



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,
Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

**El impacto de las actividades socioeconómicas sobre la
calidad del agua Cuenca Baja del Río Mala**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctora en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Luz Alexandra JAVIER SILVA

ASESOR

Dr. Alberto Enrique GARCÍA RIVERO

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Javier, L. (2023). *El impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua Cuenca Baja del Río Mala*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Luz Alexandra Javier Silva
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47623606
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3346-7099
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Alberto Enrique García Rivero
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	49077972
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-8344-9529
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Francisco Alejandro Alcántara Boza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06418510
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Eduardo Ronald Espinoza Farfan
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07732819
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Raymundo Erazo Erazo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09493599
Datos de investigación	

Línea de investigación	C.0.2.5 Contaminación del ambiente
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Cañete Distrito: Mala Latitud: 12°16'41.43"S Longitud: 76°18'3.60"O
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019-2023
URL de disciplinas OCDE	Ciencias del medio ambiente: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08 Oceanografía, Hidrología, Recursos hídricos: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.11



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima, a los veintiocho días del mes de noviembre del año dos mil veintitres, siendo las catorce horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000639-2023-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 22 de noviembre del 2023, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«EL IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA CUENCA BAJA DEL RÍO MALA»

Presentado por la Mg. **LUZ ALEXANDRA JAVIER SILVA**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA** en **CIENCIAS AMBIENTALES**.

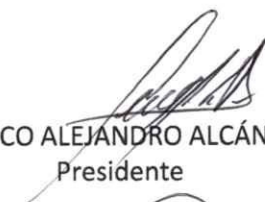
El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N° UNMSM-20220008328 de fecha 15 de febrero del 2022, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y que cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente de conformidad al Art. 72 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

BUENO (15)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA** en **CIENCIAS AMBIENTALES** a la Mg. **LUZ ALEXANDRA JAVIER SILVA**.

Siendo las 15:00 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. FRANCISCO ALEJANDRO ALCÁNTARA BOZA
Presidente


DR. EDUARDO RONALD ESPINOZA FARFAN
Secretario


DR. RAYMUNDO ERAZO ERAZO
Miembro

DR. ALBERTO ENRIQUE GARCÍA RIVERO
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dr. Alberto Enrique García Rivero en mi condición de asesor acreditado con el Número de Dictamen N°000347-2022-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM de la tesis, cuyo título es «EL IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA CUENCA BAJA DEL RÍO MALA» presentado por la Magister Luz Alexandra Javier Silva para optar el Grado Académico de Doctora en Ciencias Ambientales CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de investigación y producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 07% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma del Asesor: 

DNI: 49077972

Nombres y apellidos del asesor:

Alberto Enrique García Rivero

Huella Digital



Resumen

La importancia del sistema hidrológico, para una cuenca hidrográfica, es indispensable, debido a que proveen de agua a los ecosistemas. Cualquier impacto negativo puede afectar a todos los seres vivos que dependan directamente del recurso hídrico. La Organización para la Alimentación y la Agricultura [FAO] considera, también, como relevante, la conservación y preservación de las cuencas hidrográficas, por tanto, brinda orientación en la administración del agua, con el fin de conservar su calidad para el saneamiento, alcanzando así el desarrollo en base a la sostenibilidad. El objetivo de la investigación fue identificar el impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la cuenca baja del río Mala (Cañete, Lima). Para lograrlo se utilizaron los métodos deductivo e inductivo; los cuales sirvieron durante el análisis bibliográfico, aplicación de encuesta socio-laborales, trabajo de campo y la elaboración de mapas temáticos, conllevando la utilización de todos estos recursos a comprender la situación del área de estudio a partir del monitoreo para la evaluación de parámetros físicoquímicos logrando determinar la situación en la que se encontraban los macroinvertebrados, lo que ayudaría finalmente en determinar si la calidad actual del agua sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental [ECA]. Los resultados del monitoreo y la prueba t-student reflejaron que existe influencia entre las condiciones naturales estacionales de precipitación y caudal con los parámetros físicoquímicos (OD y pH) caso contrario respecto a las actividades económicas y el tipo de suelo de la cuenca; y según el análisis por macroinvertebrados únicamente para P6 (cuenca baja) se presentó la calidad de agua dudosa, pero en términos generales la calidad del agua es catalogada como “buena”. Finalmente, se recomienda un monitoreo constante para el cumplimiento de las normas, lo cual contribuirá a mejorar la gestión integrada del recurso agua, que garantice los diferentes tipos de consumo y muy especialmente la agrícola con la fruticultura, como actividades principales de la cuenca.

