
FEBRERO-MAYO	20.0	3.5	5.7
	20.0	3.0	6.7
	20.0	2.8	7.1
	20.0	2.8	7.1
			X= 6.7
JUNIO-SETIEMBRE	20.0	1.8	11.1
	20.0	1.9	10.5
	20.0	2.0	10.0
	20.0	1.5	13.3
			X= 11.2

CAUDAL MANANTE QUINCEMILNIYOQ

	VOL (l)	TIEMPO (s)	CAUDAL (l/s)
FEBRERO-MAYO	20.0	10.0	2.0
	20.0	8.0	2.5
	20.0	10.0	2.0
	20.0	11.1	1.8
			X= 2.1
JUNIO-SETIEMBRE	20.0	1.6	12.5
	20.0	2.0	10.0
	20.0	1.6	12.5
	20.0	1.7	11.8
			X= 11.7

CAUDAL GALERÍAS FILTRANTES

	VOL (l)	TIEMPO (s)	CAUDAL (l/s)
FEBRERO-MAYO	225.0	22.0	10.2
	225.0	21.0	10.7
	225.0	22.0	10.2
	225.0	22.0	10.2
			X= 10.3
JUNIO-SETIEMBRE	20.0	1.3	15.4
	20.0	1.3	15.4
	20.0	1.0	20.0
	20.0	0.8	25.0
			X= 18.9

Fuente: Elaboración propia, 2018.

ANEXO III
ANÁLISIS DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO LCC -2650-2018

SOLICITANTE: BR. YOLANDA GABRIELA CAIRO BUSTOS

DATO DE MUESTREO

Nombre del Producto: Manante Atoqhuachana - Galeria Filtrante

Departamento:	Cusco	
Provincia:	Quispicanchi	
Distrito:	Oropesa	
Localidad:	Cuenca Oropesa	
Muestreado por:	Gabriela Cairo	
Fecha y hora de Toma de Muestra:	18-09-18	12:30 p.m
Fecha y hora de Ingreso de Muestra:	18-09-18	15:30 p.m
Fecha y hora de Análisis:	18-09-18	16:00 p.m
N° de Factura :	F- 54 - 13802 - 69	

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Límite de Detección del Método	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100 ml	<1.8	2
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	<1.8	<1.8

Interpretación de los resultados: <1,8 significa Ausencia

METODO UTILIZADO:

Técnica de fermentación en tubo múltiple APHA-AWWA-WPCF- Métodos normalizados para análisis de agua potable y aguas residuales - 22ª Edición.

9221B Fermentación tubo Múltiple (NMP) "Coliformes Totales"

9221E Procedimiento de (NMP) para "Coliformes Fecales"

OBSERVACIONES:

La muestras tomadas para el análisis respectivo son responsabilidad del solicitante

Cusco, 26 de setiembre del 2018

INFORME DE ENSAYO LCC -2650-2018

SOLICITANTE: BR. YOLANDA GABRIELA CAIRO BUSTOS

DATO DE MUESTREO

Nombre del Producto: Agua de Distribución

Departamento:	Cusco	
Provincia:	Quispicanchi	
Distrito:	Oropesa	
Localidad:	Cuenca Oropesa	
Muestreado por:	Gabriela Cairo	
Fecha y hora de Toma de Muestra:	18-09-18	13:30 p.m
Fecha y hora de Ingreso de Muestra:	18-09-18	16:30 p.m
Fecha y hora de Análisis:	18-09-18	17:30 p.m
N° de Factura :	F- 54 - 13802 - 69	

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Límite de Detección del Método	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100 ml	<1.8	<1.8
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	<1.8	<1.8

Interpretación de los resultados: <1,8 significa Ausencia

METODO UTILIZADO:

Técnica de fermentación en tubo múltiple APHA-AWWA-WPCF- Métodos normalizados para análisis de agua potable y aguas residuales - 22ª Edición.

9221B Fermentación tubo Múltiple (NMP) "Coliformes Totales"

9221E Procedimiento de (NMP) para "Coliformes Fecales"

OBSERVACIONES:

La muestras tomadas para el análisis respectivo son responsabilidad del solicitante

Cusco, 26 de setiembre del 2018



"CUSCO CAPITAL HISTORICA DEL PERU"
"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACION NACIONAL"

INFORME N° 2440 - 2018
ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

Solicitante:	BR. YOLANDA GABRIELA CAIRO BUSTOS
--------------	-----------------------------------

DATOS DE MUESTREO:

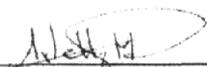
N° Informe Ensayo	: 2040	Red de Salud	: Cusco Sur
Sistema	: Pucara	Fecha/Hora de Muestreo	: 18/09/18 11:30 hrs
Localidad	: Pucara	Fecha/Hora Llegada al Lab.	: 18/09/18 16:10 hrs
Distrito	: Oropesa	Fecha/Hora Inicio de Análisis	: 18/09/18 16:15 hrs
Provincia	: Quispicanchi	Muestra tomada por	: Tec. Enf. Nilza Azurin Meza
Departamento	: Cusco	Cloro Residual mg/L	: -
Punto de Muestreo	: Captación		
Observaciones	: La muestra presenta olor aceptable		

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	174.0
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	138.4
Dureza Cálcica	mg/L CaCO ₃	109.9
Dureza Magnésica	mg/L CaCO ₃	28.5
Cloruros	mg/L Cl ⁻	11.8
Acidez	mg/L CaCO ₃	5.9
Turbiedad	NTU	12.75
Conductividad	us/cm	284.0
pH (en Laboratorio.)	---	6.87
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	143.0

Temperatura de Referencia de la muestra en Laboratorio: T (°C)= 24.5

METODO DE ENSAYO	Procedimientos Normalizados de Operación para Análisis de Aguas Laboratorio de Control de Calidad de Aguas y Alimentos
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, 21 th. Edition, 2005.

Cusco, 24 de setiembre del 2018


Responsable del Área Físico químico de Agua
Ing. Arletty A. Marcapura Aragón
CIP 127739

GOBIERNO REGIONAL
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CUSCO
DIRECCIÓN DE LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA

Mg. Yolanda Gabriela Cairo Bustos

ANEXO IV
ANÁLISIS DE SUELO

POROSIDAD

MUESTRA	VOL SUELO	VOL AGUA	V1+V2	(%)
	V1 (cm ³)	V2 (ml)		
S001	50	50	74	26
S002	50	50	73	27
S003	50	50	76	24
				X=25.7%

CAPACIDAD DE RETENCIÓN HÍDRICA

MUESTRA	VOL SUELO	PESO 1*	PESO 2*	P1-P2	(%)
	(cm ³)	(gr.)	(gr.)	(gr.)	
S001	100	124	176.5	52.5	29.74
S002	100	124.6	174.5	49.9	28.6
S003	100	123.5	192.5	69	35.8
					X=31.38%

*Peso 1= vol. Suelo + peso de cilindro cribado + papel secante

*Peso 2= P1 + 50 ml de Agua destilada

Fuente: Elaboración propia con base en Franco, 2011. Lab. Fac. Ciencias UNSAAC, 2018.

ANEXO V
ENCUESTA

ENCUESTA PILOTO

ANEXO 1. Encuesta para determinar el Valor Ecológico – Económico del Servicio Ecosistémico del Recurso Hídrico de la galería filtrante de Atoqhuachana en el distrito de Oropesa- Cusco.

Nº: _____

Nombre: _____
Fecha: ____/____/____

Encuestadores: Se administrará el cuestionario sólo a personas adultas mayores de 18 años, que sean jefe de familia. Es una entrevista completamente confidencial únicamente utilizada para obtener información socio-económica de la familia, con el fin de elaborar propuestas para determinar el valor ecológico – económico del recurso hídrico de la galería filtrante de Atoqhuachana a beneficio del centro poblado en relación a su uso.

Introducción:

Buenos días/buenas tardes, mi nombre es _____.

La presente investigación busca estimar el valor ecológico y económico del recurso agua de la galería filtrante para consumo de los habitantes del centro poblado de Oropesa y determinar el valor real del uso de agua para que de esta manera se pueda proponer las políticas adecuadas para la gestión y conservación del recurso hídrico.

SECCIÓN I. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Oropesa se ubica en la Provincia de Quispicanchi, región Cusco, A 21 km al sur este de la ciudad del Cusco y cuenta con una población de 6250 habitantes.

En centro poblado de Oropesa se abastece del agua potable captada por la galería filtrante de Atoqhuachana en el distrito de Oropesa que recolecta agua procedente de 44 manantiales. Dicha galería, está ubicada en la quebrada de Uñumpampa, anexo Pucará. El uso indiscriminado del agua provoca la disminución del caudal que abastece a la galería filtrante sumado a la falta de protección de la cabecera de cuenca hace que la galería no capte el caudal suficiente para satisfacer la demanda actual de agua de la población de Oropesa por lo que se ve la necesidad de implementar acciones de protección de suelo en la cabecera de cuenca para asegurar la infiltración efectiva de los acuíferos. Motivo por el que necesitamos conocer aspectos puntuales a través de la información que nos pueda brindar, las mismas que serán de estricta reserva.

1. ¿Vive usted en el Centro Poblado Oropesa-Quispicanchi?

- SI - (pasar a 2)
 NO – Agradecer y buscar otra persona.

2. ¿Es natural de la provincia de Quispicanchi?

- SI - (pasar a 3)
 NO - ¿Dónde nació?
Provincia _____
Departamento _____

3. ¿La casa donde vive es propia?

- SI
 NO

4. ¿Tiene servicio de agua en su casa?

- SI
 NO

5. ¿Tiene agua las 24 horas todos los días?

- SI
 NO

6. ¿Cuántos días de la semana recibe el servicio de agua en su casa?

_____ días

7. Durante los días que recibe agua en su casa, ¿De qué hora a qué hora recibe el agua?

8. ¿Cuánto pagó por el consumo de agua el mes pasado?

