

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO A LA CALIDAD DEL SUELO EN LA
CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO
DE CAYUMBA, TINGO MARÍA – 2021**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

LUIS DANIEL TORRES ORDOÑEZ

Tingo María – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°010-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 24 de enero de 2023, a horas 8:00 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

“VALORACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO A LA CALIDAD DEL SUELO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CAYUMBA, TINGO MARÍA- 2021”

Presentado por el Bachiller: **LUIS DANIEL TORRES ORDOÑEZ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

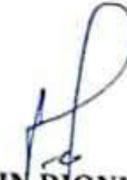
En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 16 de febrero de 2023


Dr. **LUIS EDUARDO ORE CIERTO**
PRESIDENTE


Ing. M.Sc. **RICARDO MARTÍN CHAVEZ ASCENCIO**
MIEMBRO


Ing. M.Sc. **SANDRA LORENA ZAVALA GUERRERO**
MIEMBRO


Ing. M.Sc. **FRANKLIN DIONISIO MONTALVO**
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 041 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:

Facultad de Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
VALORACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO A LA CALIDAD DEL SUELO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CAYUMBA, TINGO MARÍA – 20	LUIS DANIEL TORRES ORDOÑEZ	23% Veintitrés

Tingo María, 03 de marzo de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO A LA CALIDAD DEL SUELO EN
LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO
POBLADO DE CAYUMBA, TINGO MARÍA – 2021**

Autor	:	Luis Daniel Torres Ordoñez.
Asesor(es)	:	Ing. MSc. Franklin Dionisio Montalvo.
Programa de investigación	:	Impacto ambiental y social.
Línea de investigación	:	Gestión ambiental.
Eje temático	:	Valoración de impactos ambientales y sociales.
Lugar de ejecución	:	Centro poblado Cayumba.
Duración	:	Inicio : Diciembre 2021. Término : Junio 2022.
Financiamiento	:	Propio : S/. 1,400.00

Tingo María – Perú. 2022

DEDICATORIA

A Dios, por el éxito de esta investigación, por brindarme salud, por no dejarme solo en los momentos que más difíciles y por regalarme el don de la perseverancia para enfrentar los obstáculos que se me presenten.

A mis padres Juana Ordoñez Delgado y Juan Daniel Torres Diaz, que son la fuerza y guía que me permite salir adelante frente a las adversidades y malos momentos, por creer en mí y brindarme su apoyo incondicional, por sus sabios consejos que me otorgaron una orientación positiva en mis metas, por sus regaños que día a día han hecho que pueda comprender circunstancias invisibles para mí y, por mostrarme el significado de la vida. Por todo lo mencionado viviré eternamente agradecido.

A mis hermanos Leslie, Aurora, Karla, Kelly y Juan por creer en mi capacidad, alentarme frente a cada obstáculo que la vida me presenta, por cada su disposición a escucharme y ayudarme en los momentos que más necesite de palabras de aliento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la bendición de despertar cada día y permitirme tener mi familia unida durante mi formación profesional y a todas aquellas personas que ayudaron en el desarrollo de la presente tesis.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por toda la aportación cultural, social y científica que me han brindado.

A mi asesor, Ing. M. Sc. Franklin Dionisio Montalvo por sus sabias contribuciones y por su confianza puesta en mi persona.

A mis jurados de tesis Ing. Luis Eduardo Oré Cierto, Ing. Ricardo Chávez Ascencio y a la Ing. Sandra Lorena Zavala Guerrero, por la observación y corrección de la presente tesis y por la formación académica que me brindaron.

Al Ing. Arturo Torres por impulsarme a dar el primer paso y brindarme sus conocimientos al momento de elegir el tema. Al Ing. Ulises Rivas Torres por sus consejos brindados a lo largo del trabajo que compartimos en la empresa casav. Al Dr. Jose Luis Gil Bacilio por apoyarme con el análisis de macrofauna durante la ejecución del proyecto de tesis. Al Ing. MSc Warren Ríos García en la expedición de la constancia de las muestras dendrológicas. Al Ing. Idelson Luna Benavides por su colaboración en la determinación de los cultivos agrícolas. Al Ing. Alejandro Cielo Garay por facilitarme la información para el presente estudio de investigación.

A mis amigos Junior Salas Inocente y Sir Linares Toribio, por su apoyo y leal amistad en el largo proceso de ejecución del presente proyecto de tesis. Al señor Hipólito Gavidia Ledesma poblador de Chunatahua, por brindarme su ayuda como guía de campo.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Marco teórico	5
1.2.1. Topografía	5
1.2.2. Fuentes de agua	5
1.2.3. Aducción	5
1.2.3.1. Aducción por gravedad	5
1.2.3.2. Aducción por bombeo	6
1.2.4. Redes de distribución de agua potable	6
1.2.4.1. Conexiones domiciliarias	6
1.3. Valoración económica	7
1.3.1. Valor económico total	7
1.3.1.1. Valor de Uso Directo.....	8
1.3.1.2. Valor de Uso Indirecto.	8
1.3.1.3. Valor de Existencia.	8
1.3.1.4. Valor de Legado.	8
1.3.2. Macrofauna	8
1.3.3. Parámetros físicos y químicos.....	9
1.3.3.1. Textura	9
1.3.3.2. pH.....	9
1.3.3.3. Materia orgánica.....	10
1.3.3.4. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	10
1.3.3.5. Humedad	10
1.3.3.6. Conductividad eléctrica.....	10
1.3.3.7. Hidrocarburos.....	10
1.4. Impacto ambiental	11
1.4.1. Identificación de impactos	12
1.4.2. Evaluación de impactos.....	13

1.4.3.	Relación de impactos ambientales y agentes impactados	13
1.4.4.	Estimación de valores de impactos ambientales	13
1.5.	Estructuras del sistema de agua potable	14
1.6.	Estándares de calidad ambiental del suelo	14
II.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
2.1.	Lugar de ejecución	16
2.1.1.	Ubicación geográfica	16
2.1.2.	Ubicación política	16
2.1.3.	Climatología	16
2.1.4.	Accesibilidad.....	17
2.1.5.	Zonas de vida	17
2.2.	Materiales y equipos.....	17
2.2.1.	Materiales	17
2.2.2.	Equipos.....	17
2.3.	Metodología.....	18
2.3.1.	Identificación de impactos	18
2.3.1.1.	Área de estudio	18
2.3.1.2.	Estructuras construidas.....	18
2.3.1.3.	Línea base.....	18
2.3.1.4.	Acciones con posibles efectos	27
2.3.2.	Evaluación de los impactos	28
2.3.3.	Valoración económica de impactos	32
2.3.3.1.	Valoración económica del impacto a la macrofauna	32
2.3.3.2.	Valoración económica del impacto a la materia orgánica.....	32
2.3.3.3.	Valoración económica del impacto de especies agrícolas	32
2.3.3.4.	Valoración económica total.....	32
2.3.4.	Análisis de parámetros físicos y químicos del suelo.....	33
2.3.4.1.	Muestras físicas y químicas.....	33
2.3.4.2.	Comparación con los ECA	33
2.4.	Criterio de investigación	33
2.4.1.	Tipo de investigación	33
2.4.2.	Alcance de la investigación.....	33
2.4.3.	Tipo de investigación	34
2.4.4.	Nivel de investigación.....	34

2.4.5. Diseño de investigación	34
2.4.6. Población.....	34
2.4.7. Análisis de datos	34
2.4.8. Variables de investigación	35
2.4.9. Cuadro de operacionalización	35
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
3.1. Impactos identificados.....	37
3.2. Impactos evaluados	39
3.3. Impactos valorados.....	40
3.4. Parámetros físicos y químicos del suelo.....	46
IV. CONCLUSIONES	48
V. PROPUESTA A FUTURO	49
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Estructuras del proyecto	14
2. Ubicación geográfica según el Sistema UTM Zona 18 S.....	16
3. Estación meteorológica Chinchavito.....	17
4. Superficie del área de influencia.....	18
5. Coordenadas de las parcelas demostrativas.....	23
6. Plantones afectados por la tubería HDPE.....	23
7. Posibles efectos físicos.....	27
8. Posibles efectos biológicos.....	28
9. Posibles efectos sociales.....	28
10. Magnitud e importancia de impactos negativos.....	29
11. Magnitud e importancia de impactos positivos.....	29
12. Valoración de impactos en la matriz de Leopold.....	30
13. Precio del balde de lombrices.....	32
14. Tiempo en meses de desarrollo de lombrices.....	32
15. Costo a precios de mercado por área.....	33
16. Análisis de varianza de especies de macrofauna.....	34
17. Análisis de varianza de parámetros físicos y químicos del suelo.....	35
18. Diagrama de operacionalización de las variables.....	35
19. Efectos físicos.....	37
20. Efectos biológicos.....	37
21. Efectos sociales.....	38
22. Resumen de los impactos por estructura.....	40
23. Tipo de impacto por estructura.....	40
24. Resultado de impactos negativos y positivos.....	40
25. Volumen extraído del suelo por las actividades constructivas.....	41
26. Volumen afectado en la captación.....	41
27. Volumen afectado en la línea de aducción.....	42
28. Volumen y área afectada en la línea de conducción.....	42
29. Volumen y área afectada del reservorio.....	42
30. Volumen afectado en la caja repartidora de caudales.....	43
31. Volumen afectado en la cámara rompe presión.....	43

32. Volumen afectado en la válvula de aire.....	43
33. Volumen afectado en la válvula de purga.....	43
34. Áreas y volúmenes afectados por cada estructura.....	44
35. Montos en venta de materia orgánica.....	44
36. Costos de materia orgánica.....	45
37. Costos de lombriz de tierra.....	45
38. Costos de especies agrícolas.....	45
39. Costo total a precios de mercado.....	46
40. Análisis físico-químico del suelo.....	46
41. Estaciones de muestreo de calidad de suelo.....	47
42. Datos obtenidos por análisis químico de hidrocarburo del petróleo.....	47
43. Estructuras del sistema de agua potable de Cayumba.....	54
44. Especies arbóreas de la parcela 1.....	55
45. Especies arbóreas de la parcela 2.....	55
46. Aves identificadas.....	56
47. Mamíferos identificados.....	57
48. Muestras de macrofauna de la primera extracción.....	58
49. Muestras de macrofauna de la segunda extracción.....	59
50. Muestras de macrofauna de la tercera extracción.....	60
51. Especies de macrofauna extraídas.....	61
52. Desarrollo de encuesta socioeconómica.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Datos de precipitación.....	19
2. Temperatura.....	20
3. Humedad.....	21
4. Monolito de tierra.....	24
5. Distribución de puntos de muestreo.....	25
6. Esquema de la matriz de Leopold.....	31
7. Flujograma de procesos para el proyecto de tesis.....	36
8. Desarrollo de matriz de Leopold.....	39
9. Reservorio de Cayumba.....	66
10. Caseta de válvulas del reservorio de Cayumba.....	66
11. Anexo 13. Captación La Tablilla.....	67
12. Afluente de la quebrada La Tablilla.....	67
13. Válvula de aire.....	68
14. Válvula de purga.....	68
15. Caja repartidora de caudales.....	69
16. Cámara rompe presión.....	69
17. Cultivos de plátano.....	70
18. Cultivos de maíz.....	70
19. Cultivos de cacao.....	71
20. Cultivos de hoja de coca.....	71
21. Cultivos de café.....	72
22. Cultivos de bijao.....	72
23. Delimitación de las parcelas de especies arbóreas.....	73
24. Colocación de platos para identificación de especies arbóreas.....	73
25. Identificación de especies arbóreas.....	74
26. Encuesta de mamíferos al presidente de la comunidad de Chunatahua.....	74
27. Encuesta de mamíferos al responsable de la JASS de Chunatahua.....	75
28. Ubicación de puntos de muestreo de macrofauna.....	75
29. Excavación para muestra de macrofauna.....	76
30. Perfilado del monolito.....	76
31. Medición del monolito.....	77

32. Retiro de las muestras de macrofauna.....	77
33. Muestras de macrofauna en el laboratorio.....	78
34. Apertura de las muestras de macrofauna.....	78
35. Anexo 37. Búsqueda de especies de macrofauna.....	79
36. Recolección de muestras de macrofauna en el laboratorio.....	79
37. Etiquetado de muestras de macrofauna del laboratorio.....	80
38. Identificación de especies de macrofauna.....	80
39. Encuesta socioeconómica a la población de Cayumba 1.....	81
40. Encuesta socioeconómica a la población de Cayumba 2.....	81
41. Encuesta socioeconómica a la población de Cayumba 3.....	82
42. Etiquetado para muestra de suelo físico-química.....	82
43. Ubicación de puntos de muestreo para muestra de suelo físico-química.....	83
44. Extracción de muestras de suelo físico-química.....	83
45. Anexo 47. Ubicación de muestra S Ca para hidrocarburos.....	84
46. Extracción de muestra S Ca para hidrocarburos.....	84
47. Ubicación de muestra S Chu para hidrocarburos.....	85
48. Extracción de muestra S Chu para hidrocarburos.....	85
49. Formato de encuestas para identificación de mamíferos.....	86
50. Encuesta socioeconómica.....	88
51. Constancia de muestra dendrológica.....	89
52. Análisis de suelos.....	90
53. Área de influencia directa.....	91
54. Área de influencia indirecta.....	92
55. Mapa de zonas de vida.....	93
56. Mapa de capacidad de uso mayor.....	94
57. Mapa geológico.....	95
58. Mapa de uso actual de tierras.....	96
59. Cuenca hidrográfica del río Chunatahua.....	97
60. Beneficiarios del SAP de Cayumba.....	98

RESUMEN

El presente estudio busca determinar la valoración económica del impacto a la calidad del suelo en la construcción del sistema de agua potable del centro poblado de Cayumba, Tingo María – 2021 mediante la identificación de los impactos a la calidad del suelo, la valorización económica de los impactos generados, la evaluación de los impactos a la calidad del suelo y del análisis de los parámetros físicos y químicos del suelo. Los resultados obtenidos indican que: 1) Los principales impactos que afectaron a la calidad del suelo fueron el movimiento de tierras y los trabajos preliminares, se muestra su ponderación en la figura 8 de evaluación de impactos ambientales. 2) La matriz de Leopold con respecto al factor suelo, tuvo como resultado Impacto Medio con un valor de 41.34. 3) Se obtuvo una valoración económica de 34951.7 soles, contemplando 2979.20 soles en especies agrícolas, 2905.063 soles en la recuperación de macrofauna (*Lombricus terrestris*) y 29067.44 soles en materia orgánica a reemplazarse. 4) los parámetros físico-químicos del suelo son humedad de 25.60 % hasta 73.26%, textura de franco, arcilloso, franco arenoso y franco limoso, pH de 3.65-7.56, MO de 1.39%-2.22%, CIC 5.81-8.32. 5) Suelos no contaminados con hidrocarburos.

Palabras clave: Valorización, calidad de suelo, agua potable, impacto, contaminación.

**ECONOMIC ASSESSMENT OF THE IMPACT ON SOIL QUALITY IN THE
CONSTRUCTION OF THE DRINKING WATER SYSTEM OF THE POPULATED
CENTER OF CAYUMBA, TINGO MARÍA – 2021**

ABSTRACT

The present study seeks to determine the economic valuation of the impact on the quality of the soil in the construction of the drinking water system of the town center of Cayumba, Tingo María - 2021 by identifying the impacts on the quality of the soil, the economic valuation of the impacts generated, the evaluation of the impacts on the quality of the soil and the analysis of the physical and chemical parameters of the soil. The results obtained indicate that: 1) The main impacts that affected the quality of the soil were the movement of earth and the preliminary works, their weighting is shown in figure 8 of the evaluation of environmental impacts. 2) The Leopold matrix with respect to the soil factor, resulted in Medium Impact with a value of 41.34. 3) An economic valuation of 34951.7 soles was obtained, contemplating 2979.20 soles in agricultural species, 2905.063 soles in the recovery of macrofauna (*lombricus terrestris*) and 29067.44 soles in organic matter to be replaced. 4) the physical-chemical parameters of the soil are humidity from 25.60% to 73.26%, texture of loam, clay, sandy loam and silty loam, pH of 3.65-7.56, OM of 1.39% - 2.22%, CIC 5.81-8.32. 5) Soils not contaminated with hydrocarbons.

Keywords: Valorization, soil quality, drinking water, impact, contamination.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial gran parte del trabajo relacionado con la valoración ambiental se ha descrito como un esfuerzo metodológico para incorporar los marcos neoclásicos al análisis económico de las variables ambientales. Se entiende como un grupo de bienes de consumo que son tan valiosos como cualquier otro bien o servicio hecho por el hombre. Sin embargo, debido a que los productos naturales están disponibles gratuitamente, a menudo no tienen precio, por lo que a menudo no se reconoce su verdadero valor. Así, el resultado es un ambiente excesivo y abusivo. (Granato, 2009).

En el Perú con la aprobación de la R.M. N° 047-2022, en particular, las evaluaciones económicas de los impactos ambientales deben incluirse en los estudios de impacto ambiental (EIA) y, en su caso, en otras herramientas de gestión ambiental. Se indica que la evaluación económica del impacto ambiental en los estudios ambientales debe tener en cuenta el daño resultante al medio ambiente, así como los costos de remediación, control o restauración ambiental que puedan ser necesarios, así como las posibles medidas y compensación por costos de gestión ambiental y otros criterios relevantes para el caso.

Un estándar de calidad ambiental del suelo (ECA) es una medida que determina los niveles de concentración de sustancias peligrosas presentes en el suelo como cuerpo receptor que no muestra un riesgo significativo para la salud humana o del ambiente. En el Perú consideran daños ambientales a los proyectos que en su mayoría contemplan el nivel de Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d), Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Sin considerar proyectos de menor envergadura que debido a sus etapas constructivas generan impactos notables que no son atendidos por los especialistas debido al costo no visualizados en sus presupuestos.

Según Martin et al., (2019), indica en materia de evaluación económica de los impactos ambientales y los estándares de calidad ambiental del suelo, dos aspectos técnicos que no fueron respaldados por normas legales y metodológicas específicas hasta 2014. El Ministerio del Ambiente como titular de la política ambiental nacional esto les impedía participar objetivamente en las fases de planificación, desarrollo o incluso evaluación de las herramientas de Gestión Ambiental, para la aprobación y correcta toma de decisiones. Esta ausencia legal metodológica se vio siendo subsanada, por la aprobación del D.S. N° 002-2013-MINAM, y posterior a ello por el D.S. N° 011-2017-MINAM “Aprueban Estándares de

Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Ambos con el objetivo de mejorar la calidad de vida y supervisar que nuestros suelos no sean contaminados.

El cambio de uso de suelo para la construcción del sistema de agua potable en la localidad de Cayumba afecta la calidad del suelo de bosques y pastizales. En tal sentido el problema es ¿Cuánto será la valoración económica del impacto a la calidad del suelo en la construcción del sistema de agua potable del centro poblado de Cayumba, Tingo María, 2021?; se plantea la hipótesis: la valoración económica del impacto a la calidad del suelo en la construcción del sistema de agua potable del centro poblado de Cayumba, está determinado por la valoración económica de los impactos generados a la macrofauna, parámetros físicos y químicos, y a los cultivos agrícolas.

1.1. Objetivo general

Estimar la valoración económica del impacto a la calidad del suelo en la construcción del sistema de agua potable del centro poblado de Cayumba, Tingo María – 2021.

1.2. Objetivos específicos

- Identificar los impactos a la calidad del suelo en la construcción del sistema de agua potable del centro poblado de Cayumba, Tingo Maria – 2021.
- Evaluar los impactos a la calidad del suelo en la construcción del sistema de agua potable del centro poblado de Cayumba, Tingo Maria – 2021.
- Valorar económicamente los impactos a la calidad del suelo en la construcción del sistema de agua potable del centro poblado de Cayumba, Tingo Maria – 2021.
- Analizar los parametros fisicos del suelo y comparar el parametro quimico de hidrocarburos con los estandares de calidad ambiental para el suelo (ECA de suelo) en la construcción del sistema de agua potable del centro poblado de Cayumba, Tingo Maria – 2021.

II. REVISION DE LITERATURA

1.1. Antecedentes

Debido escasos trabajos de investigación acerca de valoración económica de impactos ambientales en proyectos de agua potable, se consideró proyectos de investigación referentes que contemplen valoraciones económicas en otros sectores similares, a fin de poder discutir con los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación.

Según el proyecto de investigación de (Castañeda y Tolentino, 2020) tuvo de objetivo analizar las evaluaciones del valor económico del impacto ambiental ocasionado por los cambios en el uso actual del suelo y proponer una propuesta para la calificación de la etapa de Criterios de Calidad Ambiental de Suelos (ESA) para la ejecución del proyecto hidroeléctrico Cheves. Si se toma como punto de partida la identificación del problema (impacto ambiental negativo y grave asociado al proyecto de inversión), la propuesta puede conducir a posibles cambios en los bienes y servicios ecosistémicos que afectan el bienestar y bienestar de los individuos. sociedad y convertirse en valor económico. Obteniéndose un monto promedio en el análisis de la Valoración económica por el cambio de uso de suelo que mostró la afectación de áreas de cultivo a valor presente neto por los 25 años de vida útil de S/ 4 595 507 soles.