Abstract

The importance of the hydrological system, for a hydrographic basin, is essential, because they provide water to ecosystems. Any negative impact can affect all living beings that directly depend on the water resource. The Food and Agriculture Organization [FAO] also considers the conservation and preservation of hydrographic basins to be relevant, therefore, it provides guidance in water management, in order to preserve its quality for sanitation, reaching thus development based on sustainability. The objective of the research was to identify the impact of socioeconomic activities on water quality in the lower Mala river basin (Cañete, Lima). To achieve this, the deductive and inductive methods were used; which served during the bibliographic analysis, application of socio-labour survey, field work and the preparation of thematic maps, involving the use of all these resources to understand the situation of the study area from monitoring for the evaluation of physicochemical parameters managing to determine the situation in which the macroinvertebrates were, which would finally help to determine if the current water quality exceeds the Environmental Quality Standards [ECA]. The results of the monitoring and the t-student test reflected that there is an influence between the natural seasonal conditions of precipitation and flow with the physicochemical parameters (OD and pH), otherwise, with respect to economic activities and the type of soil in the basin; and according to the analysis by macroinvertebrates, only for P6 (lower basin) the quality of doubtful water was presented, but in general terms the quality of the water is classified as "good". Finally, constant monitoring is recommended for compliance with the rules, which will contribute to improving the integrated management of the water resource, which guarantees the different types of consumption and especially agriculture with fruit growing, as the main activities of the basin.

MI RECONOCIMIENTO:

- . A mi eterno maestro Fabriciano La Torre Ruiz que desde el cielo y con el recuerdo de sus enseñanzas el devenir de la geografía es posible.
- . A mi querido abuelo Pedro Silva, gracias a su instrucción de formación continua me abrió las puertas a nuevos caminos del conocimiento.
- . A mis asesores Dr. Alberto García y Dr. Ricardo Yuli por compartir sus conocimientos.
- . Al querido Dr. Alejandro Alcántara Boza por sus recomendaciones, consejos y todo el tiempo de instrucción dedicado.
- . A las diferentes instituciones que han colaborado con información, insumo necesario para llevar a cabo esta investigación.

Introducción

El funcionamiento de una cuenca hidrográfica comienza con la precipitación y el descenso del agua por las laderas, para ser conducidas por los arroyos formados en pendientes de valles, bosques o colinas; lugares donde el líquido vital podría evaporarse, filtrar en el terreno o correr por la superficie en función de la pendiente, drenando hacia un punto en común conocido como zona de captación o río, el cual posteriormente se constituye en fuente para el consumo de todos los seres que conforman los ecosistema asociados. Es fundamental mantener la calidad del agua debido a su importante rol en la vida de todas las especies, el consumo humano, la agricultura, la construcción entre otras actividades, es por ello necesario el cuidado de las cuencas hidrográficas a través de un monitoreo continuo; más aún cuando es inevitable el impacto que ocasionará la actividad del hombre sobre el recurso.

El accionar del hombre sobre la naturaleza genera un inevitable impacto en el ecosistema, lo que genera, que zonas naturales, como las cuencas y los seres vivos puedan ser impactados de diversa manera, de allí el interés de conocer el nivel de alteración que sufren los organismos naturales.

El objetivo general de la investigación fue identificar el impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la Cuenca baja del río Mala, Cañete, Lima 2022 y objetivos específicos relacionados con las principales actividades socioeconómicas y la calidad de las aguas a partir de caracterizar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, metales pesados y macroinvertebrados presentes.

Este conglomerado de objetivos permitirá verificar el cumplimiento de la hipótesis central, la cual implica el comprobar el impacto moderado de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la cuenca.