_____ Soles

- No pagó

9. ¿Cómo calificaría la cantidad de agua que recibe en su casa?

- Abundante
- Suficiente
- Escasa

10. ¿Por favor indíquenos para qué utilizan el agua que llega a su casa?

- Para beber y cocinar
- Lavar ropa
- Aseo personal y baño
- Para elaborar panes
- Otro (especifique) _____

11. ¿Compra agua adicional para beber?

- SI
- NO

12. ¿Sabe usted de dónde proviene el agua que consume la población de Oropesa?

- SI
- NO

13. ¿Considera que el agua subterránea que capta la galería es importante para la población?

- SI
- NO

14. ¿Por qué lo considera o no lo considera importante?

15. ¿Cómo calificaría la importancia que tiene la galería filtrante para el desarrollo de su vida y de su familia?

- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- No es importante

16. ¿Sabe de dónde capta o extrae el agua la galería filtrante que provee el servicio de agua de consumo humano para el centro poblado de Oropesa?

- Río
 - Manantial
 - Otro
- Especifique _____

17. ¿Ha visitado alguna vez la galería filtrante de Atoquachana?

- SI - (pasar a 18)
- NO - (pasar a 20)

18. Considera que la cantidad de agua que capta la galería filtrante es:

- Abundante
- Suficiente
- Escasa

19. Diga cuáles serían las causas de que la cantidad de agua en la galería filtrante sea abundante, suficiente o escasa.

(Referirse a la respuesta a la pregunta 18).

20. ¿Cree que existe alguna relación entre los nevados, la vegetación natural (pastos naturales y/o bosques) de las partes alta y media con la cantidad de agua que capta la galería?

- SI - (pasar a 21)
- NO - (pasar a 22)

21. Me podría explicar ¿Cómo sería la relación?

22. ¿Considera usted que es importante el mantenimiento y conservación de los ecosistemas (pastos y bosques) de la parte alta de la cuenca de Oropesa para la captación de agua por la galería filtrante?

- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- No importante

23. ¿Cómo considera la calidad del agua para consumo humano?

- Buena
 Regular
 Mala
¿Por qué?

24. ¿En qué meses el agua es más escasa para el consumo humano? (marcar con X los meses de mayor escasez)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC

SECCIÓN II: Potencialidades del Agua de la galería filtrante de Atoqhuachana

La galería filtrante de Atoqhuachana capta agua procedente de 44 manantiales, pues en la parte alta y media de la cuenca se encuentran nevados, lagunas y ecosistemas (pastos, bosques y humedales) que permiten la infiltración efectiva del agua de lluvia.

La galería filtrante abastece al centro poblado de Oropesa con una población de 3621 habitantes que utilizan el agua para sus actividades domésticas e industriales. La mala gestión del agua y el uso inadecuado de este recurso ha llevado a la disminución del caudal año tras año aunado a todo ello el cambio climático que tiene una clara incidencia en la oferta de agua y en el régimen de precipitaciones que afectan directamente la recarga efectiva de los acuíferos.

De persistir con las malas prácticas antrópicas y no proponer un uso sostenible del agua, el caudal que capta la galería filtrante irá disminuyendo, viéndose afectada la salud humana y el factor económico principal de la elaboración del pan. Hacia los años 80 existía agua suficiente para hacer funcionar el molino de trigo de Oropesa que servía para el procesamiento del trigo cosechado por los mismos pobladores de Oropesa y utilizados para la fabricación de su pan.

Se hace necesario realizar la presente investigación para conocer el valor real ecológico y económico de dicho servicio hídrico, para que posteriormente las autoridades puedan proponer estrategias de manejo sostenible para este bien que la naturaleza brinda al poblador de Oropesa.

25. ¿Estaría usted dispuesto a conservar el agua para consumo humano en el centro poblado de Oropesa?

- Si
 No
 Tal vez

26. ¿Estaría usted de acuerdo con tener agua para su uso sin depender de la estacionalidad (lluvia o estiaje) para la producción de harina de trigo, como en tiempo atrás, con lo que reduciría aproximadamente un 50% el costo de la elaboración del pan en beneficio de todas las personas que viven en el centro poblado de Oropesa?

- Si
 No
 Tal vez

27. En base a los anterior. ¿Estaría usted dispuesto a colaborar para que se realicen las acciones propuestas y garantizar así el suministro de agua, en cantidad y calidad, proveniente de la galería filtrante para usted y su familia?

- SI
 NO

28. ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar para el financiamiento de las actividades de conservación y restauración de la cuenca de Oropesa para garantizar la infiltración de agua. (Soles)

- 0.50 - 1.00
 1.00 - 2.00
 3.00 +...
 No estaría dispuesto a pagar

29. En su opinión ¿Cuál sería el medio más adecuado para recolectar su aporte económico?

- Recibo de agua.
 Arbitrios municipales.
 Otros.
Especifique: _____

SECCIÓN III: INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA

30. El entrevistado es:

- Hombre
 Mujer

31. ¿Cuántos años tiene?

_____ Años

32. Su estado civil es:

- Soltero
 Casado
 Viudo
 Conviviente
 Divorciado

33. ¿Cuál es su grado de instrucción?

- Sin instrucción
 Primaria (Completa /incompleta)
 Secundaria (Completa /incompleta)
 Técnica (Completa /incompleta)
 Universitaria (Completa /incompleta)
 Otro _____

34. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

35. ¿Cuántos hijos menores de 18 años hay en su hogar?

36. ¿Trabaja usted actualmente?

- SI (pasar a 37)
 NO - (pasar a 38)

37. ¿Cuál es su ocupación?

38. ¿Cuál rango es el más cercano a sus ingresos familiares totales por mes? Por favor incluya todas las fuentes de ingreso. (Mostrar rangos para selección).

- Hasta 300 soles
 Entre 301 y 500 soles
 Entre 501 y 800 soles
 Entre 801 y 1500 soles
 Entre 1501 y 2500 soles
 Entre 2501 a 4000 soles
 Entre 4000 a más soles

Muchas gracias por su tiempo, la información que nos proporcionó es muy valiosa para el estudio.

Lugar donde lo ha entrevistado: _____

Actitud del entrevistado

- Buena
 Indiferente
 Poco dispuesto

Grado de entendimiento

- Alto
 Medio
 Bajo

ENCUESTA APLICADA

Valor Ecológico – Económico del Servicio Ecosistémico del Recurso Hídrico de la galería filtrante de Atoquachana, distrito de Oropesa- Cusco.

Nº: _____

Fecha: ____/____/____

SECCIÓN I: INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA

1. El entrevistado es:

- Hombre
 Mujer

2. ¿Cuántos años tienes?

_____ Años

3. Estado civil:

- Soltero
 Casado
 Viudo
 Conviviente
 Divorciado

4. ¿Tienes familia?

- SI
 NO

5. ¿Cuántas personas conforman tu familia?

6. ¿Cuántos hijos menores de 18 años hay en tu hogar?

7. ¿Qué grado de instrucción tienes?

- Sin instrucción
 Primaria
 Secundaria
 Técnica
 Universitaria

8. ¿En qué trabajas actualmente?

9. ¿Hace cuánto tiempo vives en Oropesa?

- Más de 5 años
 Menos de 5 años
 Desde siempre

10. ¿En qué lugar del poblado de Oropesa vives?

SECCIÓN II. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

11. ¿Cuentas con agua y desagüe?
 SI
 NO
 Sólo agua

12. ¿Recibes el servicio de agua todos los días?
 SI
 NO

13. ¿Cuántas horas al día?
 24 h
 12 h
 <12 h

14. El agua que recibes en tu casa es:
 Insuficiente
 Suficiente

15. ¿Para qué utilizan el agua?
 Uso doméstico (cocinar, lavar)
 Uso personal (aseo)
 Riego agrícola
 Elaboración de panes
 Otro (especifique) _____

16. ¿Sabes de dónde proviene el agua que consume la población de Oropesa?
 SI
 NO

17. ¿Conoces la galería filtrante de Atoqhuachana?
 SI
 NO

18. La cantidad de agua que capta la galería filtrante es:
 Suficiente
 Insuficiente
 ¿Por qué? _____

19. ¿El agua subterránea que capta la galería es importante para la población?
 SI
 NO
 ¿Por qué? _____

20. ¿Crees que existe alguna relación entre los nevados, la vegetación (pastos naturales y/o bosques) de la parte alta con la cantidad de agua que capta la galería?
 SI
 NO
 ¿Cómo se relaciona? _____

21. ¿Qué calidad tiene el agua para consumo humano que recibes?
 Buena
 Regular
 Mala
 ¿Por qué? _____

22. ¿Pagas por el consumo de agua?
 Si
 No
 A veces
 ¿Cuánto?

23. ¿Crees que es importante mantener y conservar los pastos y bosques de la parte alta de Oropesa para la infiltración del agua?
 SI
 NO
 ¿Para qué?

24. ¿En qué meses el agua es:

a) Abundante:

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC

b) Escasa:

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC

SECCIÓN III: POTENCIALIDADES DEL AGUA DE LA GALERÍA FILTRANTE DE ATOQUACHANA

25. ¿Es importante el agua para consumo humano en el centro poblado de Oropesa?

- SI
 NO

28. ¿Cuánto podrías pagar para garantizar el agua constante?

- < 1 sol
 1 sol
 2 soles
 Más _____

26. ¿Te gustaría tener agua constante durante todo el año sin depender de la estacionalidad (lluvia o estiaje)?

- SI
 NO

29. ¿Cómo sugieres la recolecta de tu aporte económico mensual?

- Recibo de agua.
 Arbitrio municipal.
 Otros.

Especifique: _____

27. ¿Estarías dispuesto a colaborar para conservar y garantizar el agua constante?

- SI
 NO
¿Por qué? _____

Muchas gracias por tu tiempo, la información que nos proporcionó es muy valiosa para el estudio.