De acuerdo con Quiroz (2011) se desarrolló la evaluación ambiental de la calidad del suelo en la microcuenca Picuroyacu a partir de la contaminación con metales pesados Pb, Zn, Cu y Cd, enfatizando su biodisponibilidad en el suelo. Mida las concentraciones de plomo, zinc, cobre y cadmio en el suelo para determinar si existe riesgo de toxicidad. Los objetivos propuestos, como determinar las propiedades físicas y químicas del suelo, se lograron con valores promedio de pH = 4.86; M.O = 2,3%; arcilla 26,97% y $\text{CaCO}_3 = 2,74\%$. Con base en las concentraciones promedio del suelo, se determinó que los niveles de fondo de cada metal pesado alcanzaron Cu = 1,48 mg.kg-1, Pb = 1,94 mg.kg-1, Cd = 0,69 mg.kg-1 y Zn = 2,2 mg.kg-1. También se determinaron valores de referencia calculados a partir del valor de fondo más dos desviaciones estándar; Se obtuvo Cu=3,28 mg.kg-1, Pb=3,4 mg.kg-1, Cd=0,93 mg.kg-1 y Zn=2,23 mg/kg-1.

Un estudio realizado por Devimar (2016) tuvo como propósito el desarrollar una evaluación económica de los resultados de la identificación y evaluación del impacto ambiental potencialmente atribuible a la construcción de la segunda presa carretera San Jerónimo – Santa Fe del proyecto autopista al Mar, utilizando estrategias de gestión siguiendo los métodos generales introducidos en los estudios ambientales.

Para ello se realizó en primer lugar la identificación de impactos ambientales para poder seleccionar una metodología de valoración económica ambiental correspondiente a los impactos potenciales del proyecto.

La construcción de la segunda vía San Jerónimo - Santa Fe de Antioquia, planeó desarrollarse en el territorio de la reserva de recursos naturales del río Cauca. por lo que entonces, fue necesario realizar una sustracción parcial y final del área ocupada por el proyecto.

Se eligió un período de análisis de 25 años para evaluar los beneficios y costos. El período de análisis de impacto corresponde a un año de preconstrucción, cinco años de construcción y diecinueve años de operación. El flujo de caja no tiene en cuenta el efecto de la inflación. Esto significa que los costes y beneficios se gestionan a precios fijos. Una vez evaluado el impacto ambiental, se descuentan los beneficios y costos utilizando el VAN como criterio de aceptación, rechazo o indiferencia del proyecto a la viabilidad del proyecto, resultando en un flujo de caja descontado positivo de 128 741 012.186 pesos, lo que significa que la renta del proyecto está muy lejos. de la tasa de descuento social del 12%. La relación costo/beneficio es de 3.52, lo que indica que el daño ambiental es fácilmente compensado por los beneficios generados, por lo que el proyecto es factible desde una perspectiva socioambiental.

Según el estudio realizado por el equipo técnico ACI (2014) en el Proyecto de Rehabilitación de la Autopista CA: 11 La entrada – El Florido usó una matriz de identificación de impacto que fue desarrollada para mapear las actividades impactantes del proyecto a los componentes ambientales y sociales potencialmente impactados. En las fases de construcción y operación de las obras se tienen en cuenta las actividades más relevantes, que son las siguientes: montaje, construcción y operación de campamentos, talleres, depósitos, limpieza ambiental (mezcla, limpieza y limpieza), corte y relleno (terrazas), subsuelo y condiciones del sitio - desarrollo material de taludes, plantas de áridos/hormigón, construcción de puentes, construcción de obras de drenaje, aplicación de hormigón hidráulico y vertederos de residuos sólidos.

La contaminación del suelo ocurre debido a hidrocarburos, aceites, productos químicos, aguas residuales domésticas, agua de lavado mecánico (aceitosa), agua de lavado de agregados (tritadora) o tratamiento inadecuado de aguas residuales. residuos sólidos domiciliarios. Es posible que se hayan producido derrames menores de hidrocarburos debido al mal funcionamiento de los equipos y vehículos utilizados por los contratistas.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Topografía

Todo el trabajo de levantamiento debe comenzar con referencia a la línea base (BM) del Instituto Geofigura Militar (IGM). Las estaciones topográficas del proyecto deben ser elevaciones obtenidas por nivelación directa sustraídas de BM. Si no hay MB en el área del proyecto, o los MB están demasiado lejos para acceder y/o arrastrar fácilmente, o son incompatibles con el tamaño del proyecto (Rocha, 2008).

1.2.2. Fuentes de agua

El agua siempre ha fluido alrededor, a través y sobre la Tierra en forma de vapor, agua líquida y hielo. Además, el agua cambia constantemente de forma. La tierra es un "sistema cerrado", como un invernadero. Esto significa que la Tierra no gana ni pierde materia, incluida el agua (Rocha, 2008).

Los diferentes tipos de circulación del agua alrededor del mundo se conocen como ciclo hidrológico. Los humanos pueden atrapar agua de manera efectiva en ciertos puntos de este ciclo. Comprender la circulación del agua en la Tierra ayuda a elegir la tecnología de almacenamiento de agua más adecuada. En el ciclo hidrológico, el agua se evapora de la superficie terrestre cuando es calentada por el sol. Luego regresa a la Tierra en forma de lluvia, nieve, granizo o niebla. Cuanto más caliente es la masa de aire, más vapor de agua puede transportar. A medida que la masa de aire se enfría, el vapor se licua y forma gotitas que caen por su propio peso. A medida que el aire se eleva sobre las montañas, se expande al chocar con masas de aire caliente y se enfría (enfriamiento por convección) por el calor del aire húmedo cerca de la superficie de la Tierra (Rocha, 2008).

1.2.3. Aducción

Es una conexión de obra destinada a transportar agua entre dos o más puntos. Estos trabajos incluyen tanto el medio físico por el que se transporta el fluido (tuberías, canales, etc.) como todos los trabajos adicionales necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de la planta (estaciones de bombeo, válvulas diversas, compuertas, reservas, transmisión de energía, etc.) desde la cuenca de captación Agua hasta plantas de tratamiento, depósitos de almacenamiento o directamente a la red de distribución (Rocha, 2008).

1.2.3.1. Aducción por gravedad

Es un conjunto de conducciones, canales, túneles, equipos y obras que permiten transportar el agua aprovechando la energía gravitatoria disponible desde las tomas de agua hasta las plantas de tratamiento, balsas de acondicionamiento o directamente a las redes de distribución (Rocha, 2008).

Los tiros formados en tramos rectos pueden, en su caso, disponerse en curvas doblando los tubos en sus uniones, si son flexibles. Desviación de cada compuesto, excepto compuestos con propiedades especiales. Accesorios (acoplamiento, codo, T, reductor, válvula, perno de anclaje, etc.) Estabilidad química (si son materiales diferentes) (Rocha, 2008).

1.2.3.2. Aducción por bombeo

Arrastre es el nombre que se le da a un conjunto de elementos estructurales, equipos, accesorios, tuberías y accesorios que permiten bombear agua desde una captación a una planta de tratamiento de tanques de almacenamiento o directamente a una red de distribución de agua para transportar una determinada cantidad de agua. . La energía del dispositivo de elevación (bomba eléctrica) debe superar la diferencia de nivel de líquido entre la galería del filtro del pozo o reservorio, así como las pérdidas de presión para todo el recorrido y el aumento de la presión mínima de entrada (Rocha, 2008).

1.2.4. Redes de distribución de agua potable

La red de distribución de agua consiste en un conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que se utilizan para suministrar agua a las conexiones domiciliarias. Para los usuarios (domésticos, públicos, industriales, comerciales), la red debe brindar un servicio continuo en cantidad, calidad y carga suficientes (Rocha, 2008).

El diseño de la red de distribución incluye la determinación de los diámetros de las tuberías, la regulación y el tamaño y ubicación de los tanques de almacenamiento, las características y ubicación de las bombas y los dispositivos reguladores de presión. Deben seleccionarse de forma que se garantice la demanda de agua a las presiones mínima y máxima admisibles, asegurando así que no perjudiquen el funcionamiento de la red. En caso de garantizar los costos de construcción, operación y mantenimiento de la red, su diseño se considera óptimo. Además de considerar el costo de las tuberías, tanques de almacenamiento y bombas, también se debe considerar el costo de la electricidad para operarlos (Rocha, 2008).

1.2.4.1. Conexiones domiciliarias

Los componentes mínimos de una acometida domiciliar son: un sistema de acometida con tubería de distribución, una tubería de conexión, válvulas de corte antes y después del contador, un caudalímetro, accesorios y conexiones para asegurar y facilitar la instalación, así como una caja de distribución. Sistemas de medición y control y cierres relacionados. Para usuarios domésticos, las conexiones domésticas son de ½" o ¾" de

diámetro. Los usuarios comerciales, industriales, sociales (escuelas) y oficiales (militares) deben utilizar diámetros de tubería mayores de acuerdo con el caudal requerido (Rocha, 2008).

1.3. Valoración económica

De acuerdo con la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente (MINAM), que fue aprobada por el artículo 7 p) del Decreto No. 1013, una de las funciones del Subsecretario de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales es crear mecanismos para la evaluación, compensación y mantenimiento de la prestación de servicios ambientales. Asimismo, en el reglamento de organización y funcionamiento del MINAM, Decreto Supremo No. 007-2008-MINAM establece que la Dirección General de Valoración, Evaluación y Financiamiento del Patrimonio Natural (DGEVFPN) tiene como funciones formular y difundir, coordinar con las autoridades competentes, las políticas, planes, estrategias, instrumentos, normas y directivas nacionales en materia de recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales y para la valoración y evaluación de su degradación si se propone para su aprobación. Como parte de esto, el MINAM aprobó los Lineamientos para la Valoración Financiera del Patrimonio Natural (Resolución Ministerial N° 409-2014-MINAM) con el objetivo de brindar una guía sobre el alcance y aplicación de la valoración financiera del patrimonio natural para que los políticos puedan utilizar este concepto. . para la conservación y uso sostenible del patrimonio natural.

Las fases del proceso de valoración económica son:

- Fase 1. Preparación de la valoración económica.
- Fase 2. Valoración económica.
- Fase 3. Posvaloración económica.

Dentro de la fase 2, valoración económica, se identifican cuatro pasos:

- Identificación y caracterización de los actores involucrados.
- Priorización y caracterización de los bienes y servicios ecosistémicos.
- Identificación del tipo de valor.
- Elección y aplicación del/los métodos de valoración económica

1.3.1. Valor económico total

El Valor Económico Total (VET) considera que cualquier servicio ecosistémico puede constar de diferentes valores, algunos de los cuales son tangibles y fáciles de medir, mientras que otros son intangibles y difíciles de cuantificar. El VET comprende los Valores de Uso (VU) y de No Uso (VNU). Los valores de uso comprenden a su vez los

Valores de Uso Directo (VUD) y Uso Indirecto (VUI). Los valores de no uso comprenden los valores de Existencia (VEX) y Legado (VL) (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2021).

1.3.1.1. Valor de Uso Directo.

Este valor se refiere al beneficio que un individuo o grupo obtiene del uso o consumo de bienes y servicios. Suele caracterizarse por altos niveles de exclusión y competencia en el consumo, similares a los bienes privados (Minam, 2021).

1.3.1.2. Valor de Uso Indirecto.

Este valor no se refiere a los intereses exclusivos de un individuo en particular, sino a los intereses de otros individuos en la sociedad. Esto suele deberse a la baja disuasión y características competitivas en su consumo (Minam, 2021).

1.3.1.3. Valor de Existencia.

Es el valor que los individuos le dan a los servicios de los ecosistemas por el simple hecho de que existen. Incluso si la persona no utiliza o se beneficia directa o indirectamente de ellos en la actualidad o en el futuro (Minam, 2021).

1.3.1.4. Valor de Legado.

Es el valor asociado a la intención del individuo de posibilitar que las generaciones futuras se beneficien por los servicios de los ecosistemas, directa o indirectamente, ya sea por vínculos de parentesco o altruismo (Minam, 2021).

1.3.2. Macrofauna

El suelo o la fauna del suelo incluye aquellos organismos que pasan toda o parte de su vida en el suelo, la superficie inmediata, la capa superior de hojarasca, troncos caídos y descompuestos y otros ambientes adyacentes conocidos como suelo suspendido. De la fauna del suelo, la macrofauna incluye los invertebrados más destacados que miden 10 mm o más de largo y más de 2 mm de diámetro, por lo que se ven fácilmente tanto en la superficie del suelo como en el interior (Brown, et al. 2001).

Los cambios en el uso del suelo y el grado o intensidad de las perturbaciones en el manejo del suelo afectan directamente la estructura de la vegetación y las propiedades fisicoquímicas del suelo e indirectamente afectan la composición taxonómica y funcional, la abundancia, la riqueza y la diversidad de la fauna del suelo (Pauli et al. 2011).

Cualquier intervención humana o natural puede afectar positiva o negativamente la dinámica de la fauna terrestre, especialmente la macrofauna. Esto se debe a que son los organismos más grandes del suelo, tienen diferentes estrategias de movilidad y alimentación, están más expuestos a la superficie y al interior del suelo y, por lo tanto, son más sensibles a los cambios ambientales (Kamau et al. 2017).

En los bosques, tanto en estructuras primarias como secundarias, las comunidades de macroinvertebrados del suelo tendieron a alcanzar altos valores de riqueza, diversidad y riqueza taxonómica en comparación con otros sistemas menos protegidos (Araújo et al., 2010).

Los bosques reflejan la estabilidad del medio ambiente debido a una gran diversidad de plantas, bajas fluctuaciones microclimáticas, alto contenido de nutrientes en el suelo, alta calidad de la hojarasca y buena retención de agua (Vasconcellos et al. 2013).

Sin embargo, los pastizales muestran una importante simplificación de la arquitectura vegetal con la pérdida de capas leñosas, la homogeneización de la hojarasca y los cambios de temperatura, radiación solar y contenido de materia orgánica, todo lo cual conduce a una reducción de los nichos ecológicos. y así en diferentes poblaciones de macrofauna; causando cambios significativos en el perfil del suelo en un período de tiempo extremadamente corto (Mathieu et al. 2009).

Por otro lado, las prácticas de pastoreo en pastizales y sistemas silvopastoriles (que representan sistemas agroforestales de pastizales) pueden ser otra razón para la reducción de las comunidades del suelo. La respuesta de los invertebrados depende de la tasa de pastoreo y la intensidad del pastoreo debido a la reducción de la vegetación y las capas de hojarasca; además, el excesivo pisoteo animal implica una menor estabilidad de los agregados orgánicos minerales, mayor porosidad del suelo, mayor compactación, por lo que se reduce la infiltración de agua y el aporte de oxígeno, limitando el movimiento de esta fauna (Bautista et al. 2009).

1.3.3. Parámetros físicos y químicos

1.3.3.1. Textura

El análisis del tamaño de grano se refiere a la división de la fracción mineral del suelo en fracciones de diferentes tamaños y la preparación de cada fracción. El procedimiento especificado es adecuado para pequeñas fracciones de suelo (< 2 mm de diámetro) (Gómez y Vázquez, 2010).

1.3.3.2. pH

El pH es el medio potencial en pastas saturadas o sobrenadantes en suspensión líquido-suelo en equilibrio en proporciones de 1:1, 1:2 o 1:5 en peso: peso o peso: volumen o volumen: volumen. El líquido es agua o electrolito: cloruro de calcio 0,01 M (CaCl₂) o cloruro de potasio 1 N (KCl) (Gómez y Vázquez, 2010).

1.3.3.3. Materia orgánica

La materia orgánica se puede determinar oxidando C a CO₂. El método de calentamiento para determinar la materia orgánica es la quema de la materia orgánica del suelo para producir CO₂. Este CO₂ se puede medir por el volumen que produce cuando se inmoviliza en una solución alcalina o por la diferencia de peso (Gómez y Vázquez, 2010).

1.3.3.4. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Una de las propiedades más importantes del suelo es su capacidad de intercambio catiónico (CIC). La CIC se puede definir como la capacidad del suelo para retener iones cargados positivamente (cationes). Esta retención se debe a que los complejos coloidales en el suelo son negativos, causados por procesos de sustitución isomórfica en láminas tetraédricas u octaédricas; en procesos de fragmentación en los bordes de arcillas o - hidrólisis de grupos COOH y OH en coloides orgánicos (Gómez y Vázquez, 2010).

1.3.3.5. Humedad

El contenido de humedad se determinó pesando muestras de suelo con contenido de humedad inicial, secando el suelo en un horno de aire caliente y pesando. La pérdida de peso (agua) se expresa como un porcentaje basado en el peso seco. En algunos suelos, la materia orgánica puede descomponerse a 105°C. Este no es un problema de falla grave para la mayoría de los suelos, pero lo es para los suelos que contienen muchos compuestos volátiles (Gómez y Vázquez, 2010).

1.3.3.6. Conductividad eléctrica

Las sales solubles en suelo se evaluaron por conductividad eléctrica (CE) en extractos acuosos. Este extracto también se utilizó para la determinación de aniones y cationes solubles. Los extractos se obtienen a partir de mosto saturado o por filtración con una relación tierra/agua de 1:2 o 1:5. Los extractos de saturados deben proporcionar una mejor representación de las condiciones de salinidad del suelo para las plantas (Gómez y Vázquez, 2010).

1.3.3.7. Hidrocarburos

Se realizó por un método de muestreo no probabilístico según el juicio subjetivo de los investigadores según sus directrices para el muestreo de suelos D.S. N 002-2013-MINAM. Normas de calidad del suelo. El tipo de muestreo utilizado es el de identificación, que tiene como objetivo determinar la presencia de contaminación del suelo

mediante la toma de muestras representativas para determinar si el suelo supera los estándares de calidad ambiental y/o el fondo de valor D.S. No. 002-2013-MINAM (Minam, 2017)

1.4. Impacto ambiental

A nivel nacional, el MINAM asumió inicialmente el desafío de reglamentar la Ley de EIA, que también fue modificada por el Decreto Legislativo n. 1078 en junio de 2008 para incluir aspectos clave para ayudar a modernizar el sistema, incluida la aplicación de Evaluación Ambiental Estratégica. Obligatorio. Como resultado, se iniciaron acciones de acuerdo a su mandato, que priorizaron identificación de proyectos sujetos al SEIA, regulación de sectores SEIA, su adecuación al Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) para la implementación de variables ambientales en proyectos públicos, sistematización de información, elaboración centralizada de expedientes de consultores ambientales y certificación ambiental de impactos ambientales aprobados de evaluaciones. Desde la década de 1990, se ha reflejado en la legislación la necesidad de un proceso de adecuación en diversos sectores, teniendo en cuenta los riesgos ambientales que pueden derivarse de las actividades de cada sector y de las actividades mineras, manufactureras o de servicios. En este sentido, los sectores de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento carecen de legislación de protección ambiental, lo que limita su desempeño ambiental, el desarrollo de herramientas de gestión ambiental y la aplicación de lineamientos técnicos, normas, lineamientos y procedimientos. Regular y dirigir el proceso de conformidad con la Ley de EIA y sus disposiciones. Aprobación de reglamentos de protección ambiental para proyectos relacionados con las actividades de vivienda, urbanización, construcción y saneamiento, con base en la necesidad de desarrollar reglas regulatorias claras para el proceso de certificación ambiental y lograr su efectividad a fin de optimizar la operación sanitaria de los proyectos de servicios socialmente necesarios. y de uso público, tiene como objetivo proteger la salud y el medio ambiente de los ciudadanos, fortalecer la regulación ambiental y social de las actividades de estos servicios, y sus inversiones provienen principalmente del sector público, promoviendo inversiones responsables y sostenibles. Cabe señalar que este reglamento no regula normas de procedimiento específicas para la evaluación de impacto ambiental a nivel departamental, sino que considera y sustenta la gestión ambiental desde una perspectiva interdisciplinaria y descentralizada, fijando metas temáticas importantes. Para ello, se revisaron sus disposiciones organizativas y funcionales y se brindó el apoyo necesario para fortalecer la gestión ambiental mediante la transformación de la Oficina de Medio Ambiente (OMA) en una Dirección General, actualmente Dirección General de Medio Ambiente (Minam, 2016).

1.4.1. Identificación de impactos

El común denominador entre el desarrollo de la línea base y la determinación del impacto es que su alcance de desarrollo corresponde al área de impacto del proyecto. Un análisis rápido del estudio ambiental revela que se utilizaron varios criterios para determinar la zona de impacto, que van desde el uso de concesiones o restricciones de parcelas hasta el uso de software de modelado; Zonas de separación o impacto social y ambiental y otras prácticas que dificultan la gestión ambiental de los procesos y proyectos de EIA. El objetivo es crear un área única de impacto ambiental (que incluya aspectos sociales) en función del aumento de área, a partir de la superposición de los componentes ambientales afectados, desde los más estáticos hasta los más dinámicos (suelo, patrimonio natural, terrestres), atmosféricos, ecosistemas acuáticos, acuáticos, ecosistemas marinos, aspectos visuales y sociales). Asimismo, se tiene en cuenta el tipo de impacto (directo o indirecto), potencial de acumulación, sinergia y extensión, analizados para determinar áreas de impacto directo e indirecto (Minam, 2016).