Con el propósito de lograr la demostración de la hipótesis general y las específicas, el trabajo presenta la siguiente estructura: El primer capítulo aborda la situación problemática, los problemas de investigación; y su justificación e importancia.

El segundo capítulo abarca el marco teórico-conceptual, utilizando la geografía económica, como eje fundamental para comprender el desarrollo de los tipos de actividades que se realiza en la zona. Así mismo, los antecedentes de investigación tanto a nivel nacional como internacional.

El tercer capítulo describe de manera detallada la metodología utilizada, así como las técnicas e instrumentos para la recolección de información. En esta parte, destaca la revisión cartográfica-documental, el trabajo de campo con la aplicación de encuestas a los pobladores y el diseño y ejecución del monitoreo de los diversos índices y parámetros que permitieron establecer el nivel de calidad de las aguas.

El cuarto capítulo expone los principales resultados, análisis, interpretación y discusión. La comprobación de la hipótesis general y las específicas permite relacionarlas con las principales actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua del río Mala en su parte baja.

Finalmente, se detallan las conclusiones, recomendaciones de la investigación y las principales referencias bibliográficas.

Índice

Resumen

Introducción

CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	19
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.2.1 Problema General:	22
1.2.2 Problemas Específicos:	22
1.3 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.4 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.5.1 Objetivo General:.....	24
1.5.2 Objetivos Específicos:	24
1.6 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	24
CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO	26
2.1 MARCO FILOSÓFICO O EPISTEMOLÓGICO	26
2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
2.2.1 Antecedentes de la Investigación a nivel Internacional.....	28
2.2.2 Antecedentes de la Investigación a nivel Nacional.	30
2.3 BASES TEÓRICAS.....	33
2.3.1 El agua.	33
2.3.2 La calidad del agua.	34
2.3.3 Cuenca hidrográfica.....	35
2.3.3.1 Tipos de cuencas.	36
2.3.3.2 Funciones de la cuenca.....	36
2.3.3.3 Gestión Integrada de Recursos Hídricos.	37
2.3.4 Marco legal.	38
2.3.4.1 Ley de recursos hídricos.....	38
2.3.4.2 Ley general de aguas N° 17752.	39
2.3.4.3 Ley general del ambiente N° 28611.....	39
2.3.4.4 Ley general de salud N° 26842.	40

2.3.4.5 Estándares Nacionales de calidad de ambiental para agua D.S N° 004-2017-MINAM.	40
2.3.4.6 Protocolo Nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales R.J N° 010-2016-ANA.	40
CAPÍTULO III : METODOLOGÍA	41
3.1 FASE 1: GABINETE INICIAL, RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	43
2.3.5 Información documental.	43
3.1.1.1 Fisiografía.	43
3.1.1.2 Socioeconómico.	59
3.1.1.3 Preparación de los trabajos de campo.	79
2.4 FASE 2: CAMPO	82
2.4.2 Caracterización de la calidad de las aguas.	82
3.2.2 Validación y actualización de mapas.	85
3.2.3 Análisis y tratamiento.	85
3.2.4 Aplicación de encuestas.	86
2.5 FASE 3: GABINETE FINAL, PROCESAMIENTO, ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y REDACCIÓN DEL INFORME	87
3.3.1 Compilación de los datos de muestreo e interpretación de la información.	87
3.3.2 Actualización vectorial y la información de mapas.	87
CAPÍTULO IV : RESULTADOS Y DISCUSIÓN	88
4.1 PRUEBAS DE HIPÓTESIS.....	88
4.1.1 Hipótesis General.....	88
4.1.2 Hipótesis Específicas	89
4.2 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	97
4.3 ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	114
CAPÍTULO V : CONCLUSIONES.....	117
CAPÍTULO VI : RECOMENDACIONES.....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS	126