Lugar donde lo ha entrevistado: _____

Actitud del entrevistado

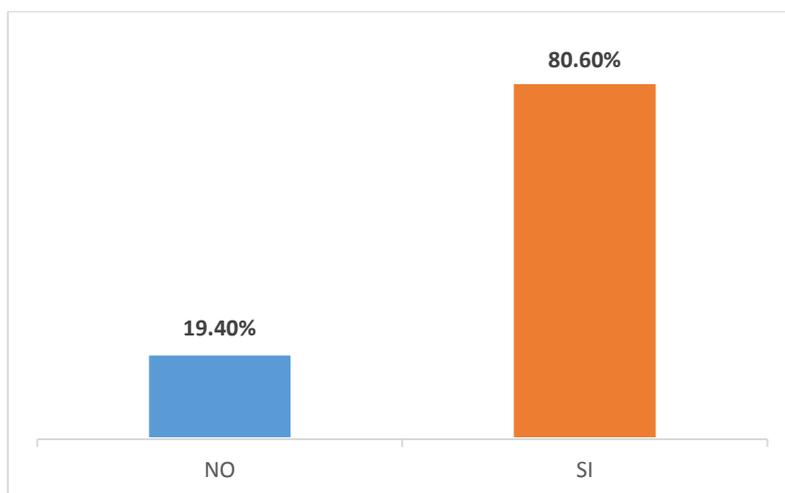
- Buena
 Indiferente
 Poco dispuesto

Grado de entendimiento

- Alto
 Medio
 Bajo

ANEXO VI
ANÁLISIS ECONOMETRICO POR
VARIABLE

1) DISPOSICIÓN A PAGAR



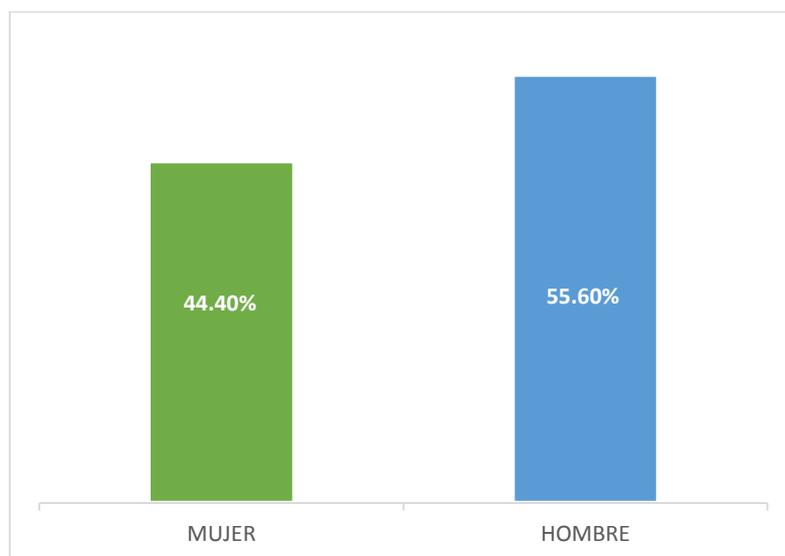
FUENTE: Elaboración propia, 2018

2) EDAD DE LOS ENCUESTADOS

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		44,1389
Mediana		42,0000
Moda		38,00
Mínimo		19,00
Máximo		81,00