Según Paz (2010) realizó una evaluación de la vulnerabilidad a la degradación del suelo en las ciudades de Losandos, Quirota y Concón, que representan diferentes ambientes morfoclimáticos del Valle de Aconcagua, mediante la determinación de las Unidades Homogéneas de Respuesta a la Erosión (URE) y la aplicación del método general de suelos. Loss Equation (USLE), simula dos escenarios representativos diferentes para diferentes métodos de conservación del suelo. En cuanto a la identificación de impactos ambientales, se utilizan unidades de respuesta a la erosión (ERV), que se definen como unidades espaciales que difieren en su ubicación pero que son homogéneas en las funciones de los procesos físico-naturales y tienen cierto grado de sensibilidad a la erosión, que es controlada por las características geográficas físicas y la gestión de su entorno natural y humano. Estas unidades espaciales se generan realizando una superposición ponderada de varias variables en el entorno natural físico e identificando las denominadas Unidades de Referencia de Erosión (ERU) que describen el proceso de erosión actual y la forma del paisaje existente. La superposición tiene en cuenta la fotografía aérea, el análisis de ortofotos, el trabajo de campo y el procesamiento GIS. La identificación y localización de los patrones de erosión existentes se realizó mediante la clasificación de los tipos de erosión según la profundidad y la distancia entre zanjas y/o entre zanjas, y la evaluación de la intensidad de la degradación según la densidad de la cubierta vegetal. De esta forma, todas las variables utilizadas para definir las Unidades de Respuesta a la Erosión (URE) en la Cuenca del Aconcagua fueron evaluadas de manera independiente en función de su contribución al

proceso de erosión, determinando niveles de erosionabilidad o erosionabilidad, respectivamente (Paz, 2010).

1.4.2. Evaluación de impactos

En América Latina, la evaluación de impacto ambiental se adoptó después de la década de 1970, y Colombia fue uno de los primeros países en incluir la evaluación de impacto ambiental en los proyectos de inversión a través del Código de Recursos Naturales de 1973. Luego, en 1978, México y en 1988 Brasil se unieron a los países que utilizaron evaluaciones de impacto ambiental. Sin embargo, estas evaluaciones son una respuesta a requisitos u obligaciones administrativas, más que incorporar variables ambientales en los criterios de diseño de proyectos, y mucho menos una herramienta para la toma de decisiones (Minam, 2016).

Determinar la eficacia de un sistema de EIA es difícil; su desarrollo e implementación son condiciones necesarias, pero no suficientes para minimizar el impacto de la actividad económica sobre el medio ambiente, y cada sistema de EIA opera en un determinado contexto político, legal, económico y administrativo (Minam, 2016).

En lo que respecta al sector vivienda, construcción y saneamiento se tiene como reglamento sectorial, Reglamento de Protección Ambiental para Proyectos Vinculados a las Actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento, aprobado por Decreto Supremo N° 019-2012-VIVIENDA (Minam, 2016).

1.4.3. Relación de impactos ambientales y agentes impactados

En cuanto a la relación entre el impacto ambiental y los factores de impacto visible, cabe señalar que existe una correlación entre los impactos de ambas partes, por ejemplo, en el caso de la pérdida de tierras, si son tierras agrícolas, el impacto visible está relacionado con : entre otros, la construcción de infraestructura que La pérdida de tierras para la agricultura, la pérdida de plantaciones agrícolas y la reducción de los ingresos agrícolas, que sin embargo se considera parte de la pérdida de tierras, será útil en sí misma porque afecta a las personas o comunidad en la que se encuentra, el efecto reduce la relevancia del evento como consecuencia de otros eventos y más claramente la producción agrícola disminuirá debido a que se verá significativamente afectado por los daños causados tanto como medio ambiente y como terrateniente como agricultor (Martin, 2019).

1.4.4. Estimación de valores de impactos ambientales

Se describen los criterios tenidos en cuenta en el desarrollo de la evaluación económica de los impactos potenciales, el proceso de cálculo y el valor obtenido

con estos métodos. Los resultados de la evaluación económica deben tabularse junto con la suma de los posibles valores de impacto identificados (Martin, 2019).

1.5. Estructuras del sistema de agua potable

Se contemplan las siguientes estructuras:

Tabla 1. Estructuras del proyecto

Estructura	Detalles
Captación	Posee una captación de ladera concentrado del manantial Tablilla, con un caudal de 2.80 lt/seg, ubicado a 1,364.84 msnm, en las coordenadas UTM N: 8952491.91 E: 400784.91; siendo el caudal de la fuente 5.45 lt/seg.
Reservorio	Se tiene un reservorio de 40 m ³ de concreto armado $f'c=210$ kg/cm ² , ubicado en lugar estratégico para garantizar la presión y el cloro residual en las conexiones domiciliarias.
Línea de conducción	La instalación con una longitud de 7584 m de TUB. HDPE-C10 Ø 3" (90 MM), que va desde la captación hasta la cámara distribuidora de caudal, luego se reparte para la localidad de Cayumba.
Cámara rompe presión	Se construyeron 5 cámaras rompe presión Tipo 6 en la línea de conducción, de concreto armado de $f'c=210$ kg/ cm ² .
Cámara distribuidora de caudal	Se construyó 01 cámara de distribución de caudal de concreto armado de resistencia $f'c=210$ kg/cm ² .
Válvula de purga	Se construyeron 06 Válvulas de purga de concreto armado de resistencia $f'c=210$ kg/cm ² .
Válvula de aire	Se construyeron 05 válvulas de aire de concreto armado de resistencia $f'c=210$ kg/cm ² .

Fuente: Municipalidad Distrital Mariano Dámaso Beraún (2018)

1.6. Estándares de calidad ambiental del suelo

Es una medida para determinar el nivel o cantidad de concentración de un elemento, sustancia o parámetro físico, químico y biológico en el suelo que no representa un riesgo significativo para la salud en las condiciones en que sirve de receptor. personas o el medio ambiente. Dependiendo del parámetro del suelo al que se aplique, la concentración o grado puede expresarse como máximo, mínimo o rango (Pulgar et al., 2014).

El análisis de las muestras de suelo debe realizarse en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional para la Defensa de la Competencia y la Propiedad Intelectual (INDECOPI).

Según D. S. Artículo 11, si no se dispone de un laboratorio acreditado, se debe utilizar un laboratorio claramente acreditado por la autoridad competente. 002-2013-Minan. D.S. N 002-2013-MINAM cancelado por D.S. N 011-2017-MINAM, que requiere evaluación continua del sitio y acción de remediación en el área contaminada para proteger la salud humana y ambiental. Decreto de la Corte Suprema No. 011-2013-MINAM actualizado por D.S. N 012-2017-MINAM, teniendo en cuenta los criterios para el manejo de suelos contaminados. Se utiliza en tres fases: Fase de identificación: fase en la que se determina si el sitio ha pasado la ECA. Las actividades existentes deben ser reportadas a la autoridad competente para decidir si procede con dichas fases, mientras que la fase de caracterización indica que si se excede el valor de ECA o "nivel de fondo", se requerirá una caracterización detallada del sitio. debe llevarse a cabo para determinar la extensión y la profundidad del área contaminada. La caracterización, si es necesaria, formará la base para el desarrollo de un plan específico de remediación de tierras, que incluye:

- Información del sitio contaminado
- Resultados e interpretación del muestreo de detalle
- Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA)
- Propuesta de acciones de remediación

Fase correctiva: incluye implementación de medidas correctivas y muestreo final de validación. El propósito del muestreo de prueba es demostrar que las medidas de remediación tomadas en suelos contaminados alcanzan concentraciones que son menores o iguales a los valores de ECA o niveles de remediación específicos determinados por evaluaciones ambientales y de salud de una manera estadísticamente verificable. estudios de riesgo (Minam et al. 2017).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

2.1.1. Ubicación geográfica

El estudio se centró en la localidad de Cayumba, que cuenta con un sistema de agua potable que incluye un embalse de 40 m³ con captación en el Caserío la Tablilla, con una superficie media de 29,69 m² y un perímetro de 20,70 m.

Tabla 2. Ubicación geográfica según el Sistema UTM Zona 18 S .

Punto	Este	Sur	Altitud
Reservorio Cayumba	395983	8950694	1028
Captación Tablilla	400453	8952817	1343

Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Ubicación política

Región : Huánuco

Provincia: Leoncio Prado

Distrito : Mariano Dámaso Beraún

Centro Poblado : Cayumba

El área de la jurisdicción es de 766.27 km². El área urbana incluye centros tan densamente poblados como Gran Cayumba, Santa Ana, Las Palmas, Chonta playa, Tambilo Chico, Quesada, Cuevas de las Pavas y Puente Prado; las áreas rurales incluyen San Carmen, pequeños pueblos como Beira, Beira Alta, Inti, Lota y Rio Oro.

2.1.3. Climatología

A través de la estación hidrográfica Chinchavito, ubicada a 20 kilómetros de la localidad de Cayumba, se cuenta con una versión automatizada de la estación meteorológica tradicional que ahorra mano de obra y realiza mediciones en zonas remotas. Según el mapa climático del SENAMHI, el clima aquí es lluvioso, cálido y muy húmedo, con precipitaciones abundantes durante todo el año y humedad constante debido a la alta concentración de vapor de agua en la atmósfera, con una precipitación media anual de 3197,4 mm. Las fluctuaciones térmicas son grandes, con una temperatura mínima de 18 °C y una temperatura máxima de 38 °C, lo que resulta en ciclos climáticos más pronunciados.

Tabla 3. Estación meteorológica Chinchavito.

Estación Chinchavito		
Región: Huánuco	Provincia: Huánuco	Distrito: Chinchao
Latitud: 9°30'54"	Longitud: 75°56'33"	Altitud: 795 msnm
Tipo: EHA - Hidrológica	Código: 472D0552	

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2022.

2.1.4. Accesibilidad

El acceso desde la ciudad de Tingo María hasta la localidad de Cayumba a unos 44 km de distancia, y por la ciudad de Huánuco Cayumba a unos 74 km de distancia.

2.1.5. Zonas de vida

El área forma parte del Área Natural Rupa Rupa o Selva Alta, que posee una zona de vida bosque muy húmedo tropical montano (bmh-mt) que favorece el crecimiento de abundante vegetación arbórea y arbustiva y un clima cálido y húmedo con abundantes lluvias. El suelo de Cayumba es de origen coluvial y se ubica en un paisaje montañoso en laderas, ofreciendo una gran variedad de litologías encontradas en laderas pronunciadas. Se realizaron los siguientes estudios: determinación de los efectos ambientales que afectan la calidad del suelo, evaluación de los efectos ambientales sobre la calidad del suelo, evaluación económica de los efectos sobre la calidad del suelo y análisis de los parámetros físicos y químicos del suelo.

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales

Los materiales que se utilizaron para la identificación de impactos ambientales fueron los siguientes: cuaderno de apuntes A4, dos lapiceros azules “Faber Castell, un par de botas de jebe “Venus”, un machete y una pala recta “tramontina”, repelente de mosquitos de 120 gr marca “Floresta”, wincha de 50 metros “Kamasa”, 500 metros de rafia, 50 unidades de platos descartables, un plumón indeleble “Faber Castell”, 1 caja de tachuela, un colador de un diámetro de 30 cm, una pinza quirúrgica, 100 unidades de frascos de penicilina de 2 ml, un frasco de alcohol etílico de 1 lt al 70%, etiquetas adhesivas de colores reflectantes (verde y naranja), una capota y un cortaviento.

2.2.2. Equipos

Los equipos de medición y cálculo que se emplearon para la identificación de impactos fueron GPS GARMIN 65s portátil multibanda con sensores de 16 GB de memori, una laptop marca ASUS modelo X550L core i7 con 500 GB de

almacenamiento del año 2014, microscopio marca Leica EZ4 y un equipo celular “Samsung A21s” modelo (SM-A217M) con cámara fotográfica incorporada de resolución 8000 x 6000 pixeles.

2.3. Metodología

2.3.1. Identificación de impactos

Se determinó el área de influencia directa e indirecta y las estructuras para identificar las etapas constructivas. Se procedió a desarrollar la información de los estudios de línea base (físico, biológico y socioeconómico), de esta manera se identificaron las acciones con posibles efectos en los diferentes factores ambientales.

2.3.1.1. Área de estudio

Se coordinó con el señor Hipólito Gavidia Ledesma, un poblador de la zona para hacer el recorrido de toda el área de influencia directa (AID) y área de influencia indirecta (AII), cabe resaltar que el comunero posee hectáreas de terreno dentro del bosque que contempla el recorrido de la línea de conducción.

Tabla 4. Superficie del área de influencia.

Descripción	Superficie
Área de influencia directa (AID)	4.55 ha
Área de influencia indirecta (AII)	26.39 ha
Área de influencia (AI)	26.39 ha

Fuente: Elaboración propia

2.3.1.2. Estructuras construidas

En coordinación con el residente de obra el Ing. Alejandro Cielo Garay del proyecto sistema de agua potable (SAP en adelante) de Cayumba, se obtuvieron las coordenadas de las estructuras a ubicar. Siendo un total de 22 estructuras como se puede apreciar en el anexo 1. Las diferentes etapas constructivas que afectan a los distintos componentes fueron: construcción de la captación, construcción del reservorio, instalación de la línea de aducción, instalación de la línea de conducción y la instalación de la red distribución. Además de contar con 239 beneficiarios del servicio de agua potable, tal como se puede apreciar en el anexo 62.

2.3.1.3. Línea base

Se inició con el aspecto físico, se consideraron los factores: clima, zonas de vida, capacidad de uso mayor, geología, uso actual de tierras e hidrografía.

a. Precipitación

Se cuentan con datos de los meses de octubre a diciembre del 2021 y de enero a marzo del 2022. Existen datos que poseen 0 como valor, son días que se reportaron con ausencias de precipitaciones, los meses con menor precipitación fueron febrero, marzo, octubre y diciembre, el mes que obtuvo mayor precipitación fue diciembre con 63 mm/d. El promedio de los datos fue de 9.75 mm/d.

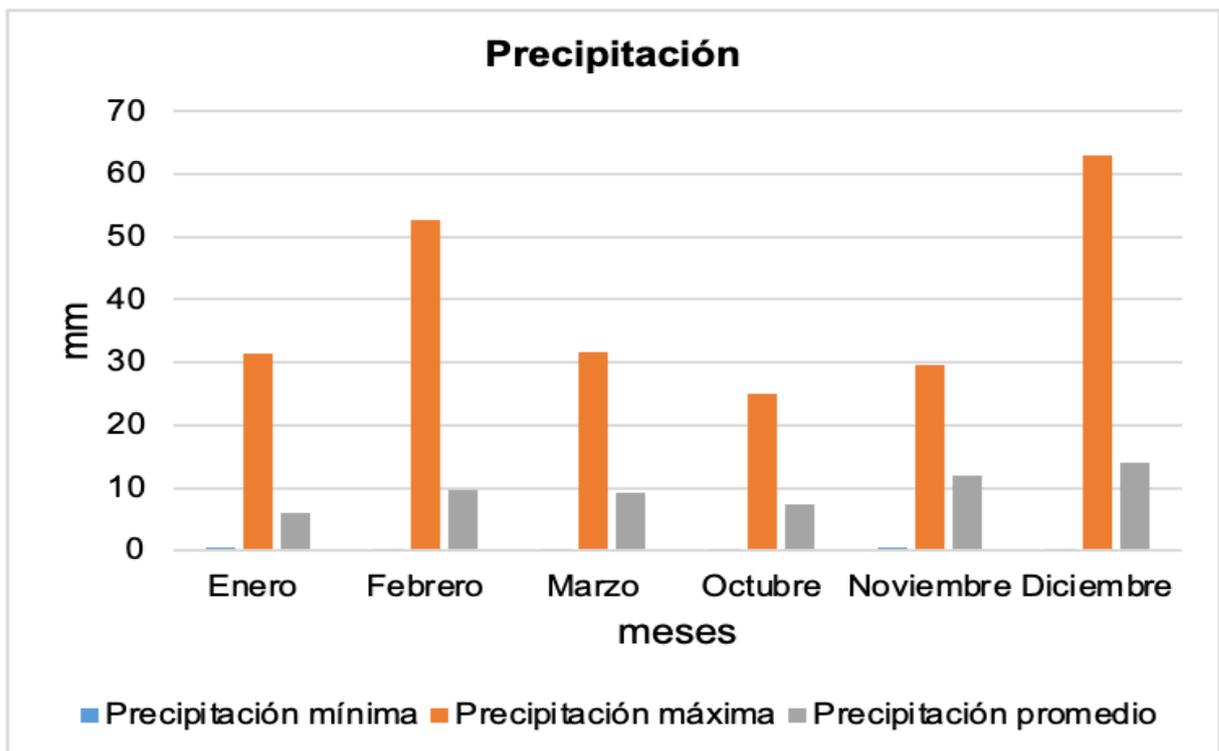


Figura 1. Datos de precipitación.

Fuente: Senamhi, 2022

Las precipitaciones mensuales se concentran en la estación húmeda que abarca los meses de diciembre a marzo, mientras que en el resto de los meses la precipitación es menor. En el gráfico 21 se ha representado la distribución de lluvias de los meses de octubre del año 2021 a marzo del 2022 en la que se observa claramente esta distribución estacional. Se pueden observar dos picos de precipitación en los meses de diciembre y febrero.

b. Temperatura y humedad

Se utilizó la estación meteorológica de Tingo María, de los meses enero a marzo del 2022, y diciembre del 2021.

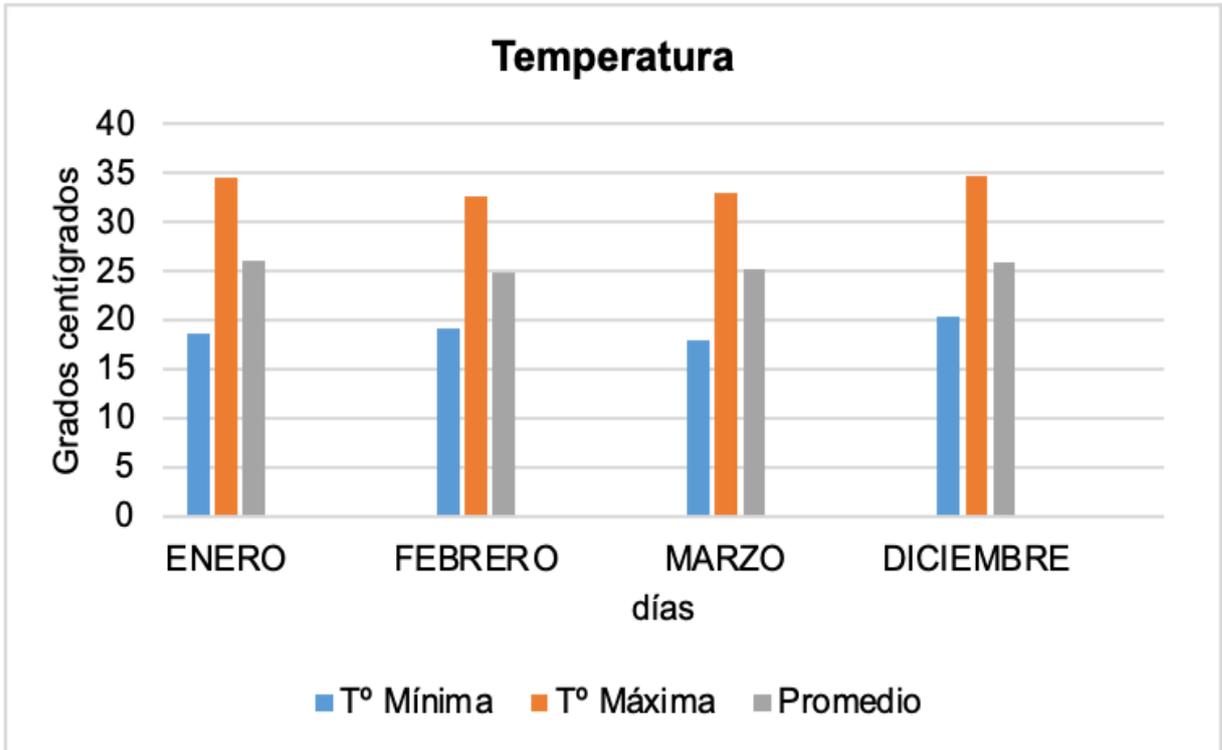


Figura 2. Temperatura.

Fuente: Senamhi, 2022

Debido a las radiaciones solares, a la composición de la atmósfera, a los cambios en los continentes, a las corrientes oceánicas y a la órbita de la tierra, la temperatura es resultado de dicho complejo equilibrio de energía, por tanto, la pérdida de este equilibrio origina cambios climáticos.

Se puede apreciar una temperatura máxima que no supera los 35 grados centígrados, siendo exactos 34.5 °C, lo cual indica que pese a encontrarse en una estación de invierno para la selva, se registran aún datos de temperaturas elevadas propio de una zona tropical. Con una temperatura mínima reportada de 18 °C en el mes de marzo, muestra un rango promedio de 19.03 a 33.73 grados centígrados durante estos 4 meses de análisis.

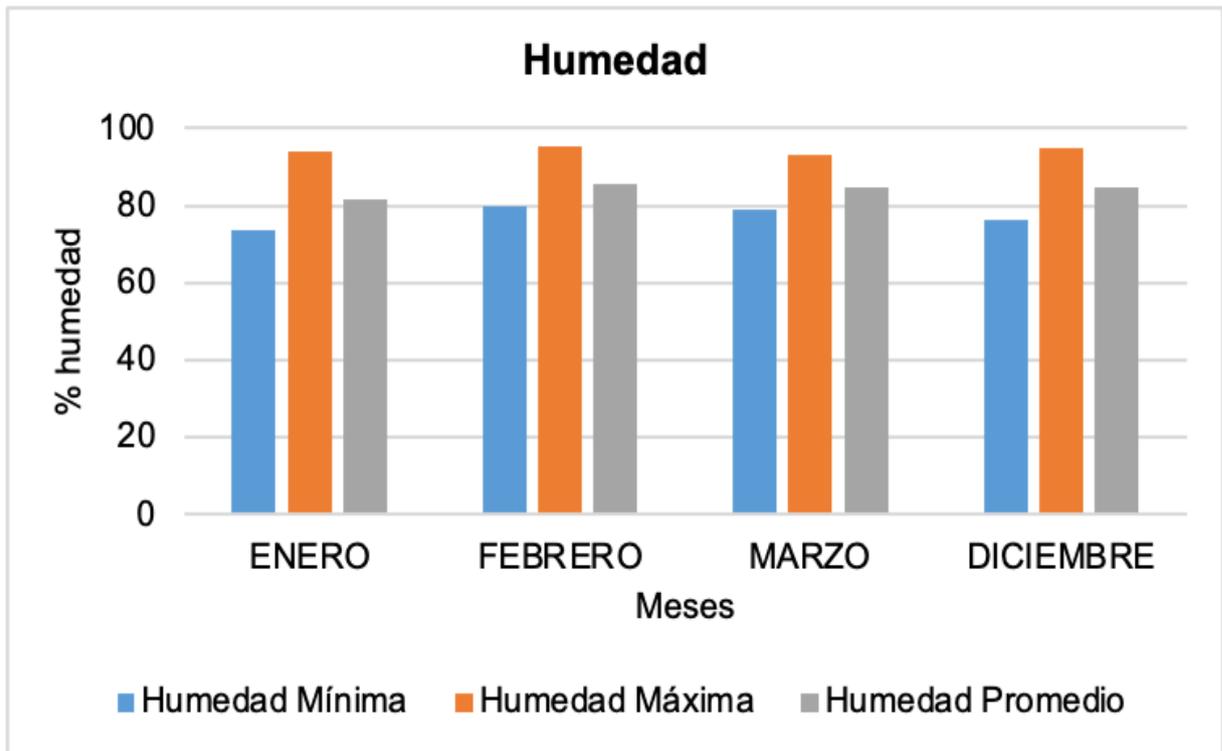


Figura 3. Humedad.

Fuente: Senamhi, 2022

La humedad está basada en el punto de rocío, ya que determina si el sudor se evapora de la piel y refresca el cuerpo. Se siente más seco cuando el punto de rocío es bajo y más húmedo cuando el punto de rocío es alto. A diferencia de la temperatura, que suele variar mucho del día a la noche, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, por lo que, aunque las temperaturas nocturnas bajen, los días húmedos suelen ser noches húmedas. Muestra una humedad media del 84%.

c. Zonas de vida

La única zona de vida dentro del área de influencia es de un bosque muy húmedo premontano tropical (transicional a bosque) (bmh-MT). Se puede apreciar el plano en el anexo 57.

d. Capacidad de uso mayor del suelo

De acuerdo al mapa de capacidad de uso mayor del suelo mostrado en el anexo 58, indica que el 64.15% de área corresponde a Tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión pertenecientes al grupo C de clase C3 y subclase C3se, un 15.23% a tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión de grupo F

clase F3 y subclase F3se, un 13.19% en tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por el suelo del grupo A clase A3 y subclase A3se.

e. Geología

Según el anexo 59, muestra que el mapa geológico posee las siguientes formaciones: calizas grises azuladas en bancos medio gruesos con nódulos de chert, calizas microcrítica y bioclásticas intercaladas con margas y limoarcillitas, constituida por areniscas de grano fino de color rojizas, lodolitas y limolitas de tonos pardo rojizas, depósitos fluviales - Gravas y arenas en matriz limoarenosa, incluye conos aluviales en formación y erosión, gravas y arenas mal seleccionados en matriz, limoarenosa, areniscas masivas, cuarzosas, blancas a marrones, de las cuales las formaciones que se encuentran en mayor proporción son pertenecientes al grupo Moho (Kis-mo), que pertenecen a su vez al grupo cretácico del mesozoico.

f. Uso actual de tierras y suelo

Se elaboró un mapa de uso actual de tierras que se aprecia en el Anexo 60. El área contempla los siguientes usos: bosques denso alto, bosque denso bajo, bosque fragmentado con vegetación secundaria, cultivos permanentes arbustivos y cultivos premonitorios. Además de contar con las localidades de Cayumba y Chunatahua, ambas dedicadas a la agricultura, son acreedores en cultivos como el cacao, plátano, etc. Tal como se puede apreciar en los anexos del 19 al 24.

g. Hidrografía

Se delimitó la microcuenca del río “Chunatahua” mostrado en el anexo 61. El río Chunatahua, principal afluente de la localidad de Cayumba y propiamente dicha de Chunatahua. Desde su origen hasta su confluencia con el río Huallga el recorrido total del río es de 5.1 Km. Su nacimiento se sitúa, en el interior de la franja montañosa de su localidad. Las fuentes afloran a unos 1320 m de altitud, situada en la provincia de Pachitea. El perfil longitudinal del río es el resultado de los diferentes materiales que atraviesa y de la acción erosiva de las aguas con fuerte pendiente.

Dentro del componente biológico se consideró la flora y fauna. En lo que respecta a la flora: especies arbóreas y especies agrícolas; y a la fauna: aves, mamíferos y macrofauna.

h. Flora

Para las especies arbóreas se decidió tomar dos parcelas demostrativas de 250 m², con el respaldo del docente universitario Ing. MSc. Warren Ríos

García, para identificar a modo de línea base las especies ubicadas perpendiculares a la captación y reservorio, tal como se muestra en los anexos del 25 al 27.

Tabla 5. Coordenadas de las parcelas demostrativas.

Lugar de muestreo	X	Y	Z
Parcela 1	395977	8950693	1033
Parcela 2	399975	8952809	1112

Fuente: Elaboración propia

Para las especies agrícolas, se contó con la presencia de del especialista en cultivos frutícolas el Ing. Idelson Luna Benavides de la Municipalidad Distrital de Castillo Grande (2021), con quien se dio el recorrido por la ruta de la línea de conducción, encontrándose 6 especies afectadas por la tubería HDPE, además se obtuvo la riqueza de las especies perjudicadas.

Tabla 6. Plantones afectados por la tubería HDPE.

Nombre común	Nombre científico	Cantidad de plantones	Área que ocupa
Maíz	<i>Zea mays</i>	40	31.42 m ²
Plátano bellaco	<i>Musa corniculata L.</i>	20	565.49 m ²
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	30	848.23 m ²
Café	<i>Coffea Typica</i>	80	2261.95 m ²
Coca	<i>Erythroxylum coca</i>	220	55 m ²
Bijao	<i>Calathea lutea A.</i>	150	37.5 m ²

Se aplicó la ecuación 1, para determinar la riqueza de especies:

$$D = (6-1) / \ln(540)$$

$$D = 5 / \ln(540)$$

$$D = 0.795$$

Obteniéndose el valor de 0.795 que indica según la teoría de Margalef, que por debajo de 2 y se considera una zona de baja biodiversidad.

i. Fauna

Las aves y mamíferos fueron identificados para ser considerados solamente en la línea de base biológica. Para las aves se contrató a un pajarero,

una persona que con su amplia experiencia es capaz para reconocer las aves por los sonidos que emiten, donde se identificaron un total de 24 especies distintas de aves presentes. El recorrido tomó aproximadamente dos días y se desarrolló en dos etapas, es decir, medio recorrido un día y lo restante el día siguiente. Tal como se puede apreciar en el anexo 4. En mamíferos se desarrolló un formato de encuesta para los pobladores que poseen terrenos en los bosques camino a la captación, para indicar las especies que ellos captaron a lo largo de su día a día en esta zona, el formato se encuentra en el anexo 51. Se identificaron un total de 14 especies, tal cómo se puede apreciar en el anexo 5.

En macrofauna se tuvo en cuenta dos etapas: la fase de campo, se aplicó el método Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) (Anderson and Ingram, 1993). También conocido como el método de monolito de tierra.

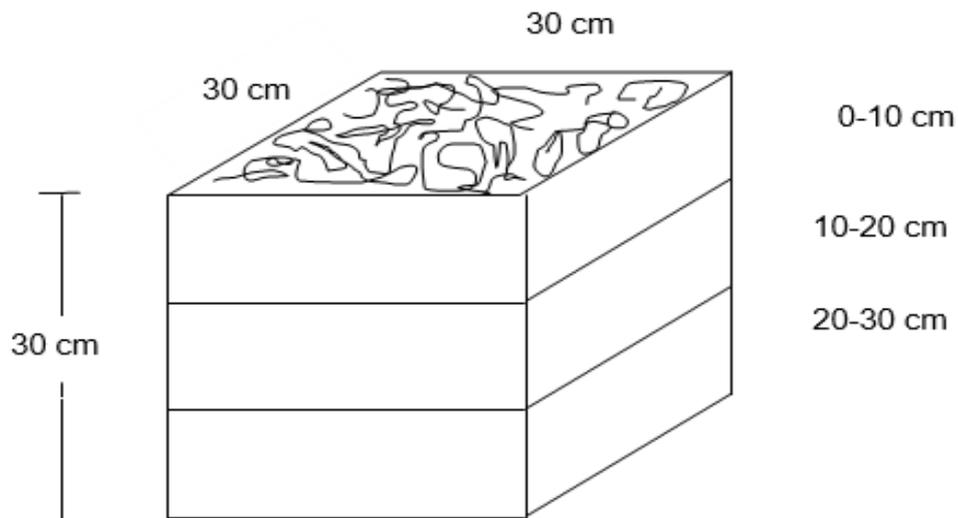


Figura 4. Monolito de tierra.

Fuente: Anderson and Ingram, 1993

El área de muestreo es un monolito de 30 cm largo x 30 cm ancho x 30 cm de profundidad, ubicado en el trayecto recorrido por la tubería de PVC enterrada que conecta al reservorio con la red de distribución del sistema de agua potable de Cayumba y en los márgenes izquierdo y derecho del tramo descrito. Se evaluó el 40% de la longitud total de 200 metros del tramo que correspondería a 80 m.

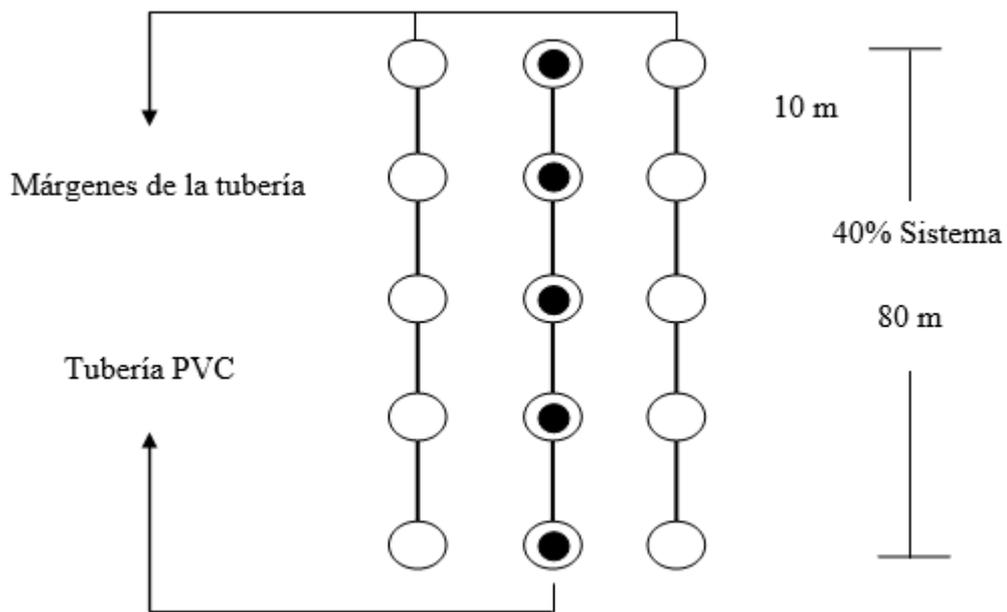


Figura 5. Distribución de puntos de muestreo.

Fuente: Anderson and Ingram, 1993

La extracción de las muestras posee una separación de 10 metros a lo largo y en ambos márgenes, contemplando un total de 81 muestras por cada día de muestreo, se codificó las etiquetas colocándose un código representativo para cada muestra, por ejemplo:

Ejemplo: 1I2-10

Código: DLM-P

Donde:

D= Día de muestreo, que puede ser: 1, 2 o 3

L = Lado de la muestra, que puede ser: I: Izquierda, C:

Centro o D: Derecha

M = Muestra, que puede ser: 1, 2, 3, ..., 9

P = Profundidad, que puede ser: 10, 20 o 30.

Con una pala se procedió a la extracción de la muestra a la profundidad según corresponda (10, 20 o 30 cm). Después se embolsaron de forma hermética, como se muestran en los anexos del 30 al 34.

En la segunda etapa de macrofauna: fase de laboratorio, las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Entomología de la UNAS, para la identificación de las especies. Con la ayuda del Dr. Gil se realizó la identificación por medio del uso de un microscopio. Las muestras de macrofauna se extrajeron en tres etapas debido a la cantidad de

muestras recolectadas. La primera extracción se realizó en la fecha 16, la segunda el 19 y la tercera el 23 de marzo del año 2022. Cada extracción muestra sus códigos que indican la profundidad, el número de muestra y la etapa de extracción. Se muestran en los anexos del 6 al 8. El anexo 9 indica el total de especies de macrofauna presentes, donde posiciona a la lombriz de tierra como la especie de mayor cantidad con un total de 111 especies recopiladas, siguiéndose por la hormiga formicidae, y dejando en última instancia a la cucaracha blatidae. Con una riqueza de especies de:

Ecuación 4. Riqueza de especies de macrofauna

$$D = (11-1)/\ln(150)$$

$$D = 10/\ln(150)$$

$$D = 1.9958$$

Obteniéndose en resumen el total de 150 individuos y 11 especies distintos, de 243 muestras en 3 extracciones; con un índice de riqueza de especies de Margalef de 1.9958.

En el tema socioeconómico se recolectó información acerca de los ingresos o situación económica que presentan las familias de Cayumba a través de una encuesta, cuyo formato que se aplicó fue de “Encuesta Socioeconómica” del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), ubicado en el anexo 52. Se calculó el número de muestras según la cantidad de habitantes del centro poblado de Cayumba y el número de muestras con la fórmula p y q (probabilidad de error y éxito), según las ecuaciones 2 y 3, correspondientemente.

Ecuación 2. Estimación de población

$$P_t = P_o * (1 + r/100)^n \quad (2)$$

Donde:

P_t = Población en el año “t”, que vamos a estimar

P_o = Población en el “año base” (conocida)

r = Tasa de crecimiento anual (aproximadamente 0.5)

n = Número de años entre el “año base” y el año “n”

P₂₀₂₂ = ¿?

P₂₀₁₇ = 1004

r = 1.7%

n = 5

∴ P₂₀₂₂ = 1092

Ecuación 3. Tamaño de muestra

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (3)$$

Donde:

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la población (año 2022)

Z = Parámetro estadístico del nivel de confianza (95%)

e = error de estimación máximo aceptado = 10%

p = Probabilidad de ocurrencia del evento (éxito) = 50%

q = (1 – p) = Probabilidad de que no ocurra el evento = 50%

Obteniéndose como resultado:

$$n = 88$$

2.3.1.4. Acciones con posibles efectos

Una vez obtenidas las etapas constructivas y la línea base en sus componentes respectivos se procedió a elaborar los posibles efectos por cada componente ambiental. La finalidad de identificar las acciones permitió la ejecución correcta de la evaluación ambiental.

Tabla 7. Posibles efectos físicos.

Construcción	Característica física
	Suelo
Captación	
Línea de conducción	
Línea de aducción	
Red de distribución	
Reservorio	

Tabla 8. Posibles efectos biológicos.

Construcción	Características biológicas	
	Fauna	Flora
Captación		
Línea de conducción		
Línea de aducción		
Red de distribución		
Reservorio		

Tabla 9. Posibles efectos sociales.

Construcción	Características socioeconómicas	
	Aspectos culturales	Actividades humanas
Captación		
Línea de conducción		
Línea de aducción		
Red de distribución		
Reservorio		

2.3.2. Evaluación de los impactos

El método de Leopold se basa en una matriz que consta de acciones (columnas) y condiciones ambientales (filas) que pueden causar efectos. En cada celda de la matriz, dos números en una escala del 1 al 10, como forma de valoración cuantitativa, y colores, símbolos, etc., como forma de valoración cualitativa (Ramos, 2004).

Tabla 10. Magnitud e importancia de impactos negativos.

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: Ramos, 2004

Tabla 11. Magnitud e importancia de impactos positivos.

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: Ramos, 2004

El primer número indica el tamaño del impacto y el segundo número indica su importancia. Se tienen en cuenta las condiciones ambientales naturales en las que se desarrolla el proyecto, ya que no siempre existen ciertos factores ambientales y los proyectos pueden no incluir acciones para cambiar los factores ambientales existentes (Ramos, 2004).

En una preparación de matriz particular, un tamaño de impacto se refiere a un rango numérico que puede usarse como parámetro para asignar el grado de degradación o beneficio a los elementos ambientales causados por el factor de impacto. También tenga en cuenta que null 0 es un valor que se usa para indicar que la acción no modificará el elemento del entorno. La significación del efecto está representada por valores positivos donde se relaciona el grado de efecto. En esta etapa de la evaluación ambiental, los impactos se categorizaron de acuerdo con el rango obtenido mediante la matriz (Ramos, 2004).

Tabla 12. Valoración de impactos en la matriz de Leopold.

Impacto	Rango
Impacto Bajo	1 a 30
Impacto Medio	31 a 61
Impacto Severo	62 a 92
Impacto Crítico	> 93

Fuente: Ramos, 2004

Valoración		Magnitud: 1-10 Importancia: 1-10	ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS																				Total Acciones													
			1. Construcción de la captación					2. Construcción del reservorio					3. Instalación de línea de aducción				4. Instalación de línea de conducción				5. Instalación de red de distribución															
			Acción 1	Acción 2	Acción 3	...	Acción "n"	Total Acción 1	Acción 1	Acción 2	Acción 3	...	Acción "n"	Total Acción 2	Acción 1	Acción 2	Acción 3	...	Acción "n"	Total Acción 3	Acción 1	Acción 2		Acción 3	...	Acción "n"	Total Acción 4	Acción 1	Acción 2	Acción 3	...	Acción "n"	Total Acción 5			
FACTORES AMBIENTALES	A. Características físicas	1. Parámetros del Suelo	Arena, Arcilla y Limo	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0			
			Textura	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0	
			pH	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0
			Materia Orgánica	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0
			Capacidad de Intercambio Catiónico	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0
			Humedad	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0
	Conductividad Eléctrica	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0		
	B. Condiciones biológicas	2. Flora	Árboles	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0	
			Productos agrícolas	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0
	C. Factores sociales	3. Aspectos culturales	Patrones culturales (estilo de vida)	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0	
			Empleo	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0
			Agricultura	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0
		4. Facilidades y actividades humanas	Red de transporte	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0
	Manejo de residuos		/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	0	
	TOTALES							0							0								0						0					0	0	

Figura 6. Esquema de la matriz de Leopold.

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Valoración económica de impactos

2.3.3.1. Valoración económica del impacto a la macrofauna

Para la valoración económica del impacto a la calidad del suelo en función a la macrofauna se aplicó los precios de mercado.

Tabla 13. Precio del balde de lombrices.

Volumen (lt)	Peso (kg)	Precio (soles)
18	5	200

Fuente: Infoagro (2022)

Según el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal de México (2022), muestra el peso de cada pie de cría y su plazo de desarrollo como adulto. Cada lombriz posee un costo de 0.0286 soles.

Tabla 14. Tiempo en meses de desarrollo de lombrices.

Individuos	Kg de pie de cría	Tiempo (meses)
1400	1	4.5

Fuente: Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal, México (2022)

2.3.3.2. Valoración económica del impacto a la materia orgánica

Se valoró según los precios de mercado obtenido a través de una cotización a vendedores locales, tal como se muestra la tabla 35.

2.3.3.3. Valoración económica del impacto de especies agrícolas

Se obtuvieron los montos de las especies agrícolas según precios de mercado obtenido, según las cantidades mostradas en la tabla 6.

2.3.3.4. Valoración económica total

Los precios a costo de mercado se muestran en la tabla 15, donde se indica el ecosistema, método de compensación, costo, área total y tiempo.

Tabla 15. Costo a precios de mercado por área.

Ecosistema afectado	Método de compensación ambiental	Costo total (soles)	Área Total (m²)	Tiempo (años)
Bosque muy húmedo-premontano tropical (bmh-PT)	Recuperación de macrofauna
	Materia orgánica
	Especies agrícolas

2.3.4. Análisis de parámetros físicos y químicos del suelo

2.3.4.1. Muestras físicas y químicas

Para la toma de muestras se utilizó la guía para el muestreo de suelos en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, considerando un muestreo no probabilístico. Se tomaron las muestras en campo para su posterior análisis en laboratorio. Los parámetros físicos que se consideraron fueron: textura, arena, arcilla, limo, materia orgánica, humedad y conductividad eléctrica, y los parámetros químicos: pH y capacidad de intercambio catiónico, fueron analizados en el laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

2.3.4.2. Comparación con los ECA

En lo que respecta la comparación de las muestras químicas del suelo, donde se analizó hidrocarburos, se obtuvo a través de los datos obtenidos por los muestreos se realizaron en la fecha 19/04/2021 en la empresa CASAV EIRL. El estudio se desarrolló a cargo del especialista ambiental de la constructora ya mencionada, el Ing. Ulises Rivas Torres, a fin de reportar los posibles impactos ambientales que pudieron afectar las diferentes actividades que involucran el derrame de combustibles, como es el caso del abastecimiento a las máquinas pesadas y equipos de campo como motosierras, motoguadañas, motores de energía.

2.4. Criterio de investigación

2.4.1. Tipo de investigación

Aplicada – No experimental.

2.4.2. Alcance de la investigación

Descriptivo.

2.4.3. Tipo de investigación

Aplicado.