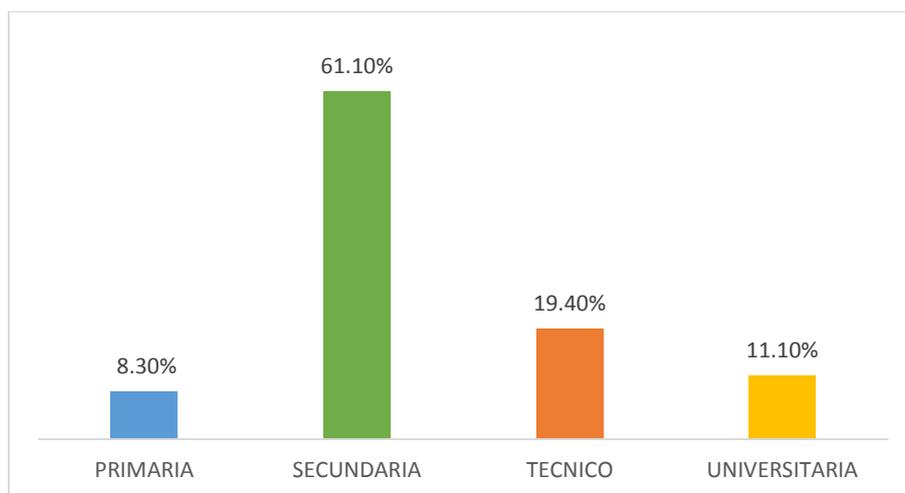
FUENTE: Elaboración propia, 2018

3) SEXO



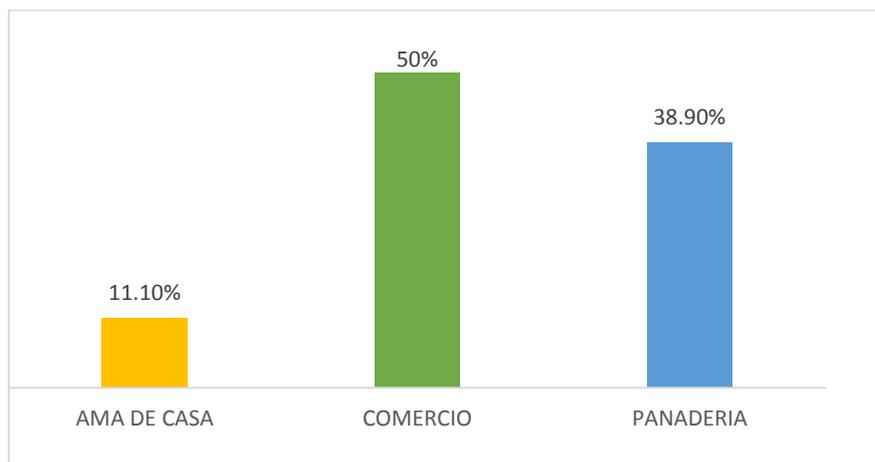
FUENTE: Elaboración propia, 2018

4) GRADO DE INSTRUCCIÓN



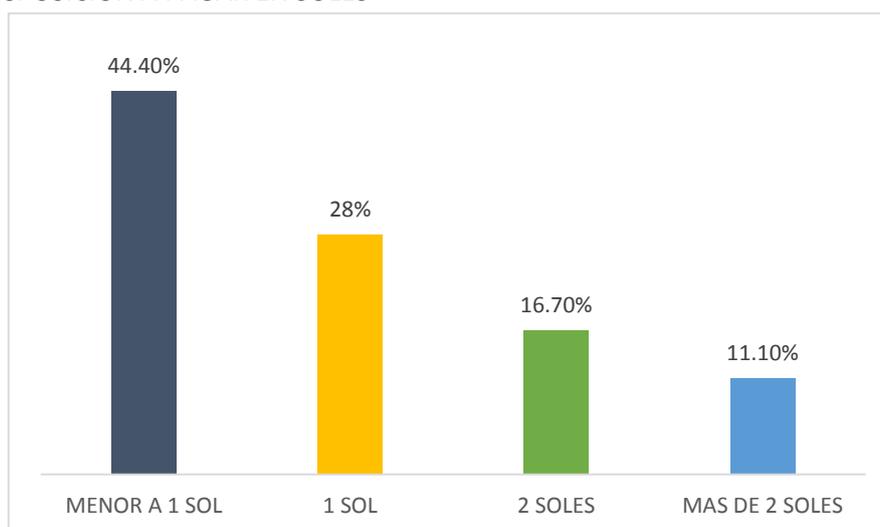
FUENTE: Elaboración propia, 2018

5) OCUPACIÓN



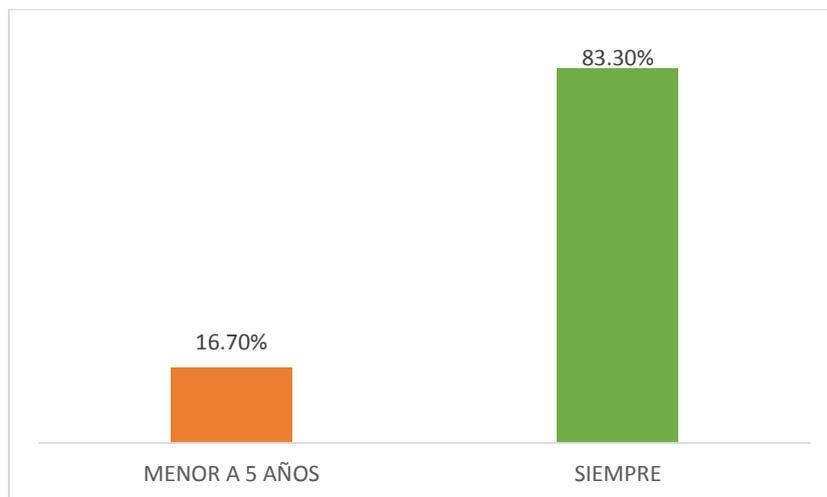
FUENTE: Elaboración propia, 2018

6) DISPOSICIÓN A PAGAR EN SOLES



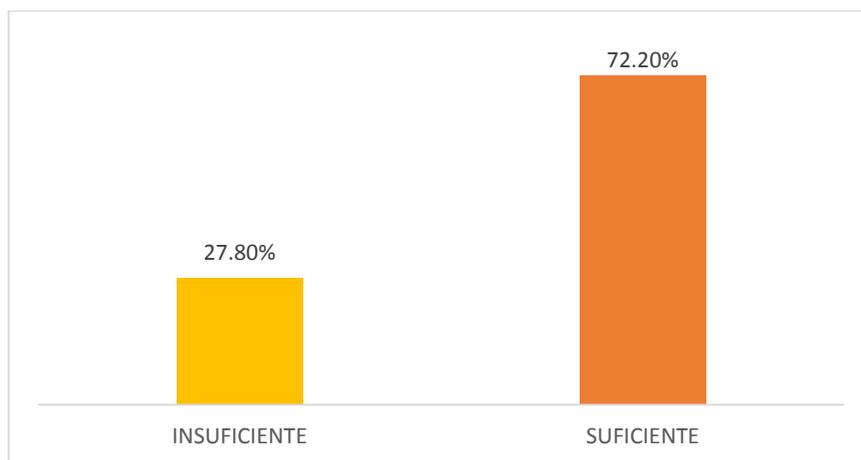
FUENTE: Elaboración propia, 2018

7) TIEMPO VIVIDO EN EL CENTRO POBLADO



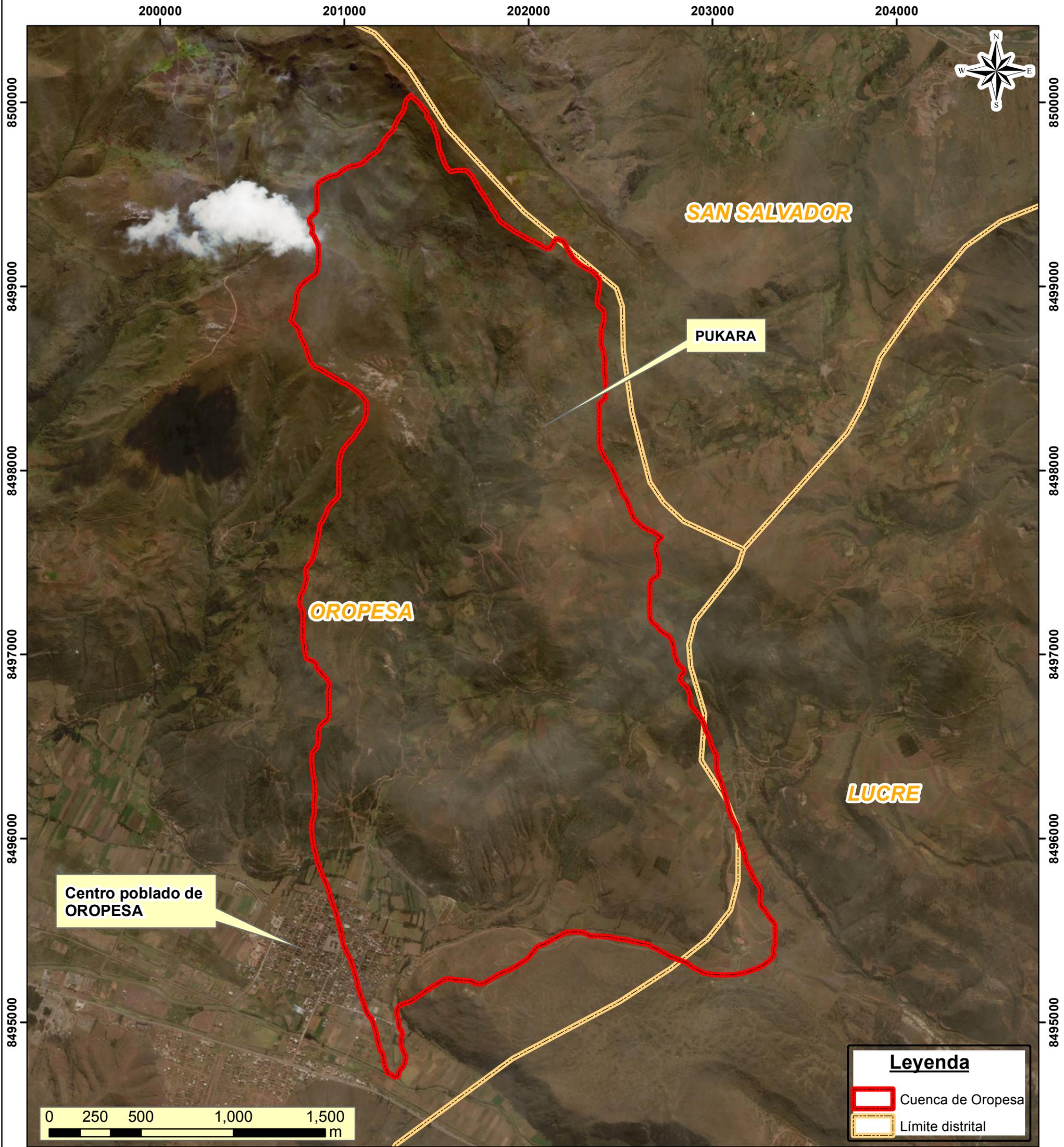
FUENTE: Elaboración propia, 2018

8) CANTIDAD DE AGUA CAPTADA



FUENTE: Elaboración propia, 2018

ANEXO VII
MAPAS



Leyenda

- Cuenca de Oropesa
- Límite distrital

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAB DEL CUSCO**

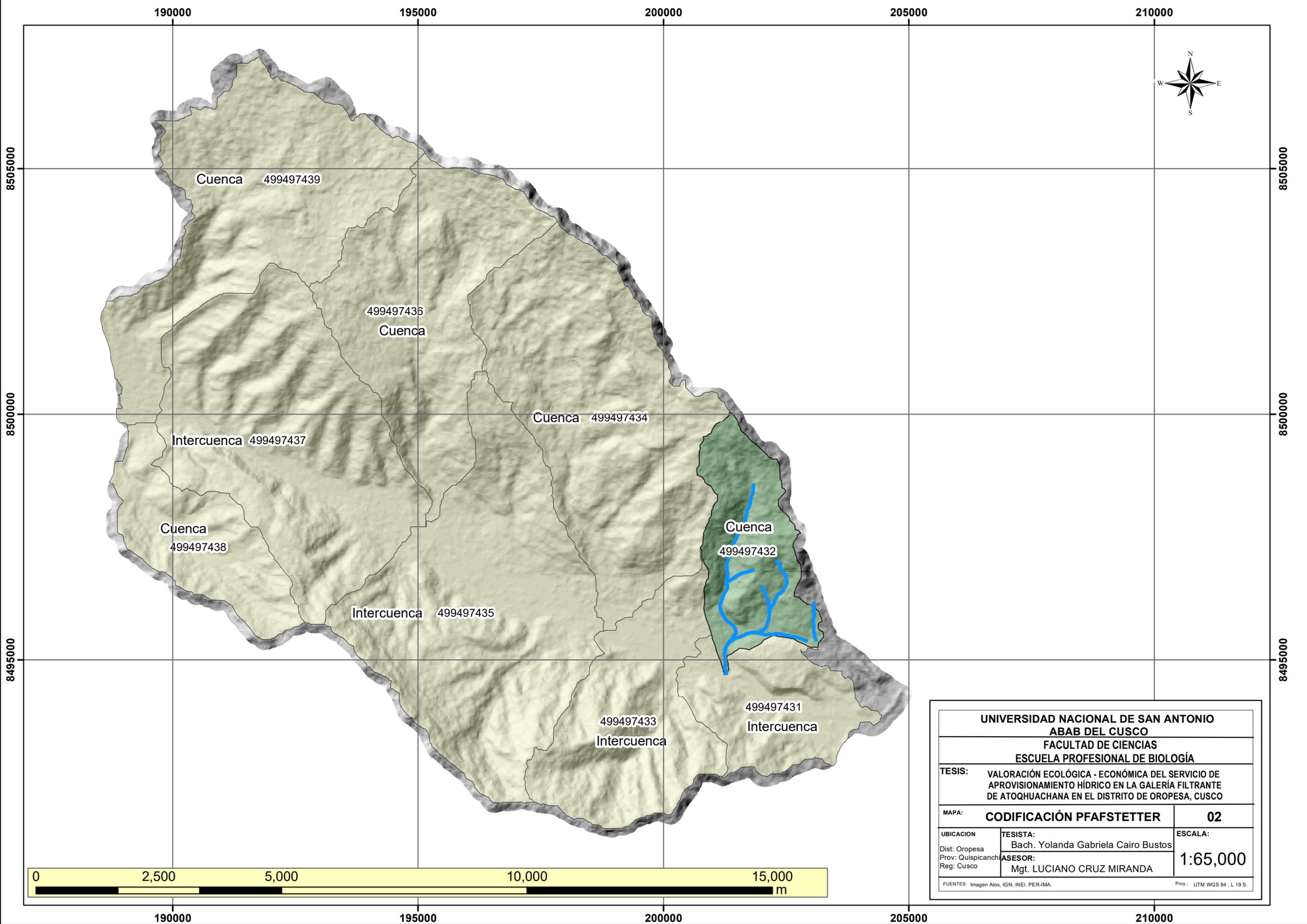
**FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**

TESIS: VALORACIÓN ECOLÓGICA - ECONÓMICA DEL SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO DE LA GALERIA FILTRANTE DE ATOQUACHANA EN EL DISTRITO DE OROPESA, CUSCO.

MAPA: **UBICACIÓN** N°1

UBICACION Dist: Oropesa Prov: Quispicanchi Reg: Cusco	TESISTA: Bach. Yolanda Gabriela Cairo Bustos ASESOR: Mgt. LUCIANO CRUZ MIRANDA	ESCALA: 1:20,000
---	---	---------------------------------------

FUENTES: Imagen Alos, IGN, INEI, PER-IMA. Proy.: UTM WGS 84 ; L 19 S.