2.4.4. Nivel de investigación

Descriptivo.

2.4.5. Diseño de investigación

No experimental – Tipo transversal – Descriptivo

2.4.6. Población

Macrofauna, materia orgánica, cultivos agrícolas, muestras de suelo físicas y químicas

2.4.7. Análisis de datos

Tabla 16. Análisis de varianza de especies de macrofauna.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
				0.7		
Entre grupos	172.25	10	17.225	693	0.657	3.13728
Dentro de los grupos	201.5	9	22.38888889			
Total	373.75	19				

Los datos analizados son de la tabla 16, el valor $p > 0.05$ no es estadísticamente significativo.

Tabla 17. Análisis de varianza de parámetros físicos y químicos del suelo.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	172.25	10	17.225	0.769	0.6572	3.137280
Dentro de los grupos	201.5	9	22.388	35	4	
Total	373.75	19				

Los datos analizados son de la tabla 17, el valor $p > 0.05$ no es estadísticamente significativo.

2.4.8. Variables de investigación

Las variables son:

X: Valoración económica.

Y: Calidad del suelo.

2.4.9. Cuadro de operacionalización

Tabla 18. Diagrama de operacionalización de las variables.

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Unidad de medida
X: Valoración económica	Sumatoria de costos	Materia orgánica	Precio de mercado	soles
		Macrofauna	Precio de mercado	soles
		Especies agrícolas	Precio de mercado	soles
Y: Calidad del suelo	Estándar de calidad ambiental	Parámetros físicos	Humedad	%
			Arcilla	%
			Limo	%
		Textura	Def.	
		M.O.	%	
Parámetro químico	pH	1:1		
	C.I.C.	Und.		

El método de muestreo es no probabilístico, el investigador selecciona muestras basadas en un juicio subjetivo, además de ser una investigación univariable.

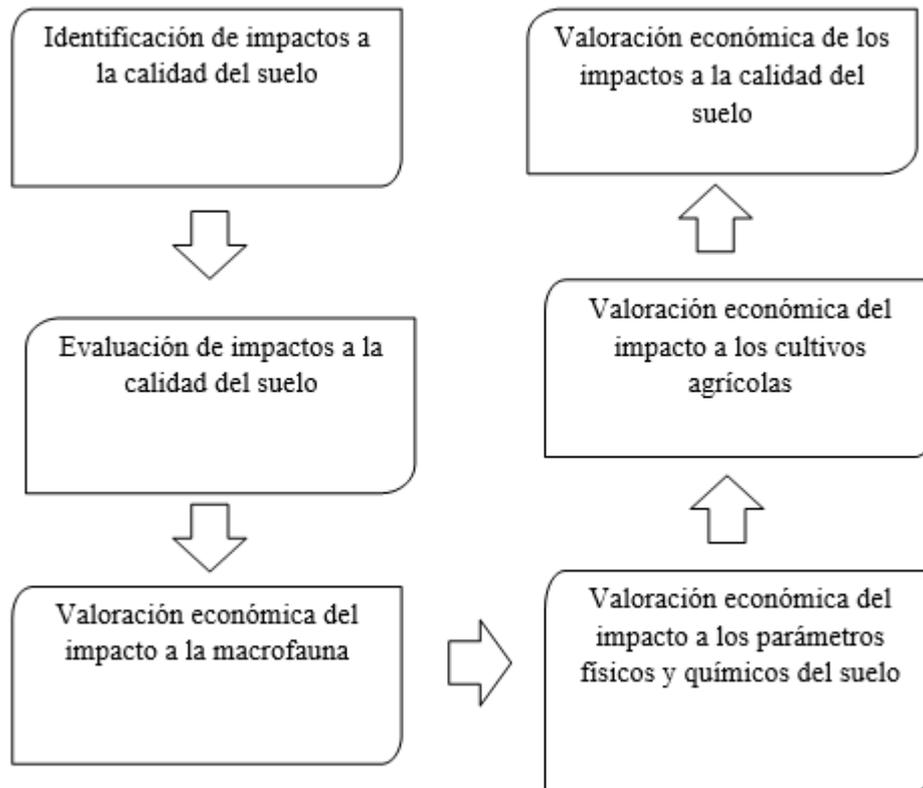


Figura 7. Flujograma de procesos para el proyecto de tesis.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Impactos identificados

Tabla 19. Efectos físicos.

Construcción	Impacto
	Suelo
Captación	Erosión, calidad del suelo y composición físico-química: por las principales actividades de movimiento de tierras y asentados de piedras
Línea de conducción	
Línea de aducción	
Red de distribución	
Reservorio	

Fuente: Elaboración propia

Según Da Silva (et al 2020), indica en su estudio realizado que el análisis del uso y cobertura del suelo es fundamental para la determinación de la fragilidad ambiental, ya que el uso desordenado, o el tipo de cobertura vegetal puede causar una serie de daños al ambiente y contribuir al desarrollo de procesos de erosión, lo cual de igual manera que en el presente estudio se menciona como un impacto que repercute al suelo.

Tabla 20. Efectos biológicos.

Construcción	Características biológicas	
	Fauna	Flora
Captación	Macrofauna y fauna terrestre: En trabajos preliminares, movimiento de tierra y obras con concreto.	Especies arbóreas y
Línea de conducción		agrícolas: En trabajos
Línea de aducción		preliminares, movimientos
Red de distribución		de tierra e instalación de
Reservorio		casetas de válvulas

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la investigación de Servino (2005) las lombrices son los organismos sobre los que más se han evaluado. Generalmente las poblaciones son más abundantes y tienen mayores biomásas en rotaciones de cultivos y pasturas que en agricultura continua. La explicación estaría en que las pasturas cultivadas producen un mantillo de alta

calidad y hay un mayor aporte de materia orgánica lo que favorece su actividad, sin embargo, a diferencia del presente estudio el cambio de uso de suelo afecta directamente a esta especie reduciendo en número.

Tabla 21. Efectos sociales.

Construcción	Características socioeconómicas	
	Aspectos culturales	Actividades humanas
Captación	Agricultura: En trabajos	Red de transporte y manejo de residuos sólidos:
Línea de conducción	preliminares y movimientos de tierra, que involucran la	
Línea de aducción	instalación de la tubería HDPE.	Movimiento de tierras y conexiones domiciliarias
Red de distribución		
Reservorio		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a Méndez (2017) existen emisiones de partículas suspendidas totales por obras civiles que en promedio en el 2016 se produjeron diariamente 92.7 Toneladas de material particulado en todo Bogotá. Este valor es equivalente a 24474.7 toneladas de material particulado anuales, menciona que el área que desarrollo en el sector de construcción vertical en Bogotá sigue la tendencia a ubicarse en zonas donde hay poder adquisitivo más que en estratos socioeconómicos donde la población es muy densa.

Esto permite notar que a medida que las localidades se van desarrollando y a su vez creciendo en población, las diferentes obras que son ejecutadas en bienestar de sus habitantes, tienden a no mantener un forma correcta de trabajo en lo que respecta a la incomodidad de los pobladores, como es el caso presentado que compara al material particulado en una gran ciudad con respecto a una de menor cantidad de personas, por lo tanto, cabe mencionar la preocupación y la molestia que los diferentes procesos constructivos se provocan durante las diferentes fases que contempla la ejecución de los proyectos.

3.2. Impactos evaluados

			ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS																									Interacción		Sumatoria									
			1. Construcción de la captación							2. Línea de conducción					3. Línea de aducción			4. Red de distribución				5. Construcción del reservorio																	
FACTORES AMBIENTALES			Trabajos preliminares	Movimiento de tierras	Filtros	Obras de concreto simple	Obras de concreto armado	Revoques, enlucidos	Pintura	Acentado de piedra	Instalaciones sanitarias	Cerco perimétrico	Preparación del terreno	Trabajos preliminares	Movimiento de tierras	Cámara rompe presión	Válvulas de aire	Válvulas de purga	Cámara distribuidora de caudales	Trabajos preliminares	Movimiento de tierras	Instalación de tuberías y accesorios	Prueba hidráulica	Cámara rompe presión	Válvulas de aire	Válvulas de purga	Conexiones domiciliarias	Lavadero domiciliario	Trabajos preliminares	Estructura	Arquitectura	Caseta de válvulas	Cerco perimétrico	Promedios negativos	Promedios positivos	Negativa	Positiva		
COMPONENTES AMBIENTALES	A. Características físicas	1. Suelo	Erosión	-2	-6				-4	-4	-2	-2	-6							-2	-6															13	0	54	25
			Calidad del suelo	-1		-1	-5	-6	-1	-1		-5	-5	-1	-6	-6	-6	-6	-1		-6	-6	-6	-6	-6	-1	-6	-6	-6	-1	-6	-6	-1	-5	23	0	94	56	
			Composición fisicoquímica	-1	-5		-5	6		-2	-1	-5	-5	-1	-5	-6	-6	-6	-6	-1	-5	-1	-1	-6	-6	-6	-1	-6	-1	-6	-6	-5	-5	27	1	110	60		
	B. Condiciones biológicas	2. Fauna	Macrofauna del suelo	-6	-6	-3	-5	-6	-5	-5	-4	-2	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-2	-2	-6	-6	-6	-2	-6	-6	-6	-6	-6	31	0	162	77		
			Fauna terrestre	-2	-1		-1	-1	-2	-2	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1			-2	-2	-2			-1	-1	-2	-2	-1	25	0	40	30
			Fauna aérea																																	0	0		
	C. Factores sociales	3. Flora	Árboles	-1	-2				-1	-1			-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2			-1	-1	-1			-1	-2	-1	-2	-2	21	0	27	32	
			Especies agrícolas	-4	-5	-1			-1	-1	-1	-1	-1	-4	-4	-5	-1	-1	-1	-1	-1	-4	-5			-1	-1	-1			-4	-5	-1	-5	-5	24	0	63	35
	C. Factores sociales	4. Aspectos culturales	Patrones culturales (estilo de vida)																																0	0			
			Empleo	4	4		1	1					1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	0	25		37	
		Agricultura	-4	-4	-1							-4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			-1	-1	-1	-1	-1	-4	-1	-1	-1	-1	22	0	34	34	
		5. Actividades humanas	Red de transporte	-1	-1								-1	-1	-1							-1	-1								-1	-1		-1	-1	11	0	11	11
	Manejo de residuos		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	26	0	26	26		
	Interacción	Negativa	10	9	5	5	4	6	6	5	2	7	10	10	9	8	8	8	8	10	9	2	2	8	8	8	3	5	10	10	8	10	10	223					
		Positiva	1	1	0	1	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		26			
Sumatoria	Negativa	23	31	7	17	14	11	11	12	3	23	31	20	28	24	24	24	24	24	20	28	3	3	24	24	24	4	20	22	35	24	30	33			621	386		
	Positiva	4	4	4	1	7	4				1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1			43	40		
			RESULTADOS																											2.78	0.19								
																														14.85	1.54								

Figura 8. Desarrollo de matriz de Leopold.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Resumen de los impactos por estructura.

Impacto	Captación	Aducción	Conducción	Red de distribución	Reservorio
Positivo	0.67	0.13	0.23	0.16	0.27
Negativo	42.51	28.96	43.85	34.80	51

Fuente: Elaboración propia

Los impactos obtenidos por cada estructura indican la afectación notable en las estructuras de mayor tamaño y de mayor longitud.

Tabla 23. Tipo de impacto por estructura.

Tipo de Impacto	Captación	Aducción	Conducción	Red de distribución	Reservorio
Negativo	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Resultado de impactos negativos y positivos.

Resultado de la matriz	
Impacto Negativo = 2.78/ 14.85	41.34
Impacto Positivo = 0.19/ 1.54	0.30

Fuente: Elaboración propia

El resultado de los impactos ambientales del proyecto es de valor medio de 41.34 por razones de paralización por lluvias el cual no alcanzó los valores obtenidos por Gonzales (2018) que menciona que el proceso constructivo del proyecto el 80% de los impactos son negativos, pero tienen una calificación compatible que indica que se pueden mitigar, y el 20% de los impactos son positivos y se potenciarán en beneficio de la sociedad.

3.3. Impactos valorados

Para cada estructura se tomaron mediciones en sitio para determinar el volumen de la estructura y las áreas afectadas, las cuales son: áreas de recuperación, ductos, líneas de conexión, reservorios de líquido, cajas de distribución de flujo, cámaras de alivio de presión, válvulas de aire y válvulas de purga. , los datos se obtienen considerando la suma de cada uno de ellos. El resultado total son 2 cámaras de alivio de presión, 8 válvulas de aire y 9 válvulas de lavado.

Tabla 25. Volumen extraído del suelo por las actividades constructivas.

Estructura	Volumen de suelo	Cantidad	Volumen total
Reservorio	$V_1 = \pi \times (3.6)^2 \times 1$, $V_2 = 4.15 \times 4.9 \times 1$ $V_t = V_1 + V_2 = 40.715 + 20.335$ $V_t = 61.05 \text{ m}^3$	1	61.05 m ³
Captación	$V = 5 \times 8 \times 0.2 = 8 \text{ m}^3$	1	8 m ³
Línea de conducción	$V = 4219.82 \times 1.5 \times 0.6 = 3797.838$ m ³	1	3797.84 m ³
Línea de aducción	$V = 660.73 \times 1.5 \times 0.8 = 792.876 \text{ m}^3$	1	792.88 m ³
Caja repartidora de caudales	$V = 2.10 \times 1.80 \times 0.15 = 0.567 \text{ m}^3$	1	0.57 m ³
Cámara rompe presión	$V = 1 \times 1 \times 0.15 = 0.15 \text{ m}^3$	2	0.3 m ³
Válvula de aire	$V = 0.8 \times 0.8 \times 0.15 = 0.096 \text{ m}^3$	8	0.77 m ³
Válvula de purga	$V = 1 \times 1 \times 0.15 = 0.15 \text{ m}^3$	9	1.35 m ³

Fuente: Elaboración propia

Se determinaron los volúmenes afectados por cada componente biológico que se analizó según su área o volumen de cada estructura.

Tabla 26. Volumen afectado en la captación.

Estructuras	Compensación	Medida de afectación	Área o volumen
Captación	Macrofauna	Campamento de la captación	8 m ³
	Materia orgánica	Metros cúbicos del campamento	8 m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Volumen afectado en la línea de aducción.

Estructuras	Compensación	Medida de afectación	Área o volumen
Línea de aducción	Macrofauna	Volumen de tubería HDPE enterrada	792.88 m ³
	Materia orgánica	20% de volumen de materia orgánica extraída	158.58 m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Volumen y área afectada en la línea de conducción.

Estructuras	Compensación	Medida de afectación	Área o volumen
Línea de conducción	Macrofauna	Volumen de tubería HDPE enterrada	5063.78 m ³
	Materia orgánica	20% de volumen de materia orgánica extraída	759.568 m ³
	Especies agrícolas	Área de especies agrícolas afectadas	3799.59 m ²

Fuente: Elaboración propia

La tabla 28 indica que la línea de conducción posee mayor volumen de materia orgánica afectada, debido a su extensión y a las excavaciones realizadas.

Tabla 29. Volumen y área afectada del reservorio.

Estructuras	Compensación	Medida de afectación	Área o volumen
Reservorio	Macrofauna	Volumen de la cúpula y caseta de válvulas	61.05 m ³
	Materia orgánica	20% de volumen de materia orgánica extraída	12.21 m ³
	Especies arbóreas	Área del reservorio	61.06 m ²

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Volumen afectado en la caja repartidora de caudales.

Estructuras	Compensación	Medida de afectación	Área o volumen
Caja repartidora de caudales	Macrofauna	Volumen de caja repartidora de caudales	0.57 m ³
	Materia orgánica	20% de volumen de materia orgánica extraída	0.11 m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Volumen afectado en la cámara rompe presión.

Estructuras	Compensación	Medida de afectación	Área o volumen
Cámara rompe presión (2 und)	Macrofauna	Volumen de caja repartidora de caudales	0.3 m ³
	Materia orgánica	20% de volumen de materia orgánica extraída	0.06 m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Volumen afectado en la válvula de aire.

Estructuras	Compensación	Medida de afectación	Área o volumen
Válvula de aire (8 und)	Macrofauna	Volumen de caja repartidora de caudales	0.77 m ³
	Materia orgánica	20% de volumen de materia orgánica extraída	0.15 m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Volumen afectado en la válvula de purga.

Estructuras	Compensación	Medida de afectación	Área o volumen
Válvula de purga (9 und)	Macrofauna	Volumen de caja repartidora de caudales	1.35 m ³
	Materia orgánica	20% de volumen de materia orgánica extraída	0.31 m ³

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33, se consideró a la caja repartidora de caudales, cámara rompe presión, válvula de aire y la válvula de purga como “estructuras pequeñas” en adelante.

Tabla 34. Áreas y volúmenes afectados por cada estructura.

Estructuras	Compensación	Medida de afectación	Área o volumen
Captación	Macrofauna	Campamento de la captación	8 m ³
	Materia orgánica	Campamento de la captación	8 m ³
Línea de aducción	Macrofauna	Volumen de tubería enterrada	792.88 m ³
	Materia orgánica	Materia orgánica extraída	158.58 m ³
Línea de conducción	Macrofauna	Volumen de tubería enterrada	5063.78 m ³
	Materia orgánica	Materia orgánica extraída	759.568 m ³
	Especies agrícolas	Área de especies agrícolas afectadas	3799.59 m ²
Reservorio	Macrofauna	Volumen de la cúpula y caseta de válvulas	61.05 m ³
	Materia orgánica	Materia orgánica extraída	12.21 m ³
Estructuras pequeñas	Macrofauna	Volumen de caja repartidora de caudales	2.99 m ³
	Materia orgánica	Materia orgánica extraída	0.63 m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Montos en venta de materia orgánica.

Local de venta de materia orgánica	Costo por m³ (soles)	Costo de carga (soles)	Transporte (soles)	Costo total por m³ (soles)
Cielo	15	10	10	35
Chinchavito	20	20	5	45
Monterrey	10	10	15	45

Fuente: Elaboración propia

A partir de los precios obtenidos en consulta de los locales que desarrollan la venta de materia orgánica, se consideró contar con el local “Cielo”, por poseer un monto total menor.

Tabla 36. Costos de materia orgánica.

Datos	Captación	Aducción	Conducción	Reservorio	Estructuras pequeñas
Vol. (m ³)	8	158.58	759.568	12.21	0.63
Costo(soles)	280	5551	22787.04	427.35	22.05

Fuente: Elaboración propia

Los costos obtenidos en materia orgánica muestran mayor cantidad en la línea de conducción con 22787.04 soles, resultando ser el precio más alto en todos los resultados valorados, y el de menor precio a las estructuras pequeñas sumándose a 22.05 soles.

Tabla 37. Costos de lombriz de tierra.

Datos	Captación	Aducción	Conducción	Reservorio	Estructuras pequeñas
Vol. (m ³)	8	792.88	5063.78	61.05	2.99
Costo(soles)	3.92	388.43	2481.34	29.91	1.46

Fuente: Elaboración propia

La línea de conducción obtuvo un mayor monto de 2481.34 soles, debido a la mayor extensión que abarcó la tubería que abarco, contemplándose así en las estructuras pequeñas un monto mucho menor de 1.46 soles.

Tabla 38. Costos de especies agrícolas.

Datos	Línea de conducción
Área (m ²)	3799.59
Costo (soles)	2979.20

Fuente: Elaboración propia

Las especies agrícolas solamente ocuparon la línea de conducción.

Tabla 39. Costo total a precios de mercado.

Ecosistema afectado	Compensación ambiental	Costo (soles)	Tiempo (año)
Bosque muy húmedo- premontano tropical (bmh-PT)	Especies agrícolas	2979.20	4
	Recuperación de macrofauna	2905.06	0.5
	Materia orgánica	29067.44	1
Total		s/. 34951.7	

Fuente: Elaboración propia

En la valoración económica de los impactos a la calidad del suelo se muestra un total de 34951.7 soles, coincidiendo también con el trabajo realizado por Moreno (2016) donde se determinó la valoración económica mediante el método de precios de mercado, de almacenamiento de carbono en plantaciones de palma aceitera de 05 hectáreas por cada fundo, obteniéndose un valor negativo de -21486.59 dólares; ello quiere decir que si los propietarios validarían y vendieran el carbono almacenado en sus parcelas no obtuvieran beneficio alguno.

3.4. Parámetros físicos y químicos del suelo

Los resultados del laboratorio se muestran en el anexo 54.

Tabla 40. Análisis físico-químico del suelo.

N°	Datos	Humedad	Arcilla	Limo	Textura	pH	M.O.	CIC
1	M ₁	73.26	22	49	Franco	5.66	2.15	5.81
2	M ₂	58.94	52	39	Arcilloso	3.65	1.58	7.51
3	M ₃	25.60	20	13	Franco Arenoso	8.63	2.22	8.32
4	M ₄	41.63	12	55	Franco Limoso	7.56	1.39	7.74

Fuente: Análisis de suelo (Anexo 54)

El nivel de pH obtuvo una muestra ácida de 3.65 pero las otras 3 muestras resultaron moderadamente ácido teniendo cultivo de cacao y café con valores menores a los obtenidos por Saravia (2017) con valores de 4.4 de pH.

La materia orgánica en el cultivo de cacao y café tienen un contenido entre 1.39 a 2.22% siendo valores bajos a los obtenidos por Saravia (2017) con valores de 2.69.

La textura es variable en el cultivo de cacao y café desde arcilloso hasta franco limoso coincidiendo con Saravia (2017) registrándose una clase textural del suelo franco.

Tabla 41. Estaciones de muestreo de calidad de suelo.

Muestras	Coordenadas		
	X	Y	Z
S Ca	396173	8950989	1046
S Chu	397973	8951313	976

Fuente: Laboratorio Environmental Testing Laboratory S.A.C.

Tabla 42. Datos obtenidos por análisis químico de hidrocarburo del petróleo.

Informe de ensayo	212144-01	212144-02	Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Suelo
Estación de muestreo	S Ca	S Chu	
Fecha de muestreo	19/04/2021	19/04/2021	
Hora de muestreo	09:56	13:40	
Parámetro	Unidad	LCM	Comercial/ Industrial/ Extractivo
Orgánicos			
TPH (C10-C40)	mg/Kg PS	0,9	0.9
			0.9
			--

Fuente: Laboratorio Environmental Testing Laboratory S.A.C.

El resultado del parámetro químico de hidrocarburo del petróleo en sus dos datos no mostraron la presencia de concentraciones en las estaciones de muestreo, evidenciando que los suelos no fueron contaminados por hidrocarburos el cual muestra resultado distinto a lo mencionado por Lossio (2012) que menciona durante los trabajos de reparación y mantenimiento de herramientas, los vehículos, maquinarias y equipos pueden derramar aceite, combustible y lubricante como resultado de accidentes o mal uso.

IV. CONCLUSIONES

1. Los principales impactos que afectaron a la calidad del suelo fueron el movimiento de tierras y los trabajos preliminares, se muestra su ponderación en la figura 8 de evaluación de impactos ambientales.
2. La evaluación de impactos ambiental aplicando la matriz de Leopold con respecto al factor suelo, tuvo como resultado Impacto Medio con un valor de 41.34.
3. La valoración económica obtuvo un monto de 34951.7 soles, contemplando 2979.20 soles en especies agrícolas, 2905.063 soles en la recuperación de macrofauna (*Lombricus terrestris*) y 29067.44 soles en materia orgánica a reemplazarse.
4. En las muestras de suelo obtenidas, la humedad resultó en las muestras de suelo con un valor de 25.60 % hasta 73.26% de humedad lo cual representa a la textura de cada suelo, mostrándose el suelo franco con mayor humedad y con menor humedad el suelo franco arenoso, en la arcilla formado por un 15%-25% de arcilla. Sin embargo una muestra indicó un porcentaje de arcilla de 52%, y con un mínimo de 12%, en limo encontrándose como máximo el dato M4 con un 55% y el mínimo en el dato M3 con un 13%, en textura las distintas muestras de: Franco, arcilloso, franco arenoso, franco limoso, El pH tenemos en la M2 un dato de 3.65 de pH que indica un suelo ácido, y en la muestra M4 un pH de 7.56 que es relativamente neutro, en materia orgánica en el suelo obteniéndose un mínimo de 1.39% de MO y un 2.22% como máximo de MO, en la Capacidad de Intercambio Catiónico, el mayor resultado fue de 8.32 y el menor resultado de 5.81.
5. En lo que respecta al parámetro químico de hidrocarburo del petróleo no se encontraron concentraciones en las estaciones de muestreo, evidenciando que los suelos no fueron contaminados por hidrocarburos.

V. PROPUESTA A FUTURO

1. Para la identificación de estructuras es preferible realizar un estudio antes de la intervención al área de influencia directa.
2. Contar con la memoria descriptiva del proyecto para poder reconocer las actividades constructivas a realizarse.
3. Para estudios a mayor envergadura, se recomienda levantar la mayor cantidad información de manera detallada a fin de identificar todos los aspectos a valorar. Además de contar con los especialistas correspondientes para cada área.
4. Realizar obligatoriamente una evaluación de impactos ambientales, debido a que existen proyectos solamente contemplan fichas de impacto ambiental o estudios técnicos no tan detallados, sin embargo, de acuerdo con la memoria descriptiva y la experiencia del evaluador es necesaria la corroboración de datos.
5. Realizar el análisis de suelo en ubicaciones idóneas que representen un dato significativo, ya sea un posible impacto o actividades que involucren efectos al medio ambiente.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Concrete Institute. (2014). Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de Rehabilitación de la Carretera CA: 11. El Florido, Honduras. Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras. <https://www.eib.org/attachments/registers/58413343.pdf>.
- Bautista F. (2009). Changes in soil macrofauna in agroecosystems derived from low deciduous tropical forest on Leptosols from karstic zones. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 10(1): 185-197.
- Brown, G. (2001). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*: 79-110.
- Castañeda, R. and Tolentino, H. (2020). Valoración económica del impacto por cambio de uso actual de la tierra y propuesta de implementación de la fase de identificación del eca suelo proyecto central hidroeléctrica cheves. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4401>.
- Da Silva, E., Riberiro, V., Pereira, E., Da Rocha, C., Matheus, V., and Salinas, E. (2020). Geotecnologías aplicadas al análisis de la fragilidad ambiental a los procesos erosivos. *Cuadernos de geografía: Revista colombiana de geografía*. 31(1): 220 - 240
- Devimar (2016). Estudio de impacto ambiental para la construcción de la segunda calzada san jerónimo – santa fe uf 2.1. Proyecto autopista al mar 1. Agencia Nacional de Infraestructura. http://devimar.co/phocadownloadpap/LicenciasAmbientales/PAGA_Etapa%20de%20Operaci%C3%B3n%20y%20Mantenimiento.pdf.
- Gómez, B. and Vázquez, G. (2010). Cambios en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del suelo generados por la producción de carbón vegetal en el bosque templado de (*Quercus spp.*) en Santa Rosa, Gto. México. *Ra Ximbai*, 6(2): 6-10.
- Gonzales, Y. (2018). Estudio de declaración de impacto ambiental generados por el proyecto de saneamiento básico rural de las localidades de San Luis Gonzaga y Quillapampa del distrito de Jivia, provincia de Lauricocha, departamento de Huánuco-2018. [Tesis de Pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio UAP. https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/2787/Tesis_Declaraci%C3%B3n_Impacto_Ambiental.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Granato, L. and Oddone, N. (2009). Valoración económica del medio ambiente: “Las propuestas de la economía ecológica y economía ambiental”. Grupo EUMED.NET, Málaga. 3(7): 4-5.
- Inei (2017). Censo inei Huánuco 2017. [En línea]: <https://censo2017.inei.gob.pe/>.
- Infoagro (2022). Venta de abono orgánico y lombriz caGliforniana. [En línea]: <https://www.infoagro.com/compraventa/oferta.asp?id=47173>.
- Kamau S. (2017). Spatial variation of soil macrofauna and nutrients in tropical agricultural systems influenced by historical charcoal production in South Nandi, Kenya. *Applied Soil Ecology*. 119: 286-293.
- Lossio M. (2012). Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones. [Tesis de Pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio UDEP. pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2053/ICI_192.pdf?sequence=1.
- Martin, M. (2019). Métodos de Valoración de Impactos Ambientales. *Eima*, 3(4), 7-15.
- Mathieu, J. (2009). Spatial patterns of grasses influence soil P macrofauna biodiversity in Amazonian pastures. *Soil Biology and Biochemistry*. 41: 586-593.
- Méndez, A. (2017). Estimación de emisiones de material particulado en obras civiles verticales. [Tesis de Pregrado, Universidad de los Andes]. Bogotá, Colombia.
- Ministerio del Ambiente. (2016). Evaluación del Impacto Ambiental (2011 - 2016). Ministerio del Ambiente. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/evaluacion-impacto-ambiental-2011-2016>.
- Ministerio del Ambiente. (2017). Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM que modifica al Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. *Diario el Peruano*, 1-4. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-suelo-0>.
- Ministerio del Ambiente. (2021) Guía de Valoración Económica de Impactos Ambientales en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental. Ministerio del Ambiente. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1997094/Anexo%20RM%20116-2021-MINAM%20-%20Proyecto%20de%20GVEIA%20en%20el%20marco%20del%20SEIA.pdf>.
- Moreno I. (2016). Valoración Económica mediante el método de precios de mercado, del Servicio Ambiental de Almacenamiento de Carbono Equivalente (CO₂) en Plantaciones de Palma Aceitera en el eje de la Carretera Neshuya Curimaná, Provincia De Padre Abad, Región Ucayali; 2015. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Ucayali] Repositorio UNU. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3417>.

- Municipalidad Distrital de Mariano Dámaso Beraún. (2018). Memoria descriptiva del proyecto: Mejoramiento e Instalación del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Letrinas de las localidades de Chunatahua, Cayumba, Inti Y Lota (Valle del Monzón), Distrito de Mariano Damaso Beraun - Leoncio Prado - Huanuco” Snip N° 278924.
- Quiroz, J. (2011). Valoración ambiental de la calidad del suelo en la microcuenca Picuroyacu en el distrito de Rupa Rupa, Leoncio Prado, Huánuco. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/891>.
- Pauli, N. (2011). Soil macrofauna in agricultural landscapes dominated by the Quesungual Slash-and-Mulch Agroforestry System, western Honduras. *Applied Soil Ecology*. 47: 119-132.
- Paz, C. and Correa, C. (2010). Evaluación de la pérdida de suelo, asociada al proceso de expansión urbana y reconversión productiva. Caso: comunas de Los Andes, Quillota y Concón, valle del Aconcagua. *Geografía Norte Grande*, 45(1), 41-49.
- Pulgar, M. and Castro, M. (2014). Guía para el muestreo de suelos. *SciELO*. 25-72.
- Rocha, J. (2008). Abastecimiento, diseño y construcción del sistema de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de ingeniería sanitaria I. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Simón]. Repositorio UMSS. <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/1522.pdf>.
- Saravia, J. (2017). *Variables cuantitativas y cualitativas en una plantación de Pino Chuncho (Schizolobium amazonicum) con tres años de establecido en el distrito José Crespo y Castillo*. [Práctica Pre-Profesional, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Senamhi (2022). Datos hidrometeorológicos Huánuco. [En línea]: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-meteorologico>.
- Servino, M. (2005). Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. [Tesis Magistral, Universidad de la República].
- Vasconcellos RLF. 2013. Soil macrofauna as an indicator of soil quality in an undisturbed riparian forest and recovering sites of different ages. *European Journal of Soil Biology*. 58: 105-112.

ANEXOS

Tabla 43. Estructuras del sistema de agua potable de Cayumba.

N°	Estructuras	Coordenada			Superficie
		X	Y	Altitud (m.s.n.m)	
1	Reservorio Cayumba	395983	8950694	1028	61.05 m ²
2	Válvula de aire 08 – 2.5”	396178	8950994	1051	0.64 m ²
3	Válvula de purga 09 – 2.5”	396370	8951391	970	0.15 m ²
4	Válvula de purga 08 – 2.5”	396577	8951633	898	0.15 m ²
5	Válvula de aire 07 – 2.5”	396604	8951661	908	0.64 m ²
6	Válvula de purga 07 – 2.5”	396631	8951662	898	0.15 m ²
7	Válvula de aire 06 – 2.5”	396806	8951503	971	0.64 m ²
8	Válvula de aire 05 – 2.5”	397109	8951516	972	0.64 m ²
9	Válvula de aire 04 – 2.5”	397489	8951432	921	0.64 m ²
10	Válvula de purga 06 – 2.5”	397525	8951400	886	0.15 m ²
11	Válvula de aire 03 – 2.5”	397886	8951302	983	0.64 m ²
12	Válvula de purga 05 – 2.5”	397970	8951310	973	0.15 m ²
13	Válvula de aire 02 – 2.5”	398510	8951260	1083	0.64 m ²
14	Válvula de purga 04 – 2.5”	398614	8951323	1071	0.15 m ²
15	Válvula de purga 03 – 2.5”	399054	8951603	1104	0.15 m ²
16	Caja repartidora de caudales	399244	8951634	1148	3.78 m ²
17	Cámara rompe presión 02	399367	8951735	1202	0.15 m ²
18	Válvula de purga 02 – 3”	399612	8952006	1258	0.15 m ²
19	Cámara rompe presión 01	399716	8952152	1270	0.15 m ²
20	Válvula de aire 01 – 3”	399928	8952276	1298	0.64 m ²
21	Válvula de purga 01 – 3”	400066	8952506	1277	0.15 m ²
22	Captación Tablilla	400453	8952817	1343	40 m ²

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Especies arbóreas de la parcela 1.

Nº	Especie	Nombre común	Familia	DAP
1	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Shimbillo	FABACEAE	101
2	<i>Ormosia amazónica</i> Triana	Fabacea	FABACEAE	45
3	<i>Trema micrantha</i> (L) Blume	Atadijo	CANNABACEAE	43
4	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Lapicero	FABACEAE	41
5	<i>Ladembergia oblongifolia</i> (Humb. Ex Mutis) L. Anders	Sinchona	RUBIACEAE	87
6	<i>Miconia poeppigii</i> Triana	Melastomatasea	MELASTOMATAACEAE	43
7	<i>Maclura tinctoria</i> (L) D. Don ex Ste	Moraceae insira	MORACEAE	67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Especies arbóreas de la parcela 2.

Nº	Especie	Nombre común	Familia	DAP
1	<i>Ladembergia oblongifolia</i> (Humb. Ex Mutis) L. Anders	Sinchona	RUBIACEAE	53
2	<i>Vismia baccifera</i> (L) Planch & Triana	Pichirina crusacea	HYPERICACEAE	33
3	<i>Virola sebifera</i> Aubl	Cumala blanca	MYRISTICACEAE	120
4	<i>Protium crassifolium</i> Engl	Copal – copalillo	BURSERACEAE	49
5	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl	Gualaja	RUTACEAE	105
6	<i>Vismia baccifera</i> (L) Planch & Triana	Cumala blanca	MYRISTICACEAE	88
7	<i>Vismia baccifera</i> (L) Planch & Triana	Pidrina	HYPERICACEAE	87

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Aves identificadas.

N°	Especie	Nombre común
1	<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallito de las rocas
2	<i>Ortalis guttata</i>	Manacaraco
3	<i>Brotogeris versicolurus</i>	Pihuicho
4	<i>Ara macao</i>	Guacamayo
5	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Guardacaballo
6	<i>Euphonia chlorotica</i>	Fin fin
7	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza
8	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucaneta
9	<i>Ibycter americanus</i>	Tatatao
10	<i>Crypturellus undulatus</i>	Panguana
11	<i>Thraupis episcopus</i>	Suy suy
12	<i>Colibri delphinae</i>	Colibrí
13	<i>Psilorhinus Morio</i>	Pia pia
14	<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeza azul
15	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion
16	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina
17	<i>Cacicus cela</i>	Paucar
18	<i>Troglodytes aedon</i>	Shicapa
19	<i>Ramphocelus melanogaster</i>	Huanchaco
20	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Pájaro carpintero
21	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor
22	<i>Penelope jacquacu</i>	Pucacunga
23	<i>Aratinga Cabecifusca</i>	Loro pedrito
24	<i>Piaya cayana</i>	Chicua

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Mamíferos identificados.

N°	Especie	Nombre común
1	<i>Didelphis marsupialis</i>	Muca
2	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino
3	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo
4	<i>Nasua nasua</i>	Cashuna
5	<i>Dasyprocta punctata</i>	Añuje
6	<i>Leopardus tigrinus</i>	Tigrillo
7	<i>Sciurus ingrami</i>	Ardilla
8	<i>Cuniculus paca</i>	Picuro
9	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de anteojos
10	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado
11	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo
12	<i>Saimiri sciureus</i>	Mono ardilla
13	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Peresozo
14	<i>Oreonax flavicauda</i>	Mono choro

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Muestras de macrofauna de la primera extracción.

N°	Fecha	Código	Nombre común	Nombre científico	Total
1	16/03/22	1C9-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
2	16/03/22	1D28-20	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
3	16/03/22	1I2-20	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
4	16/03/22	1C5-30	Cucaracha Blatidae	<i>Periplaneta sp.</i>	1
5	16/03/22	1I5-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
6	16/03/22	1D3-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	3
7	16/03/22	1D1-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	3
			Larva Tenebrimidae	<i>Tenebrio sp.</i>	1
8	16/03/22	1C6-20	Larva Scarabaeidae	<i>Scarabaeus sp.</i>	1
9	16/03/22	1D1-20	Hormiga Formicidae	<i>Solenopsis sp.</i>	2
10	16/03/22	1D9-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	2
11	16/03/22	1I3-10	Termita Termitidae	<i>Trinervitermes ravidus</i>	2
12	16/03/22	1D4-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	2
13	16/03/22	1C3-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	4
14	16/03/22	1I5-30	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	5
			Larva Scarabaeidae	<i>Chrysina sp.</i>	1
15	16/03/22	1D8-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
			Escarabajo Elateridae	<i>Chalcolepidius sp.</i>	1
16	16/03/22	1D8-20	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	2
			Huevo de lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	2
17	16/03/22	1C7-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	2
			Huevo de lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
18	16/03/22	1D2-20	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
			Larva Scarabaeidae	<i>Onitis sp.</i>	1
19	16/03/22	1I2-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Muestras de macrofauna de la segunda extracción.

N°	Fecha	Código	Nombre común	Nombre científico	Total
1	19/03/22	2I1-20	Chinche	<i>Loxa sp.</i>	1
2	19/03/22	2D8-30	Larva Tabanidae	<i>Tabanus sp.</i>	1
3	19/03/22	2I3-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	4
4	19/03/22	2D9-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	3
5	19/03/22	2D4-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	4
6	19/03/22	2D1-20	Huevo de lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
7	19/03/22	2I2-10	Larva Scarabaeidae	<i>Scarabaeus sp.</i>	1
			Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
8	19/03/22	2I3-20	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
			Huevo de lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
			Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	2
9	19/03/22	2C5-10	Coleoptero Eleateridae	<i>Chalcolepidius sp.</i>	1
			Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
10	19/03/22	2D5-20	Larva Scarabaeidae	<i>Scarabaeus sp.</i>	1
			Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Muestras de macrofauna de la tercera extracción.

N°	Fecha	Código	Nombre común	Nombre científico	Total
1	23/03/22	3D7-20	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
			Huevo de lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	2
			Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
2	23/03/22	3I1-10	Huevo de lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
			Larva Elateridae	<i>Chalcolepidius sp.</i>	1
3	23/03/22	3D2-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
4	23/03/22	3D4-20	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	5
			Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	11
5	23/03/22	3D3-10	Huevo de lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
6	23/03/22	3D5-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	12
7	23/03/22	3I3-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	3
			Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	4
8	23/03/22	3I4-10	Huevo de lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
9	23/03/22	3I2-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	2
10	23/03/22	3I8-20	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
11	23/03/22	3I9-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	4
12	23/03/22	3I3-20	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	1
13	23/03/22	3I3-30	Larva Elateridae	<i>Chalcolepidius sp.</i>	1
			Hormiga Formicidae	<i>Solenopsis sp.</i>	20
14	23/03/22	3I1-20	Larva Tenebrionidae	<i>Tenebrio sp.</i>	1
15	23/03/22	3D3-10	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	2
16	23/03/22	3I2-20	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Especies de macrofauna extraídas.

Nº	Nombre común	Nombre científico	Total
1	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i>	111
2	Hormiga Formicidae	<i>Solenopsis sp.</i>	22
3	Larva Scarabaeidae	<i>Scarabaeus sp.</i>	3
4	Larva Scarabaeidae	<i>Chrysina sp.</i>	1
5	Larva Scarabaeidae	<i>Onitis sp.</i>	1
6	Escarabajo Elateridae	<i>Chalcolepidius sp.</i>	4
7	Larva Tenebrimidae	<i>Tenebrio sp.</i>	3
8	Termita Termitidae	<i>Trinervitermes ravidus</i>	2
9	Chinche	<i>Loxa sp.</i>	1
10	Larva Tabanidae	<i>Tabanus sp.</i>	1
11	Cucaracha Blatidae	<i>Periplaneta sp.</i>	1
TOTAL			150

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Desarrollo de encuesta socioeconómica.

A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD						
Persona Entrevistada	Padre	25	Madre	39	Otro	3
B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA						
1. Uso:	Sólo vivienda	40	Vivienda y otra actividad productiva asociada		27	
2. Tiempo que viven en la casa	Menos de 10 años	8	10 a 20 años	35	Más de 20 años	24
3. Tenencia de la vivienda	Propia	25	Alquilada	32	Alquiler	10
4. Material predominante en la casa	Adobe	38	Madera	10	Material noble	19
	Quincha	0	Estera	0	Otro	0
5. Posee energía eléctrica	Sí		67	No		0
6. Red de agua	Sí		0	No		67
7. Red de desagüe	Sí		0	No		67
8. Pozo séptico/Letrina/Otro	Sí		30	No		37
9. Teléfono	Sí		53	No		13
C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA						
10. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?	1	6	2	13	3	5
	4	6	5	10	Más de 5	27
11. ¿Cuántas familias viven en la vivienda?	1	50	2	17	Más de 2	0
12. ¿Cuántos miembros tienen su familia?	1	6	2	13	Más de 2	48
13. ¿Número de personas de la familia que actualmente buscan empleo?	1	44	2	20	Más de 2	3
14. ¿Cuántas personas trabajan en su familia?	1	11	2	12	Más de 2	44
15. Total Mensual/Familia en Soles	Menos de 500 soles	29	Más de 500 soles	32	Más de 1000 soles	6

D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

16. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable?	Todos	54	Algunos	13	Nunca	0
17. ¿Cuántas horas por día dispone de agua?	Las 24 horas	67	Medio día	0	Menos de medio día	0
18. ¿Paga usted por el servicio de agua?:	Sí		67		No	0
19. La cantidad de agua que recibe es:	Suficiente		67		Insuficiente	0
20. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia?	Sí		48		No	19
21. La calidad del agua es:	Buena	33	Regular	27	Mala	7
22. ¿Con qué presión llega el agua a la vivienda?	Alta	56	Suficiente	11	Baja	
23. ¿El agua llega limpia o turbia?	Limpia todo el año	0	Turbia en ocasiones	67	Turbia todo el año	0
24. ¿Está usted satisfecho con el servicio de agua? ¿Cómo lo calificaría?	Buena	25	Regular	32	Malo	10
25. ¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?:	Ninguno	5	Hierve	62	Lejía	0
26. ¿Se abastece de otra fuente?:	Sí		54		No	13
27. Si es sí, ¿Cuál es la otra fuente?:	Río/ Lago	13	Pileta pública	0	Camión Cisterna	0
28. Si es sí, ¿con qué frecuencia lo paga	Diario	0	Semanal	0	Quincenal	0
	Mensual	0	No paga	13		
	No paga	13	Menos de 20 soles	0	Menos de 50 soles	0
29. ¿Cuánto paga?	Más de 50 soles	0				
30. ¿En qué ocasiones se abastece de esta otra fuente?	Permanente	0	Algunos días	0	Algunos meses	13
31. El agua que viene de esta fuente, antes de ser consumida le da algún	Ninguno	7	Hierve	60	Lejía	0

tratamiento

32. Con esta otra fuente adicional, la cantidad de agua que dispone es:

Suficiente	13	Insuficiente	0
------------	----	--------------	---

E. INFORMACION SOBRE EL SANEAMIENTO

33. ¿Usted dispone de una letrina?