8505000

8500000

8495000

8505000

8500000

8495000

190000

195000

200000

205000

210000

190000

195000

200000

205000

210000

Cuenca 499497439

499497436
Cuenca

Cuenca 499497434

Intercuenca 499497437

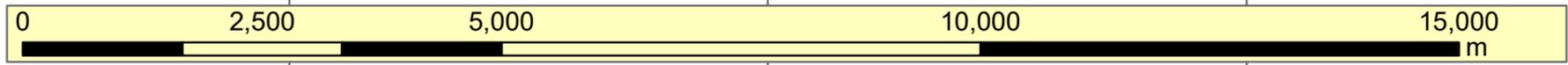
Cuenca
499497438

Cuenca
499497432

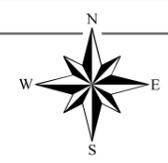
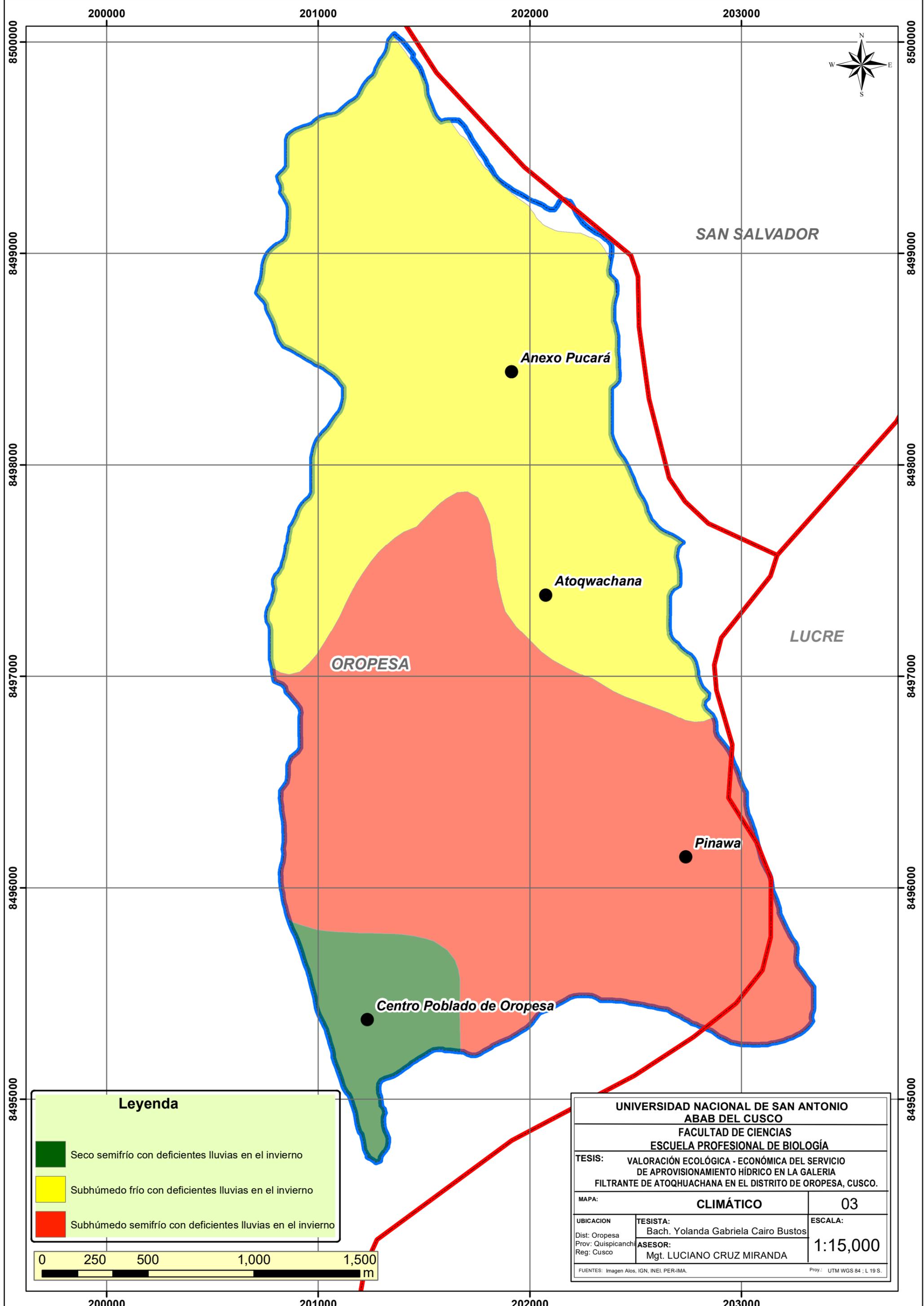
Intercuenca 499497435

499497433
Intercuenca

499497431
Intercuenca

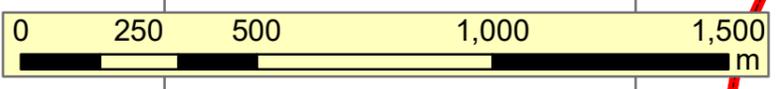


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO		
FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA		
TESIS: VALORACIÓN ECOLÓGICA - ECONÓMICA DEL SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO EN LA GALERÍA FILTRANTE DE ATOQUACHANA EN EL DISTRITO DE OROPESA, CUSCO		
MAPA: CODIFICACIÓN PFAFSTETTER		02
UBICACION Dist: Oropesa Prov: Quispicanchi Reg: Cusco	TESISTA: Bach. Yolanda Gabriela Cairo Bustos ASESOR: Mgt. LUCIANO CRUZ MIRANDA	ESCALA: 1:65,000
<small>FUENTES: Imagen Alos, IGN, INEI, PER-IMA.</small>		<small>Proy.: UTM WGS 84 ; L 19 S.</small>

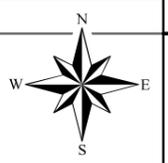
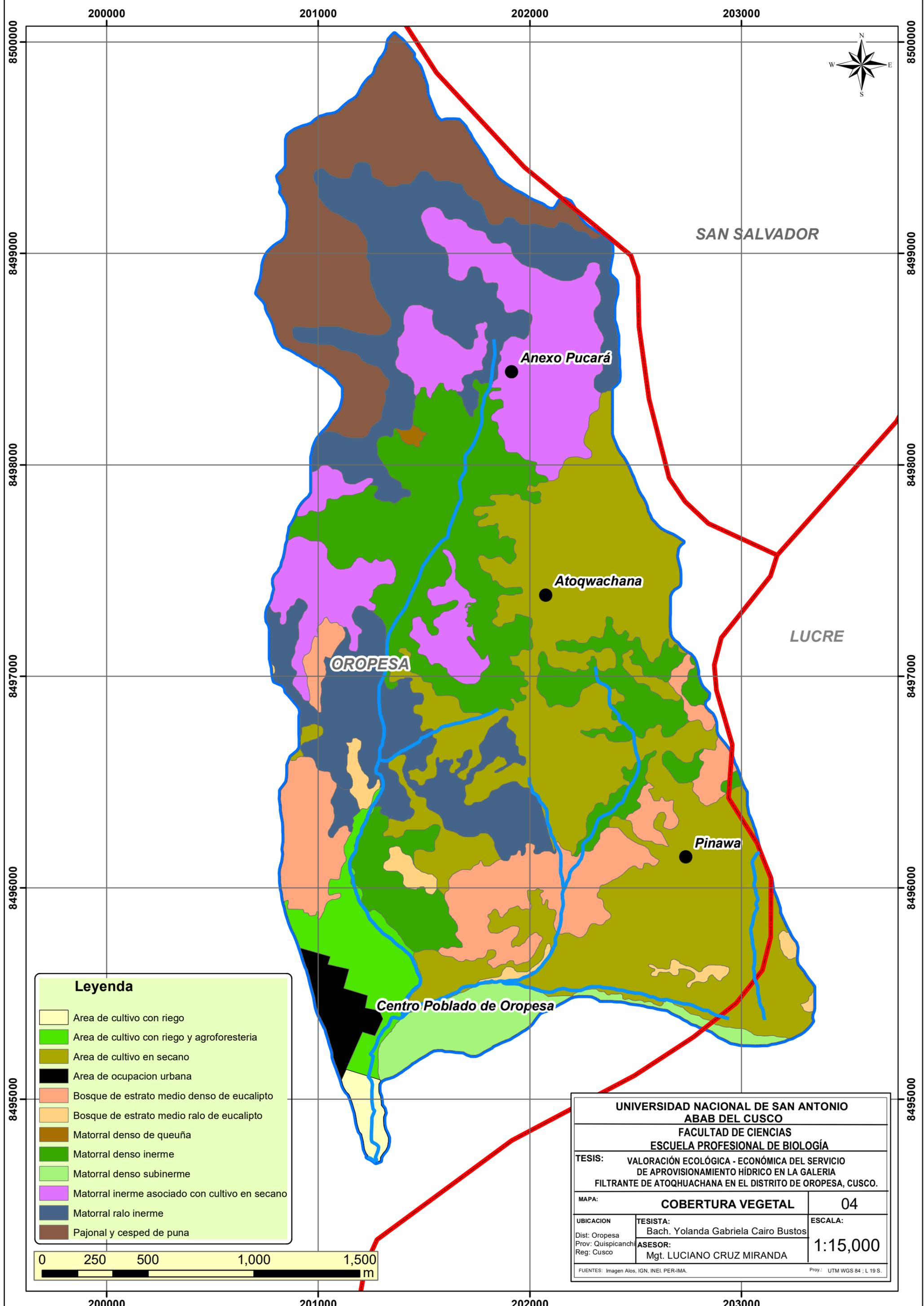


Leyenda

- Seco semifrío con deficientes lluvias en el invierno
- Subhúmedo frío con deficientes lluvias en el invierno
- Subhúmedo semifrío con deficientes lluvias en el invierno



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO		
FACULTAD DE CIENCIAS		
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA		
TESIS: VALORACIÓN ECOLÓGICA - ECONÓMICA DEL SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO EN LA GALERÍA FILTRANTE DE ATOQUACHANA EN EL DISTRITO DE OROPESA, CUSCO.		
MAPA:		CLIMÁTICO
		03
UBICACION	TESISTA:	ESCALA:
Dist: Oropesa	Bach. Yolanda Gabriela Cairo Bustos	1:15,000
Prov: Quispicanchi	ASESOR:	
Reg: Cusco	Mgt. LUCIANO CRUZ MIRANDA	
<small>FUENTES: Imagen Alos, IGN, INEI, PER-IMA.</small>		<small>Proy.: UTM WGS 84 ; L 19 S.</small>