Sí	0	No	67
----	---	----	----

F. INFORMACIÓN GENERAL Y OTROS SERVICIOS DE LA VIVIENDA

34. Considera usted que el agua potable es un bien que debe pagarse

Sí	51	No	16
----	----	----	----

35. ¿Cree usted que el agua que consume puede causar enfermedades?

Sí	22	No	45
----	----	----	----

36. ¿Durante el día en que momento cree usted que una persona debe lavarse las manos?

Al Levantarse	0	Después de ir al baño	28	Antes de comer	31
Antes de cocinar	8	Cada que se ensucia	0	A cada rato	0

37. ¿Qué enfermedades afectan con mayor frecuencia a los niños y adultos de su familia y cómo se tratan?

Enfermedad	Niños	Adultos	Tratamiento casero	Tratamiento post-médico
Ninguna	2	4	0	0
Infecciones	10	14	4	20
Parasitosis	17	3	12	8
Otros	5	12	15	2

38. ¿Cómo se elimina la basura en su vivienda?

Recolector municipal	36	Enterrado	6	En botadero	0
Quemado	25	Otro	0		

39. ¿Con qué frecuencia elimina la basura de su vivienda?

Diaria	0	Cada 2 días	50
1 vez a la semana	10	2 veces a la semana	7

40. ¿Cuánto paga al mes por el servicio de recolección de basura? (Mensual)

5 soles	40	10 soles	27
15 soles	0	Más de 15 soles	0

41. Medios de comunicación que usa la familia con mayor frecuencia

Radio	32	Diarios y revistas	5	Canal de T.V.	30
-------	----	--------------------	---	---------------	----

G. CONCIENCIA AMBIENTAL

42. ¿Cree usted que el agua escaseará algún día?	Sí	50	No	2	No sabe	15
43. Cuando una persona arroja basura:	Se contamina	38	No se contamina	8	No sabe/ No opina	21
44. ¿Qué es el agua?	La fuente de la vida	37	Sin el agua no se puede vivir	21	Me sirve para cocinar, lavar etc.	7
	Es solo agua	0	No sabe	2	Otro	0

Fuente: Elaboración propia



Figura 9. Reservorio de Cayumba.



Figura 10 Caseta de válvulas del reservorio de Cayumba.



Figura 11. Captación La Tablilla.



Figura 12. Afluente de la quebrada La Tablilla.



Figura 13. Válvula de aire.



Figura 14. Válvula de purga.



Figura 15. Caja repartidora de caudales.



Figura 16. Cámara rompe presión



Figura 17. Cultivos de plátano.



Figura 18. Cultivos de maíz.



Figura 19. Cultivos de cacao.



Figura 20. Cultivos de hoja de coca.



Figura 21. Cultivos de café.



Figura 22. Cultivos de bijao.



Figura 23. Delimitación de las parcelas de especies arbóreas.



Figura 24. Colocación de platos para identificación de especies arbóreas.



Figura 25. Identificación de especies arbóreas.



Figura 26. Encuesta de mamíferos al presidente de la comunidad de Chunatahua,



Figura 27. Encuesta de mamíferos al responsable de la JASS de Chunatahua.



Figura 28. Ubicación de puntos de muestreo de macrofauna.



Figura 29. Excavación para muestra de macrofauna.



Figura 30. Perfilado del monolito.



Figura 31. Medición del monolito.



Figura 32. Retiro de las muestras de macrofauna.



Figura 33. Muestras de macrofauna en el laboratorio.



Figura 34. Apertura de las muestras de macrofauna.



Figura 35. Anexo 37. Búsqueda de especies de macrofauna.



Figura 36. Recolección de muestras de macrofauna en el laboratorio.



Figura 37. Etiquetado de muestras de macrofauna del laboratorio.



Figura 38. Identificación de especies de macrofauna.



Figura 39. Encuesta socioeconómica a la población de Cayumba 1.



Figura 40. Encuesta socioeconómica a la población de Cayumba 2.



Figura 41. Encuesta socioeconómica a la población de Cayumba 3.



Figura 42. Etiquetado para muestra de suelo físico-química.



Figura 43. Ubicación de puntos de muestreo para muestra de suelo físico-química.



Figura 44. Extracción de muestras de suelo físico-química.



Figura 45. Ubicación de muestra S Ca para hidrocarburos.



Figura 46. Extracción de muestra S Ca para hidrocarburos.



Figura 47. Ubicación de muestra S Chu para hidrocarburos.



Figura 48. Extracción de muestra S Chu para hidrocarburos.

ENCUESTA PARA IDENTIFICACIÓN DE ANIMALES MAMÍFEROS

A. INFORMACIÓN BÁSICA

Nombre completo:

Edad:

Sexo:

Fecha de Entrevista: ___/___/___ Hora ___

Localidad donde vive:

B. INFORMACIÓN SOBRE EL ENTREVISTADO

1.- Usted posee chacra o terreno

Sí.....

No.....

2.- Que tan seguido va a su chacra

Diario.....

1 vez por semana.....

1 vez al mes.....

Cada 6 meses.....

1 vez por año.....

No voy.....

3.- Suele encontrarse con animales con qué frecuencia

Diario.....

1 vez por semana.....

1 vez al mes.....

4.- Mencione que clase de animales encontró

Figura 49. Formato de encuestas para identificación de mamíferos.

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Fecha de Entrevista: ____/____/____ Hora _____
 Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre () Madre () otro _____

B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

- 1.- Uso: Sólo vivienda () Vivienda y otra actividad productiva asociada ()
- 2.- Tiempo que viven en la casa..... año(s) meses
- 3.- Tenencia de la vivienda
 Propia () ¿Cuánto vale su Vivienda?
 Alquilada () ¿Cuánto paga al mes? S/.
 Alquiler Venta () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 4.- Material predominante en la casa
 Adobe () Madera () Material noble () Quincha ()
 Estera () Otro
- 5.- Posee energía eléctrica si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 6.- Red de agua si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 7.- Red de desagüe si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 8.- Pozo séptico/Letrina/Otro si () No ()
- 9.- Teléfono si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.

C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

- 10.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____
- 11.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda? _____
- 12.- ¿Cuántos miembros tienen su familia? _____
- 13.- ¿Número de personas de la familia que actualmente buscan empleo? _____
- 14.- ¿Cuántas personas trabajan en su familia? _____
- 15.- Total Mensual/Familia en Soles (S/.)

D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

16. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable? _____
17. ¿Cuántas horas por día dispone de agua? _____ Horario desde la..... Hasta las.....
18. ¿Paga usted por el servicio de agua?: si () no ()
19. La cantidad de agua que recibe es: suficiente () insuficiente ()
20. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia? si () no ()
21. La calidad del agua es: buena() mala() regular()
22. ¿Con qué presión llega el agua a la vivienda? bajo () suficiente() alto()
23. ¿El agua llega limpia o turbia?:
 Limpia todo el año() Turbia por días() Turbia por meses() Turbia todo el año()
24. ¿Está usted satisfecho con el servicio de agua? ¿Cómo lo calificaría?
 Bueno() Malo() Regular()
25. ¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?:
 Ninguno() Hierve() Lejía() Otro _____
26. ¿Se abastece de otra fuente?: si () no () . Si es no pasar a la pregunta 33.
27. Si es sí, ¿Cuál es la otra fuente?:
 a. Río/ Lago () b. Pileta pública () c. Camión Cisterna ()



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA TINGO MARÍA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



CONSTANCIA

El que suscribe, profesor de Dendrología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, deja constancia que las muestras dendrológicas que me ha mostrado **Luis Daniel, Torres Ordoñez** corresponden a nombres científicos siguientes:

PARCELA 01

ESPECIES	FAMILIA
01. <i>Inga ruiziana</i> G. Don	FABACEAE
02. <i>Ormosia amazónica</i> Triana	FABACEAE
03. <i>Trema micrantha</i> (L) Blume	CANNABACEAE
04. <i>Inga ruiziana</i> G. Don	FABACEAE
05. <i>Ladembergia oblongifolia</i> (Humb. Ex Mutis) L. Anders.	RUBIACEAE
06. <i>Miconia poeppigii</i> Triana	MELASTOMATACEAE
07. <i>Maclura tinctoria</i> (L) D. Don ex Ste.	MORACEAE

PARCELA 02

ESPECIE	FAMILIA
01. <i>Ladembergia oblongifolia</i> (Humb. Ex Mutis) L. Anders.	RUBIACEAE
02. <i>Vismia baccifera</i> (L) Planch & Triana	HYPERICACEAE
03. <i>Virola sebifera</i> Aubl	MYRISTICACEAE
04. <i>Protium crassifolium</i> Engl	BURSERACEAE
05. <i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl	RUTACEAE
06. <i>Vismia baccifera</i> (L) Planch & Triana	MYRISTICACEAE
07. <i>Vismia baccifera</i> (L) Planch & Triana	HYPERICACEAE

Figura 51. Constancia de muestra dendrológica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		TORRES ORDOÑEZ LUIS DANIEL														
N°	CODIGO DEL LAB.	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	NOMBRE DE PARCELA O FUNDO	AREA	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.)
														LATITUD	LONGITUD	
1	S0562	HUANUCO	LEONCIO PRADO	MARIANO DAMASO BERAUN	CAYUMBA	0	--	--	BOSQUE BASIMONTANO	--	20	--	--	--	--	--
2	S0563	HUANUCO	LEONCIO PRADO	MARIANO DAMASO BERAUN	CAYUMBA	0	--	--	BOSQUE BASIMONTANO	--	20	--	--	--	--	--
3	S0564	HUANUCO	LEONCIO PRADO	MARIANO DAMASO BERAUN	CAYUMBA	0	--	--	BOSQUE BASIMONTANO	--	20	--	--	--	--	--
4	S0565	HUANUCO	LEONCIO PRADO	MARIANO DAMASO BERAUN	CAYUMBA	0	--	--	BOSQUE BASIMONTANO	--	20	--	--	--	--	--

N°	DATOS			ANÁLISIS MECÁNICO		pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmo(+)/kg						CICe	% Bas. Camb.	% Ac. Camb.						
	CODIGO DEL LAB.	CODIGO DEL SOLICITANTE	HUMEDAD (%)	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	disponible					Ca	Mg	K	Na	Al	H
				%	%											ppm	ppm									
1	S0562	M1	73.26	22	49	Franco	5.66	2.15	0.11	--	--	5.81	4.84	0.79	0.12	0.05	0.00	0.00	5.81	100	0					
2	S0563	M2	58.94	52	39	Arcilloso	3.65	1.58	0.08	--	--	7.51	1.81	0.24	0.05	0.01	5.10	0.30	7.51	28	72					
3	S0564	M3	25.60	20	13	Franco Arenoso	8.63	2.22	0.11	--	--	8.32	7.07	1.10	0.11	0.04	0.00	0.00	8.32	100	0					
4	S0565	M4	41.63	12	55	Franco Limoso	7.65	1.39	0.07	--	--	7.74	6.67	0.94	0.09	0.04	0.00	0.00	7.74	100	0					

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO No. 001-0646152

TINGO MARIA, 28 DE MARZO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María



Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 52. Análisis de suelos.

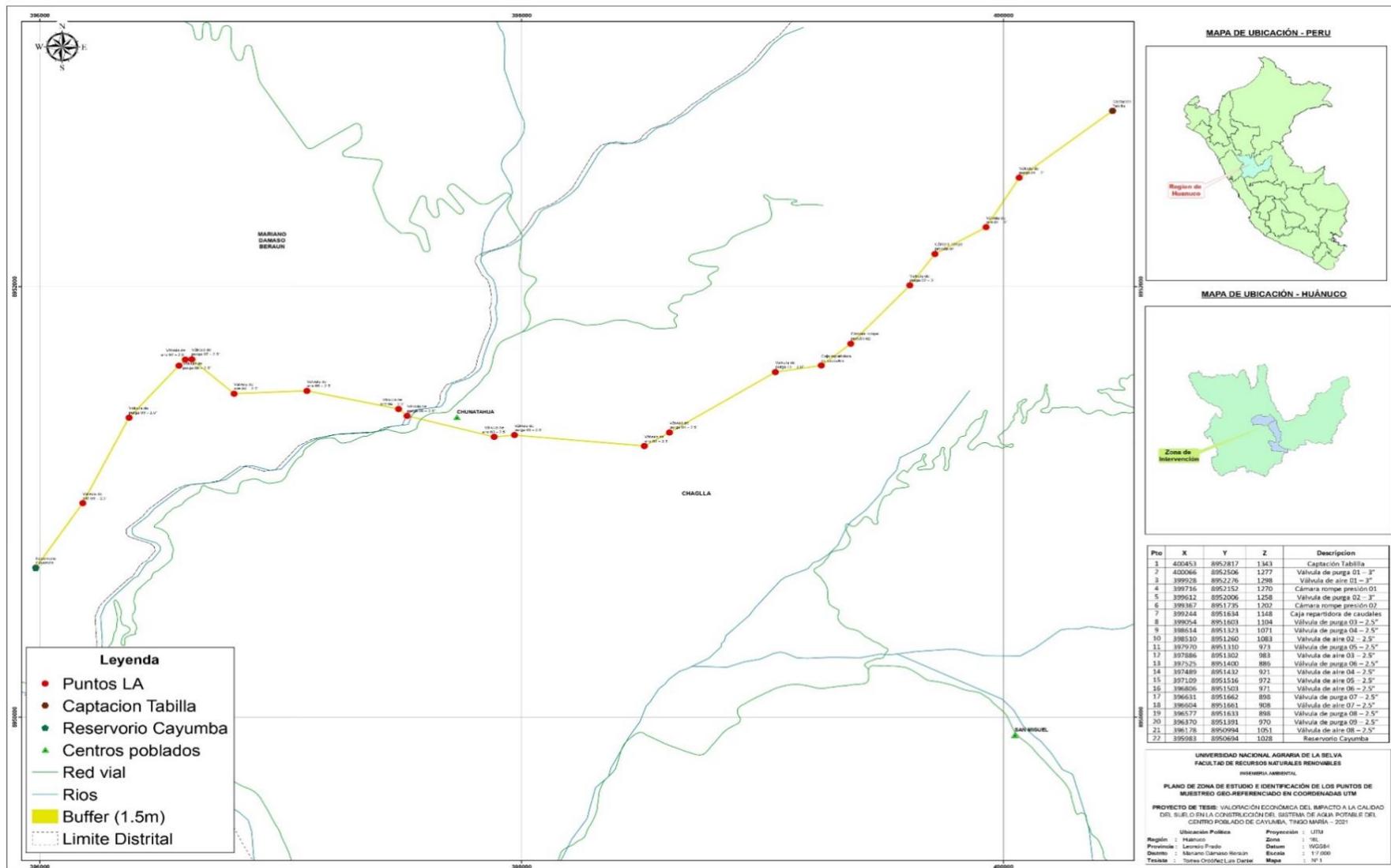


Figura 53. Área de influencia directa.

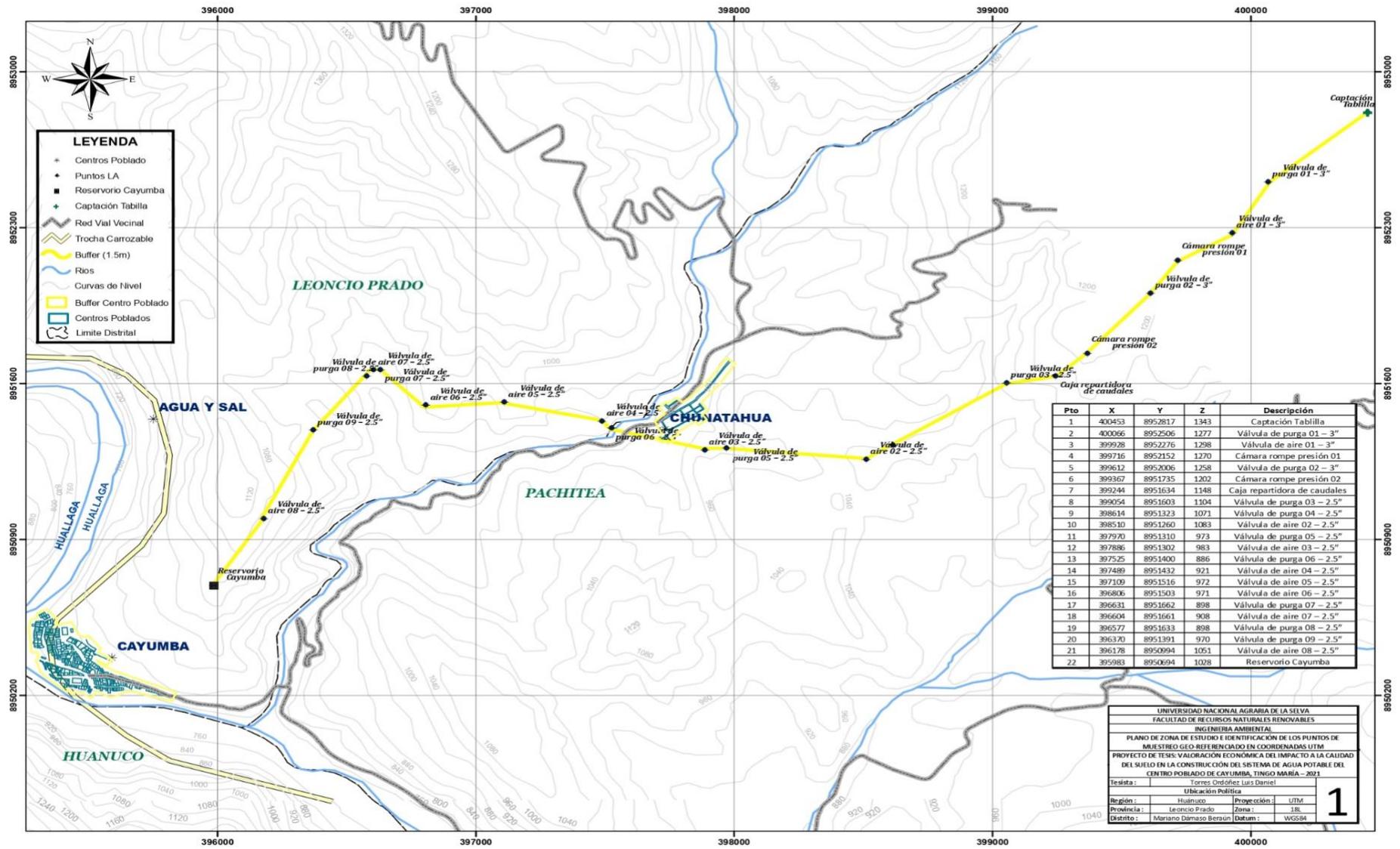


Figura 54. Área de influencia indirecta.

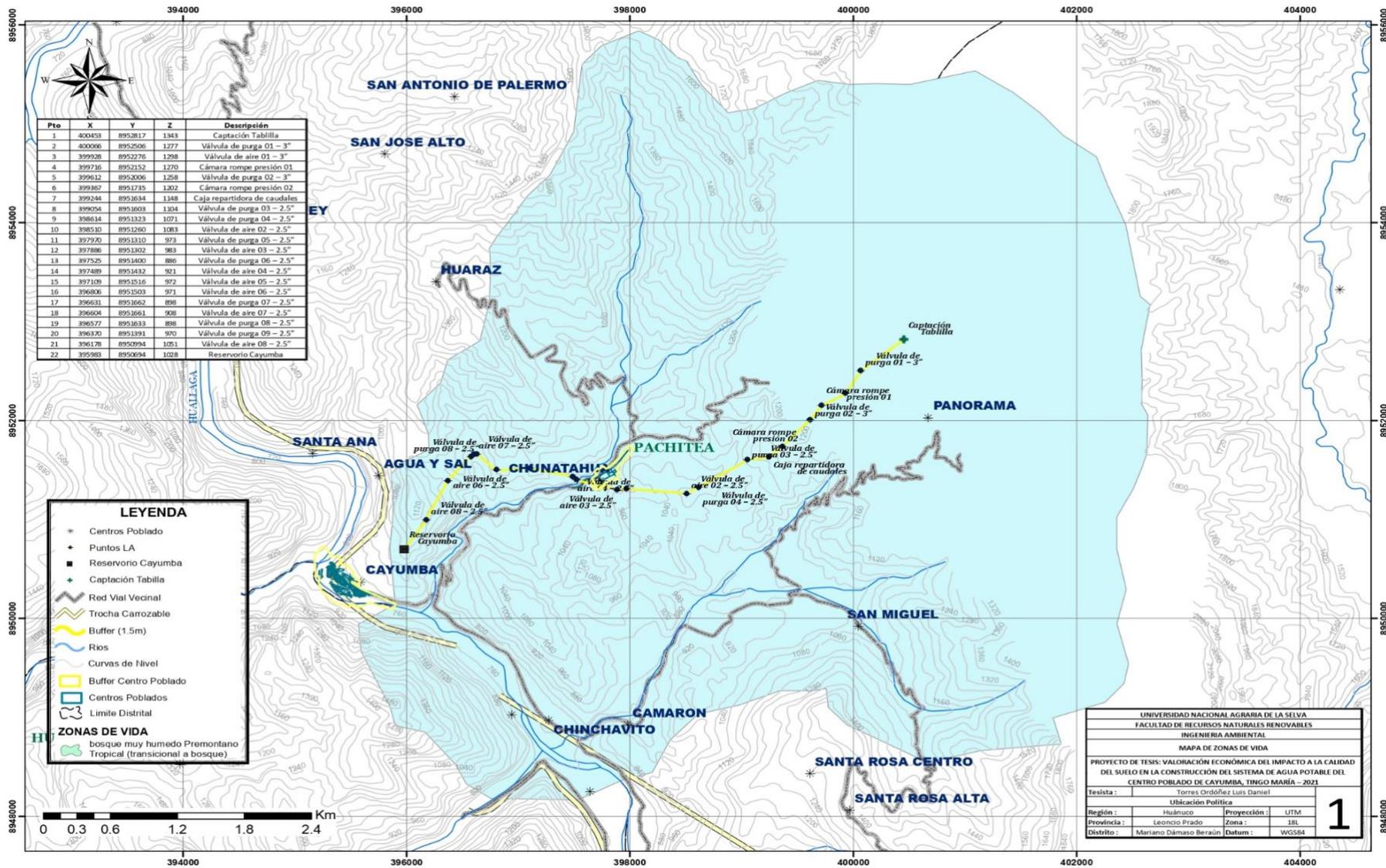


Figura 55. Mapa de zonas de vida.

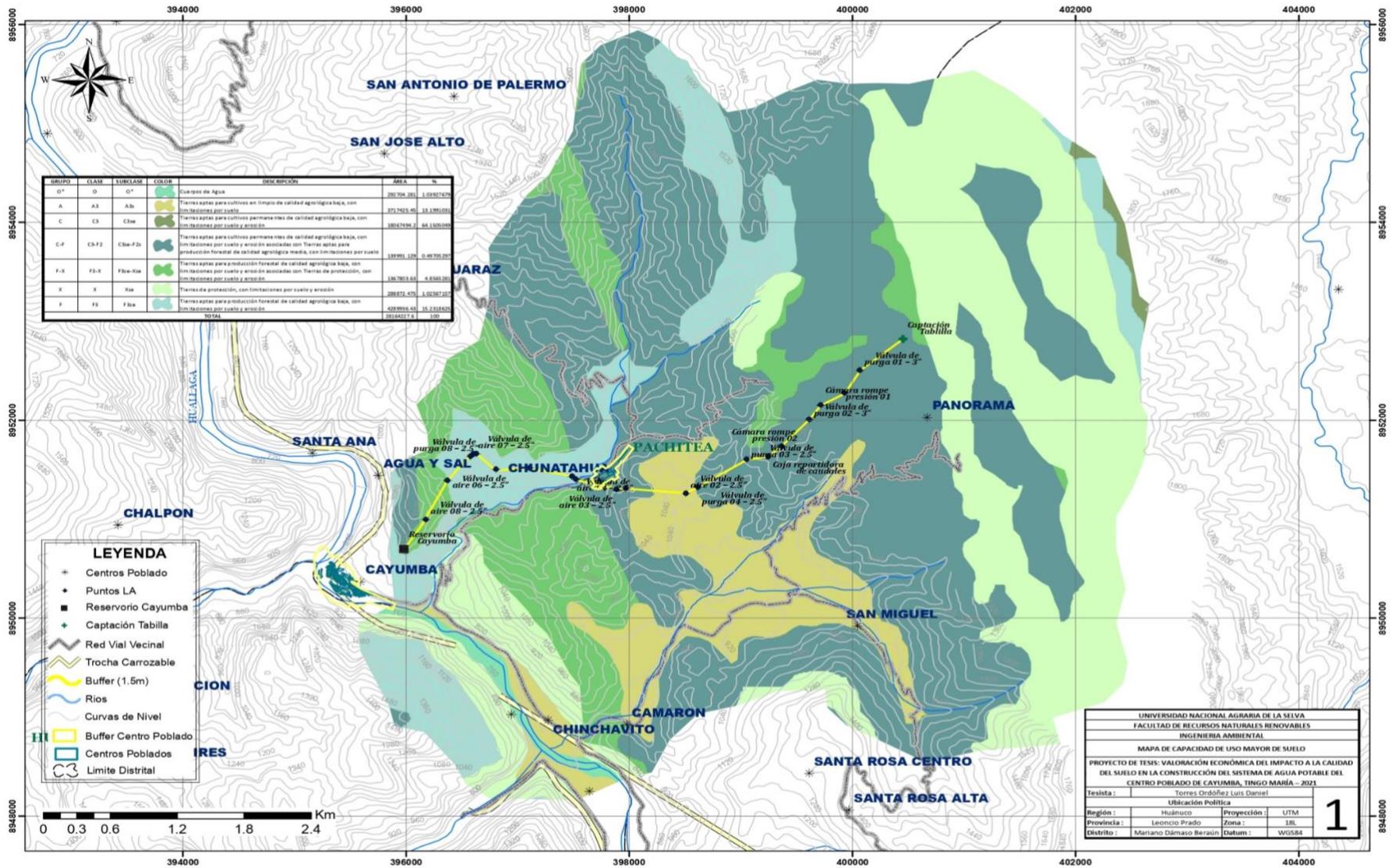


Figura 56. Mapa de capacidad de uso mayor.

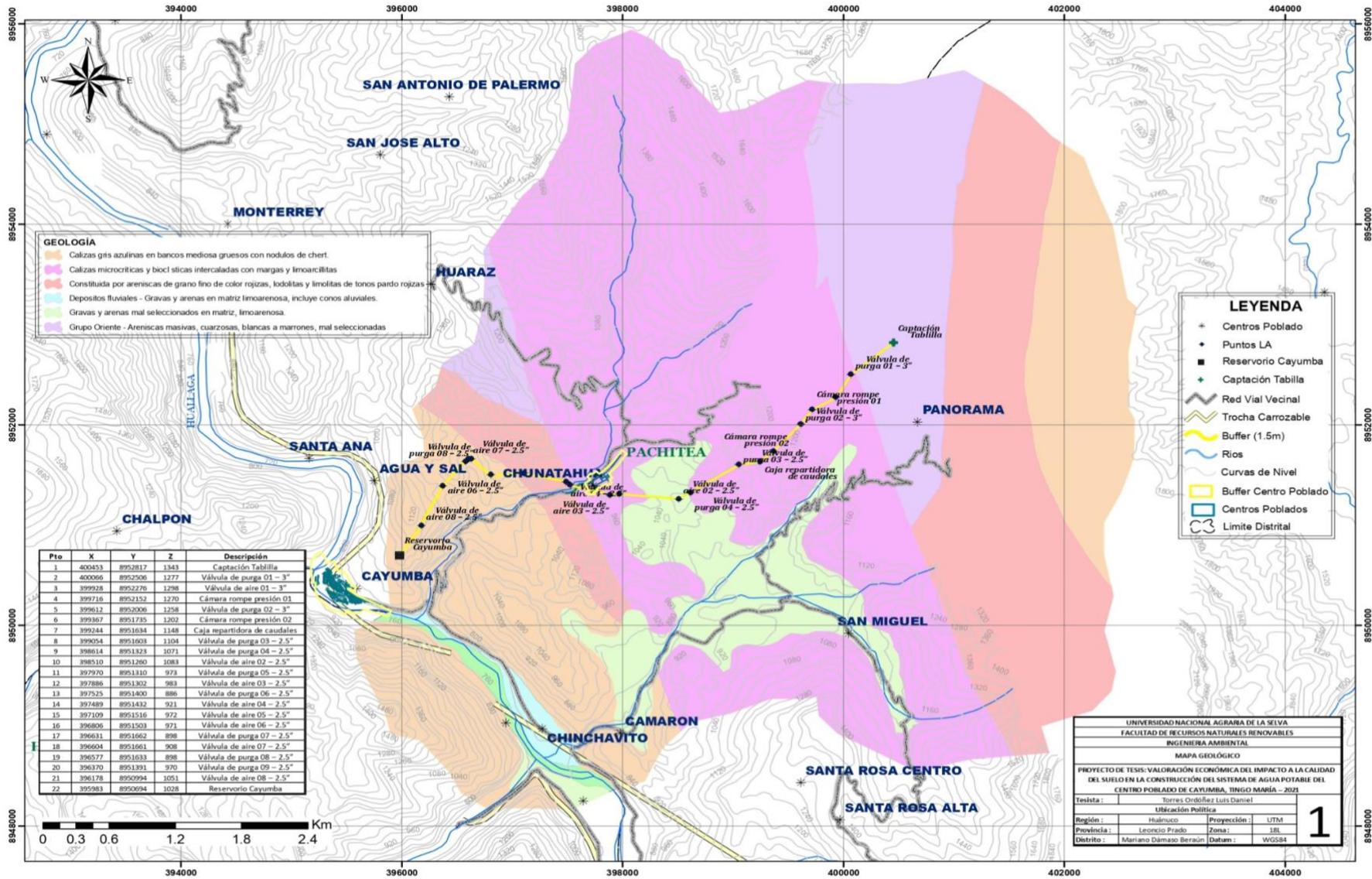


Figura 57. Mapa geológico.

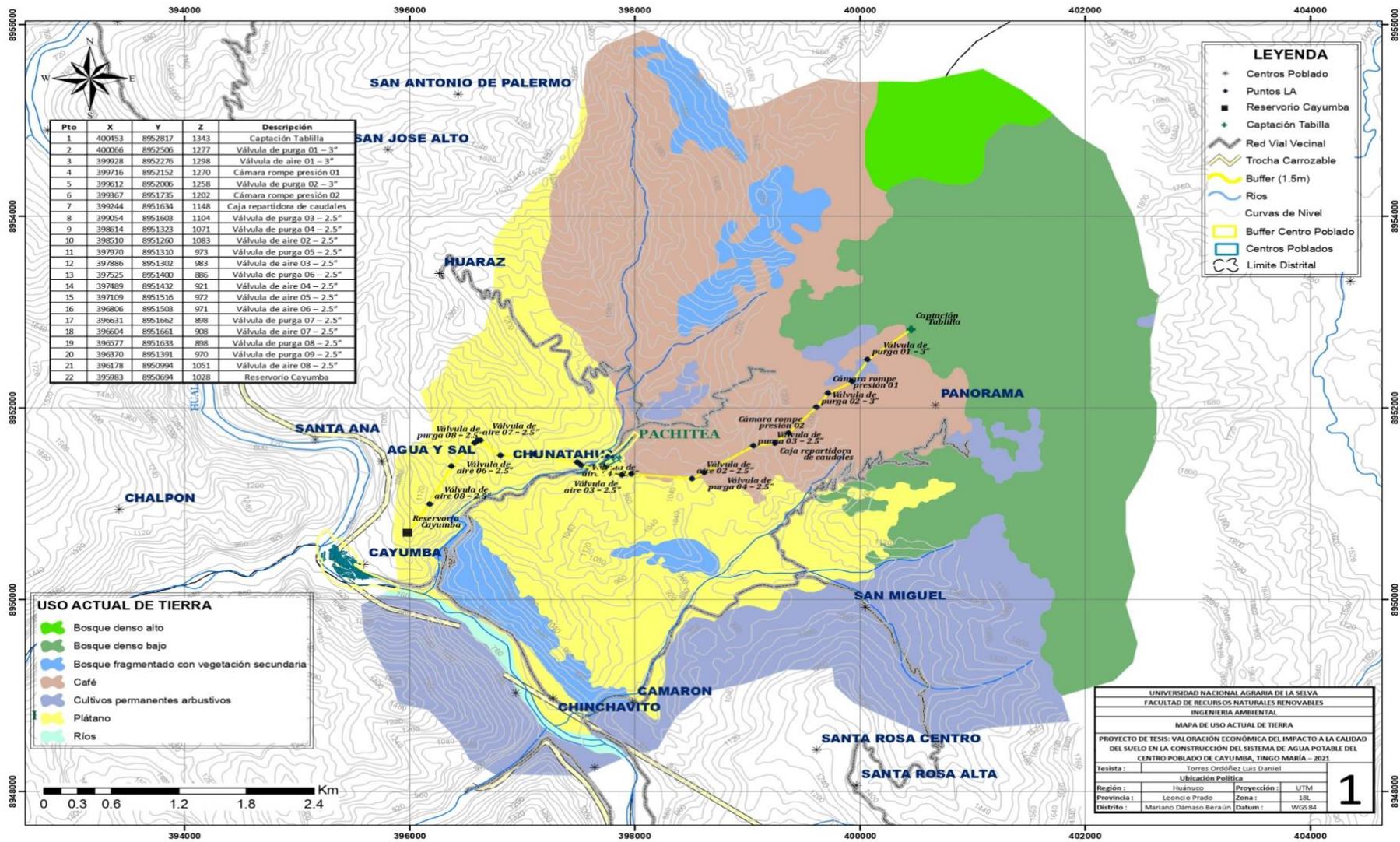


Figura 58. Mapa de uso actual de tierras.

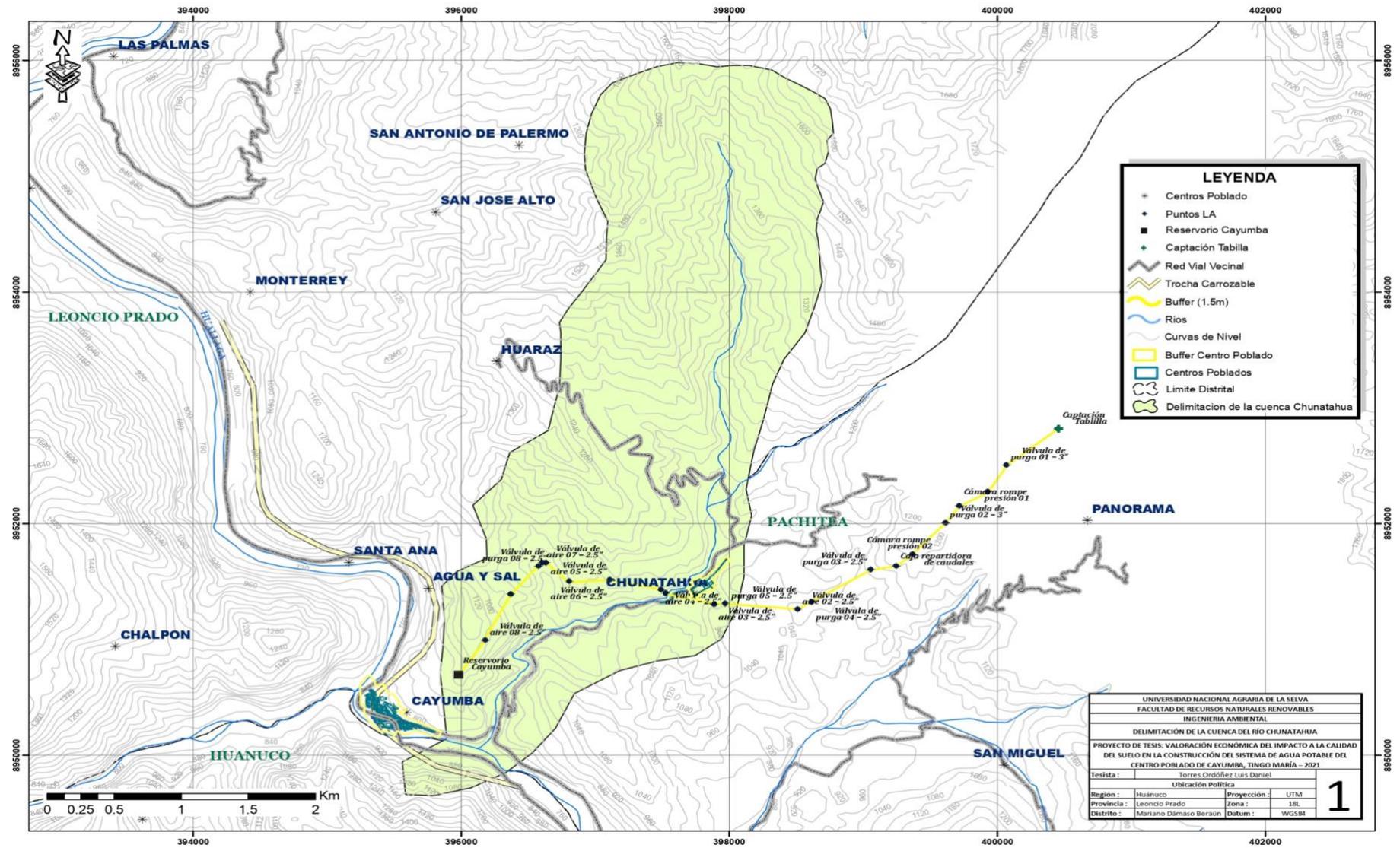


Figura 59. Cuenca hidrográfica del río Chunatahua.

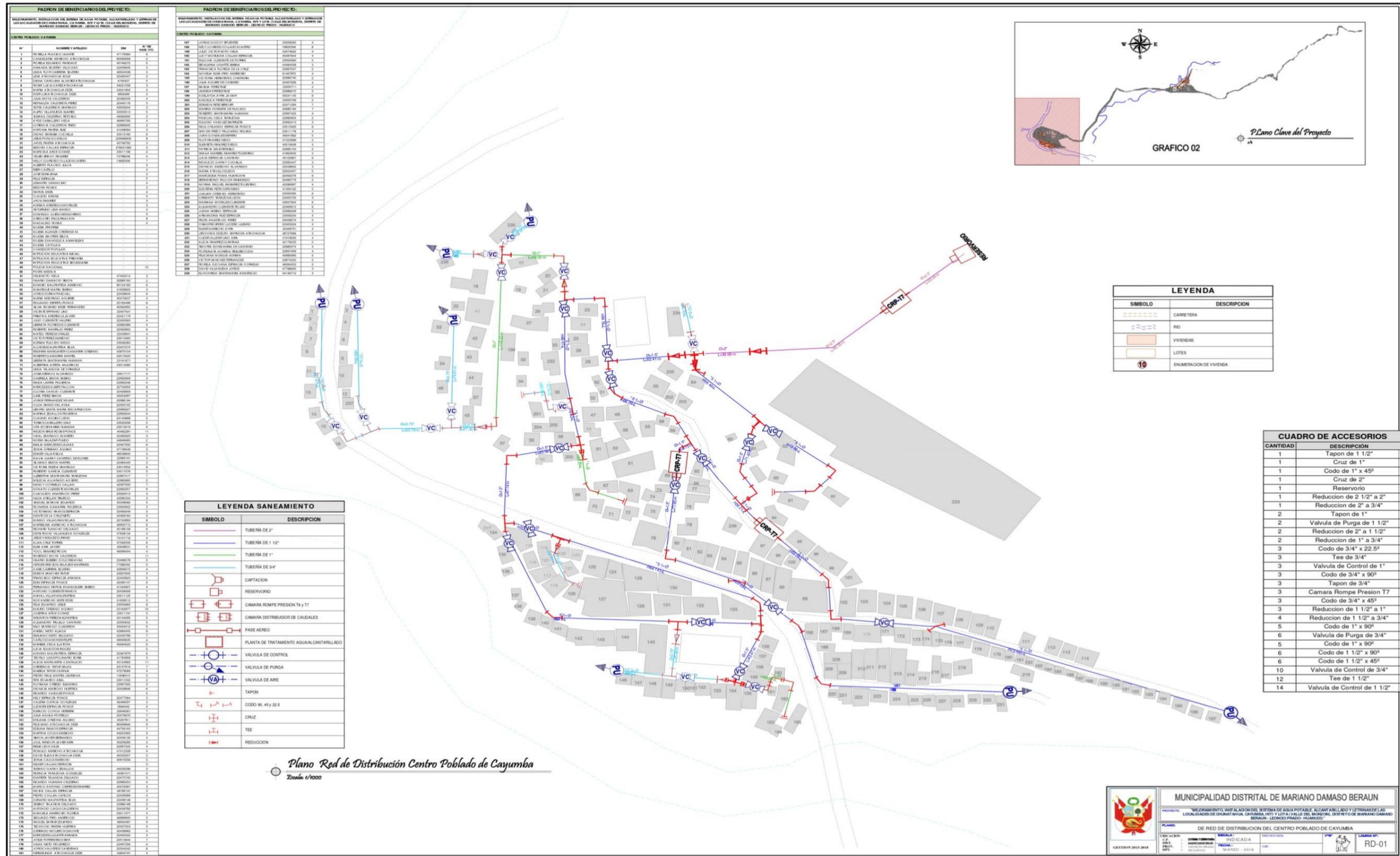


Figura 60. Beneficiarios del SAP de Cayumba.

Fuente: Municipalidad distrital de Mariano Dámaso Beraún (2018)