SAN SALVADOR

LUCRE

OROPESA

Anexo Pucará

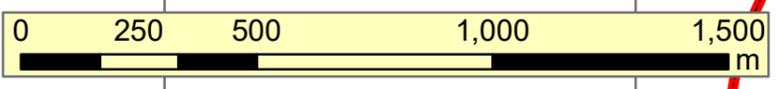
Atoqwachana

Pinawa

Centro Poblado de Oropesa

Leyenda

- Area de cultivo con riego
- Area de cultivo con riego y agroforesteria
- Area de cultivo en seco
- Area de ocupacion urbana
- Bosque de estrato medio denso de eucalipto
- Bosque de estrato medio ralo de eucalipto
- Matorral denso de queuña
- Matorral denso inerme
- Matorral denso subinerme
- Matorral inerme asociado con cultivo en seco
- Matorral ralo inerme
- Pajonal y cesp ed de puna



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO		
FACULTAD DE CIENCIAS		
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA		
TESIS: VALORACIÓN ECOLÓGICA - ECONÓMICA DEL SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO EN LA GALERÍA FILTRANTE DE ATOQUACHANA EN EL DISTRITO DE OROPESA, CUSCO.		
MAPA:		COBERTURA VEGETAL
		04
UBICACION	TESISTA:	ESCALA:
Dist: Oropesa	Bach. Yolanda Gabriela Cairo Bustos	1:15,000
Prov: Quispicanchi	ASESOR:	
Reg: Cusco	Mgt. LUCIANO CRUZ MIRANDA	
FUENTES: Imagen Alos, IGN, INEI, PER-IMA.		Proy: UTM WGS 84 ; L 19 S.

200000

201000

202000

203000

8495000

8496000

8497000

8498000

8499000

8500000

8495000

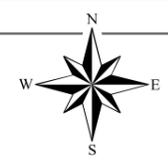
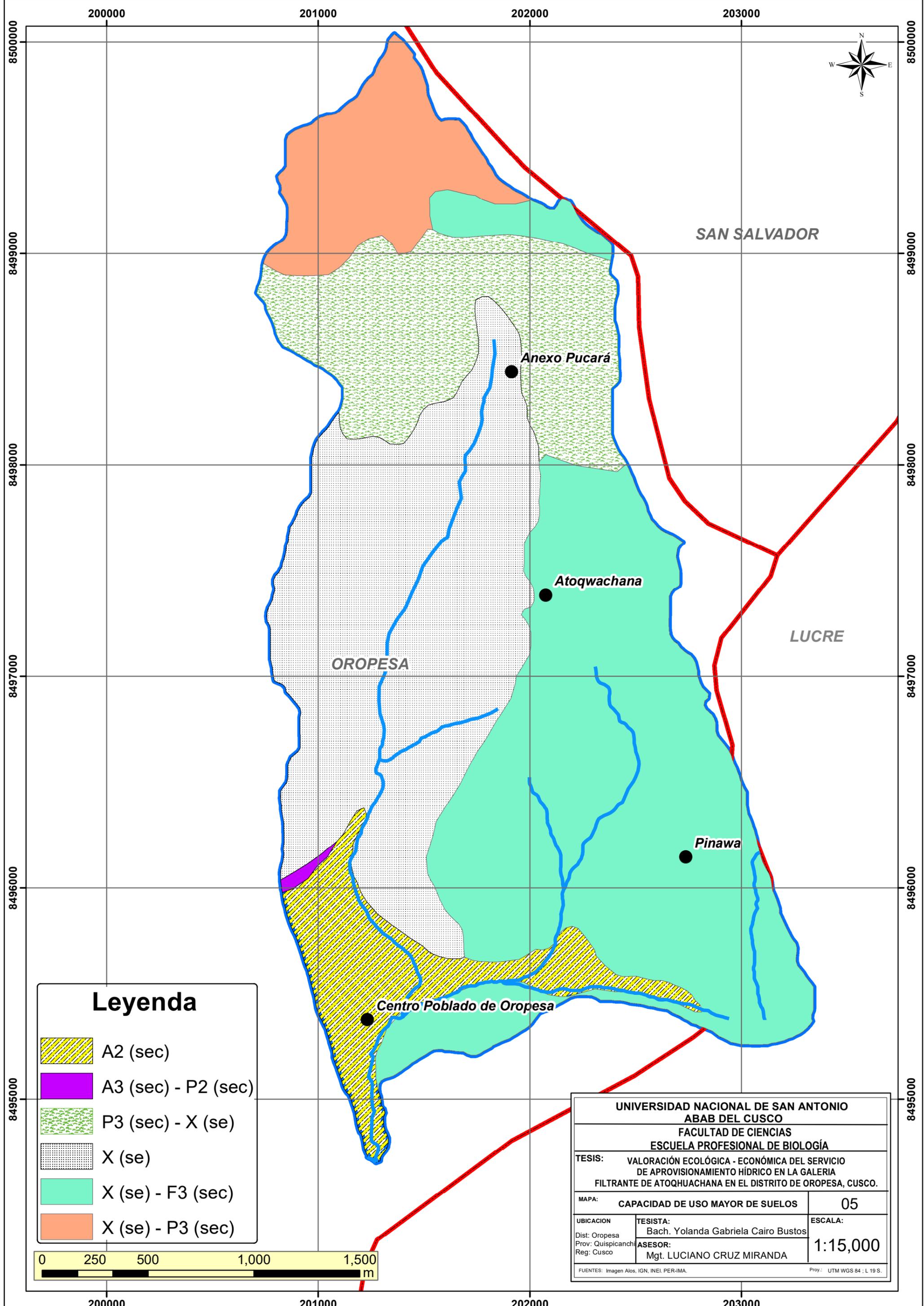
8496000

8497000

8498000

8499000

8500000



200000 201000 202000 203000

8500000
8499000
8498000
8497000
8496000
8495000

8500000
8499000
8498000
8497000
8496000
8495000

SAN SALVADOR

LUCRE

OROPESA

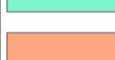
Anexo Pucará

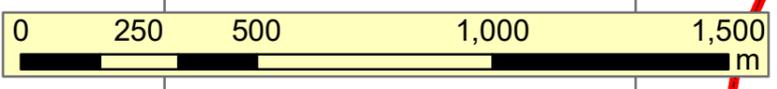
Atoqwachana

Pinawa

Centro Poblado de Oropesa

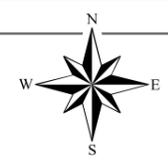
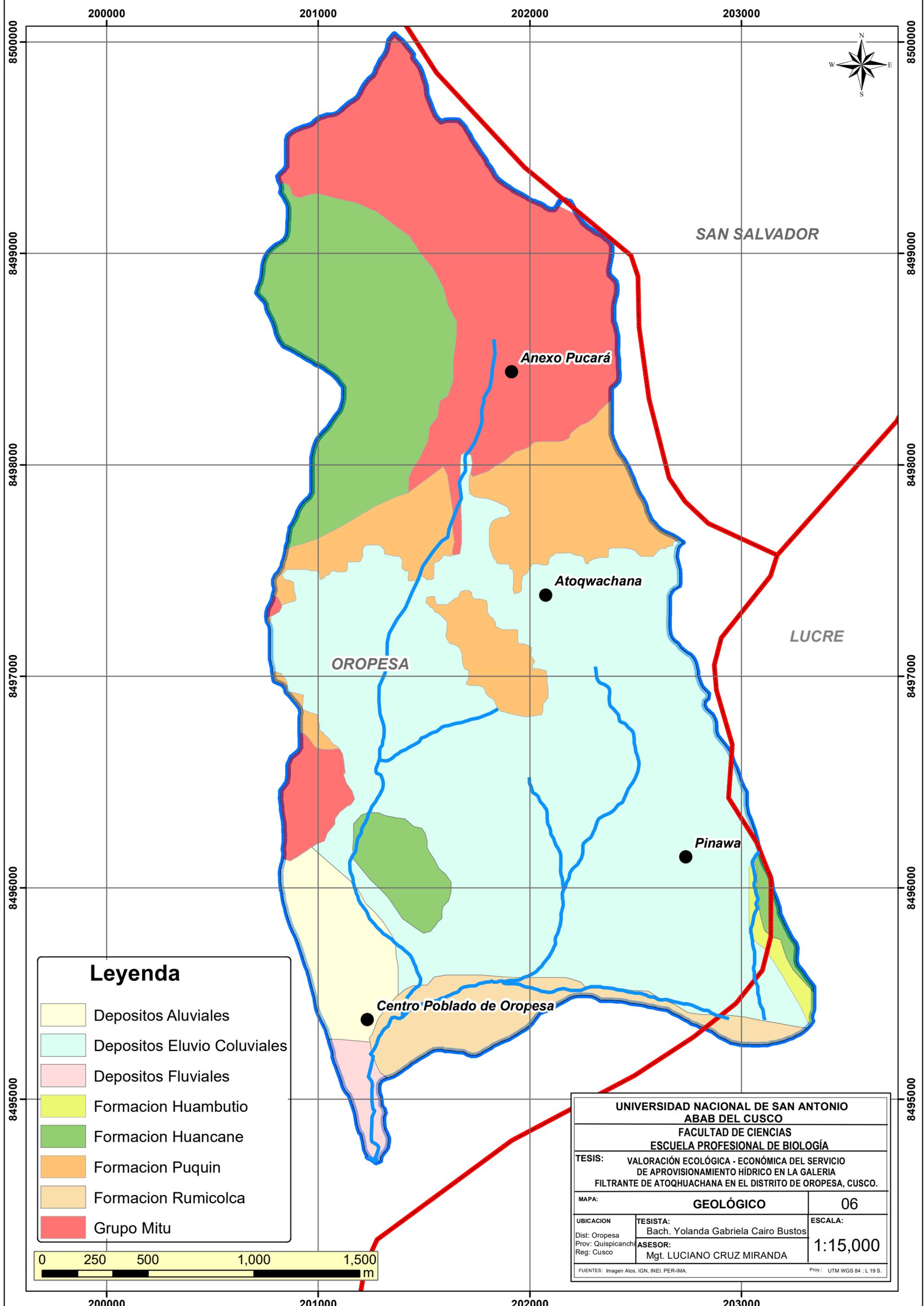
Leyenda

-  A2 (sec)
-  A3 (sec) - P2 (sec)
-  P3 (sec) - X (se)
-  X (se)
-  X (se) - F3 (sec)
-  X (se) - P3 (sec)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO		
FACULTAD DE CIENCIAS		
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA		
TESIS: VALORACIÓN ECOLÓGICA - ECONÓMICA DEL SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO EN LA GALERÍA FILTRANTE DE ATOQUACHANA EN EL DISTRITO DE OROPESA, CUSCO.		
MAPA: CAPACIDAD DE USO MAYOR DE SUELOS		05
UBICACION	TESISTA:	ESCALA:
Dist: Oropesa	Bach. Yolanda Gabriela Cairo Bustos	1:15,000
Prov: Quispicanchi	ASESOR:	
Reg: Cusco	Mgt. LUCIANO CRUZ MIRANDA	
FUENTES: Imagen Alos, IGN, INEI, PER-IMA.		Proy.: UTM WGS 84 ; L 19 S.

200000 201000 202000 203000



SAN SALVADOR

Anexo Pucará

Atoqwachana

LUCRE

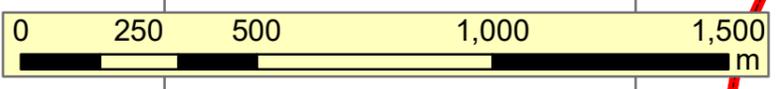
OROPESA

Pinawa

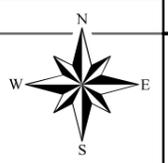
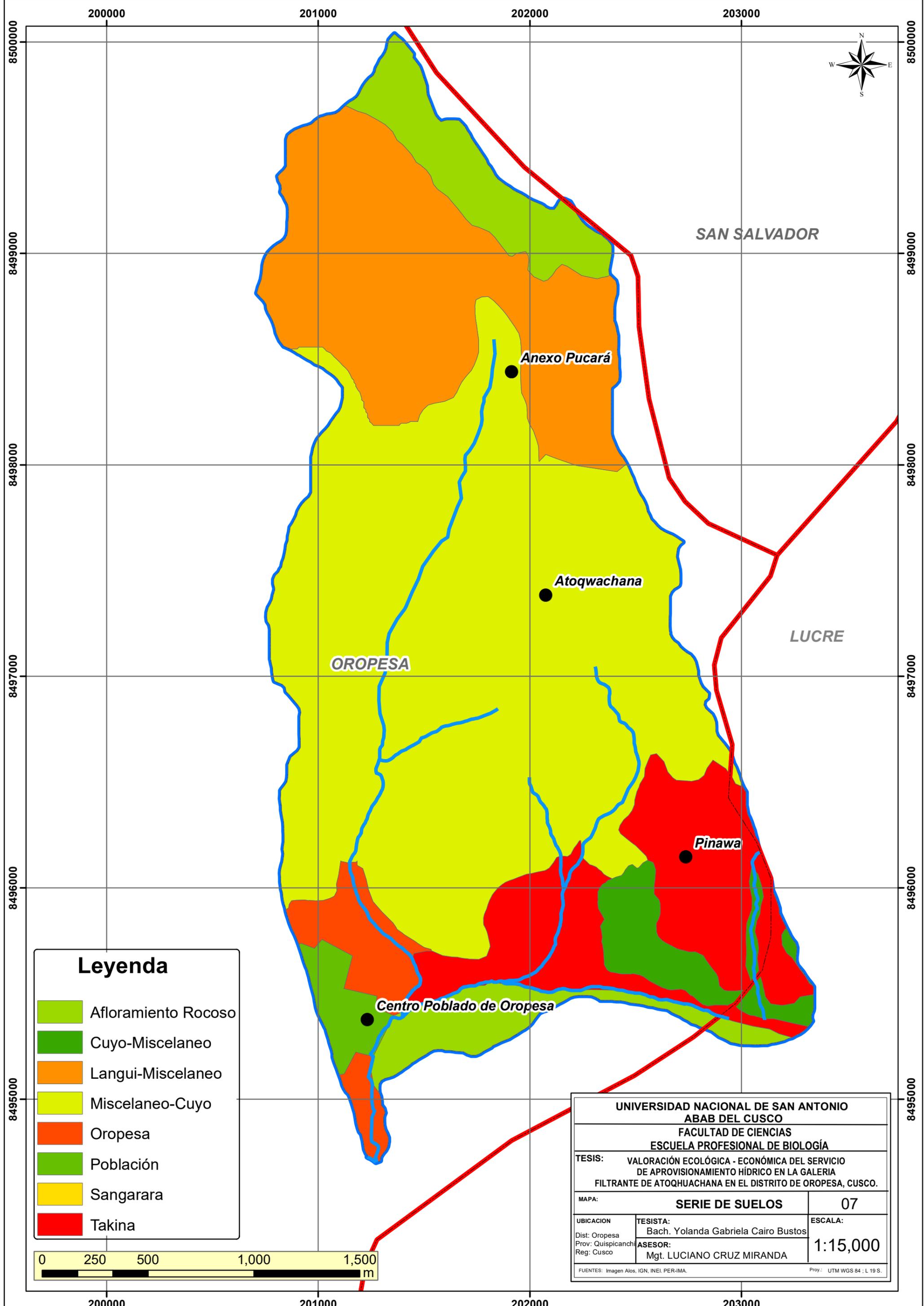
Centro Poblado de Oropesa

Leyenda

- Depositos Aluviales
- Depositos Eluvio Coluviales
- Depositos Fluviales
- Formacion Huambutio
- Formacion Huancane
- Formacion Puquin
- Formacion Rumicolca
- Grupo Mitu



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO		
FACULTAD DE CIENCIAS		
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA		
TESIS: VALORACIÓN ECOLÓGICA - ECONÓMICA DEL SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO EN LA GALERÍA FILTRANTE DE ATOQUACHANA EN EL DISTRITO DE OROPESA, CUSCO.		
MAPA:		GEOLÓGICO
		06
UBICACION	TESISTA:	ESCALA:
Dist: Oropesa	Bach. Yolanda Gabriela Cairo Bustos	1:15,000
Prov: Quispicanchi	ASESOR:	
Reg: Cusco	Mgt. LUCIANO CRUZ MIRANDA	
<small>FUENTES: Imagen Alos, IGN, INEL PER-IMA.</small>		<small>Proy.: UTM WGS 84 ; L 19 S.</small>



SAN SALVADOR

LUCRE

OROPESA

Anexo Pucará

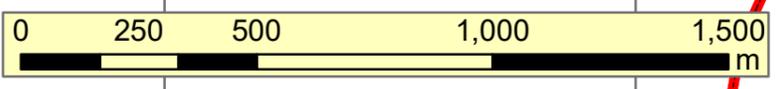
Atoqwachana

Pinawa

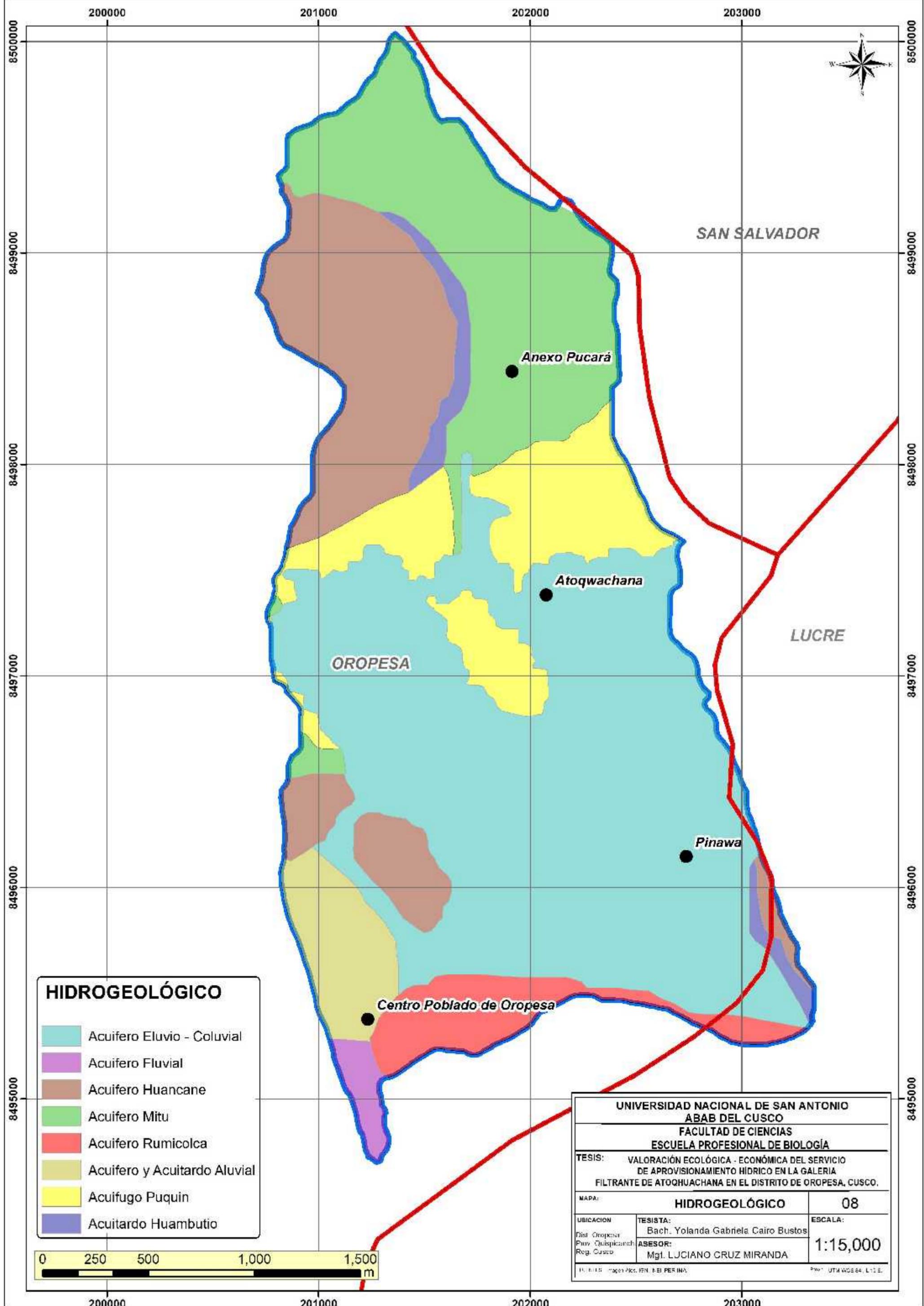
Centro Poblado de Oropesa

Leyenda

- Afloramiento Rocoso
- Cuyo-Miscelaneo
- Langui-Miscelaneo
- Miscelaneo-Cuyo
- Oropesa
- Población
- Sangarara
- Takina

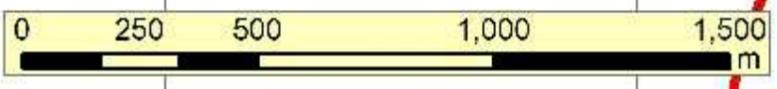


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO		
FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA		
TESIS: VALORACIÓN ECOLÓGICA - ECONÓMICA DEL SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO EN LA GALERÍA FILTRANTE DE ATOQUACHANA EN EL DISTRITO DE OROPESA, CUSCO.		
MAPA: SERIE DE SUELOS		07
UBICACION	TESISTA:	ESCALA:
Dist: Oropesa	Bach. Yolanda Gabriela Cairo Bustos	1:15,000
Prov: Quispicanchi	ASESOR:	
Reg: Cusco	Mgt. LUCIANO CRUZ MIRANDA	
FUENTES: Imagen Alos, IGN, INEI, PER-IMA.		Proy.: UTM WGS 84 ; L 19 S.

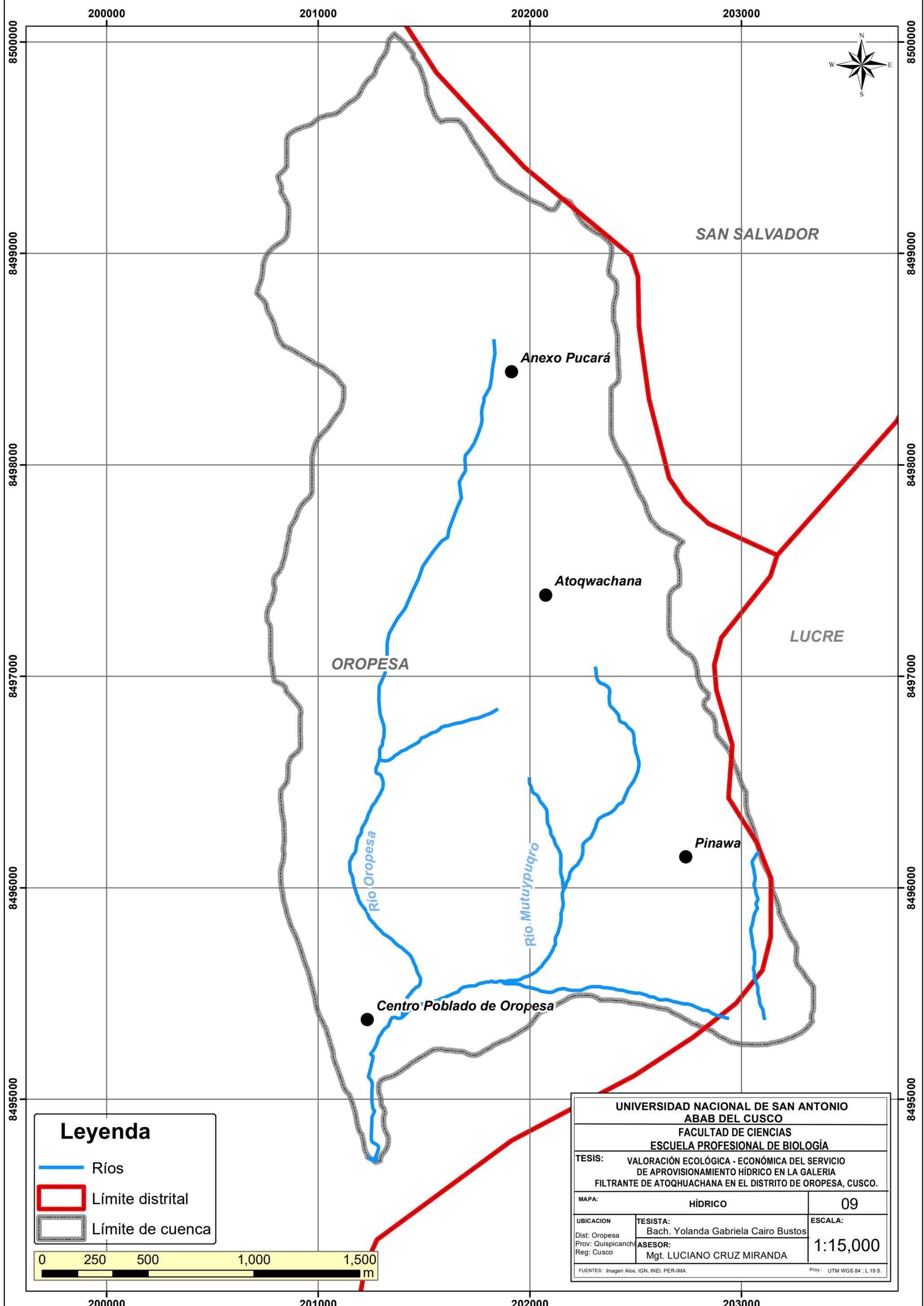


HIDROGEOLÓGICO

- Acuífero Eluvio - Coluvial
- Acuífero Fluvial
- Acuífero Huancane
- Acuífero Mitu
- Acuífero Rumicolca
- Acuífero y Acuitardo Aluvial
- Acuífugo Puquin
- Acuitardo Huambutio

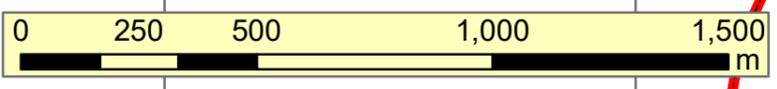


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO		
FACULTAD DE CIENCIAS		
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA		
TESIS: VALORACIÓN ECOLÓGICA - ECONÓMICA DEL SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO HIDRICO EN LA GALERIA FILTRANTE DE ATOQUACHANA EN EL DISTRITO DE OROPESA, CUSCO.		
MAPA:		08
UBICACION:	TESISTA:	ESCALA:
Dist. Oropesa	Bach. Yolanda Gabriela Cairo Bustos	1:15,000
Prov. Quequechani	ASESOR:	
Reg. Cusco	Mgt. LUCIANO CRUZ MIRANDA	
Elaborado por: Msc. RENEE PERIÑA		Papel: UTM WGS84, L10E.



Leyenda

- Ríos
- Límite distrital
- Límite de cuenca



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO		
FACULTAD DE CIENCIAS		
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA		
TESIS: VALORACIÓN ECOLÓGICA - ECONÓMICA DEL SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO HÍDRICO EN LA GALERÍA FILTRANTE DE ATOQUACHANA EN EL DISTRITO DE OROPESA, CUSCO.		
MAPA: HÍDRICO		09
UBICACION Dist: Oropesa Prov: Quispicanchi Reg: Cusco	TESISTA: Bach. Yolanda Gabriela Cairo Bustos	ESCALA: 1:15,000
ASESOR: Mgt. LUCIANO CRUZ MIRANDA		
<small>FUENTES: Imagen Alos, IGN, INEI, PER-IMA.</small>		<small>Proy.: UTM WGS 84 ; L 19 S.</small>

ANEXO VIII
FOTOGRAFÍAS

CUENCA DE OROPESA



FOTO 1: Vista Panorámica desde anexo Pucará



FOTO 2: Zanjas de Infiltración sin mantenimiento



FOTO 3: Zanjas de Infiltración abandonadas del año 2000



FOTO 4: Ecosistema poco disturbado

GALERÍA FILTRANTE



FOTO 5: Reservorio principal de agua



FOTO 6: Estructura de eucalipto en mal estado en galería filtrante



FOTO 7: Entrada a la galería filtrante de Atoqwachana



FOTO 8: Conducción en mal estado

PROBLEMAS AMBIENTALES



FOTO 9: Desperdicio de agua de manante por falta de capacidad de reservorios



FOTO 10: Contaminación de la quebrada Atoqwachana



FOTO 11: Plantación de especies introducidas



FOTO 12: Erosión hídrica del suelo

APLICACIÓN DE ENCUESTAS



FOTO 13: Métodos de números aleatorios para muestreo estratificado



FOTO 14: Encuesta piloto anexo Pucará



FOTO 15: Encuesta a pobladores de Oropesa



FOTO 16: La panadería como ocupación principal y familiar del centro poblado de Oropesa

TOMA DE MUESTRA DE SUELO



Foto 17: Toma de muestra de suelo



Foto 18: Toma de muestra de suelo, parte alta, media y baja de la cuenca.



Foto 19: Tamizado de muestras



Foto 20: Texturas obtenidas

TOMA DE MUESTRA DE AGUA



Foto 21: Toma de muestra de agua



Foto 22: Medición de pH en agua



Foto 23: Medición de aforos



Foto 24: Medición de Aforos