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de la geología.....	44
Tabla 2. Descripción de la geomorfología	47
Tabla 3. Descripción del suelo	53
Tabla 4. Descripción del uso mayor de la tierra.....	55
Tabla 5. Descripción de la cobertura vegetal	56
Tabla 6. Descripción de las zonas de vida	58
Tabla 7. Descripción de los tipos de vivienda.....	72
Tabla 8. Descripción de los pasivos mineros	77
Tabla 9. Materiales, instrumentos y equipos de trabajo.....	79
Tabla 10. Tamaño muestral según estratos	81
Tabla 11. Estaciones de muestreo	82
Tabla 12. ECA para los parámetros fisicoquímicos del agua	84
Tabla 13. Leyenda del Índice Biological monitoring working party [BMWP]	86
Tabla 14. Prueba de normalidad por Cramer-von Mises normality test para la conductividad eléctrica.....	90
Tabla 15. Prueba de normalidad por Cramer-von Mises normality test para el potencial de hidrógeno	90
Tabla 16. Prueba de normalidad por Cramer-von Mises normality test para el oxígeno disuelto	90
Tabla 17. Prueba de normalidad por Cramer-von Mises normality test para la temperatura.....	91
Tabla 18. Dos muestras t-test: conductividad eléctrica vs precipitación	91
Tabla 19. Dos muestras t-test: potencial de hidrógeno vs precipitación.....	91
Tabla 20. Dos muestras t-test: oxígeno disuelto vs precipitación.....	92
Tabla 21. Dos muestras t-test: precipitación vs temperatura	92
Tabla 22. Dos muestras t-test: caudal vs conductividad eléctrica.....	92
Tabla 23. Dos muestras t-test: caudal vs potencial de hidrógeno	93
Tabla 24. Dos muestras t-test: caudal vs oxígeno disuelto	93
Tabla 25. Dos muestras t-test: caudal vs temperatura.....	93
Tabla 26. Dos muestras t-test: CE vs tipo de suelo.....	94

Tabla 27. Dos muestras t-test: pH vs tipo de suelo	94
Tabla 28. Dos muestras t-test: OD vs tipo de suelo	94
Tabla 29. Dos muestras t-test: actividades económicas vs CE	95
Tabla 30. Dos muestras t-test: actividades económicas vs pH.....	95
Tabla 31. Dos muestras t-test: actividades económicas vs OD.....	95
Tabla 32. Resumen de la influencia entre variables.....	96
Tabla 33. Parámetros físicos del agua por categorías	98
Tabla 34. Parámetros fisicoquímicos de febrero a junio para categoría A1	101

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de localización de la Cuenca del río Mala.....	25
Figura 2. Flujograma de procesos de la investigación	41
Figura 3. Flujograma del trabajo de investigación.....	42
Figura 4. Mapa geológico	44
Figura 5. Mapa geomorfológico.....	46
Figura 6. Mapa de pendientes	48
Figura 7. Mapa climático	49
Figura 8. Mapa de precipitación.....	50
Figura 9. Mapa de temperatura	51
Figura 10. Mapa hidrográfico	52
Figura 11. Mapa de suelos	53
Figura 12. Capacidad de uso mayor del suelo	54
Figura 13. Mapa de cobertura vegetal.....	56
Figura 14. Mapas de zonas de vida	58
Figura 15. Mapa de Centros Poblados	60
Figura 16. Mapa de población distrital de la cuenca Mala	61
Figura 17. Mapa de población provincial de la cuenca Mala	61
Figura 18. Mapa de población rural - urbano a nivel distrital en la cuenca Mala.....	62
Figura 19. Mapa de población rural - urbano a nivel provincial en la cuenca Mala..	62
Figura 20. Mapa de la distribución de grupos de sexo por distritos en la cuenca Mala	63
Figura 21. Mapa de la distribución de grupos de sexo por provincia en la cuenca Mala	63
Figura 22. Mapa de distribución de grupos etarios por distrito en la cuenca Mala ...	64
Figura 23. Mapa de distribución de grupos etarios por provincia en la cuenca Mala	64
Figura 24. Mapa de nivel educativo de la población por distritos en la cuenca Mala	65
Figura 25. Mapa de nivel educativo de la población por provincia en la cuenca Mala	66
Figura 26. Mapa de tasas de alfabetización distrital de la cuenca Mala	67
Figura 27. Mapa de tasas de alfabetización provincial de la cuenca Mala	67
Figura 28. Mapa de niveles de fecundidad distrital de la cuenca Mala	68
Figura 29. Mapa de niveles de fecundidad provincial de la cuenca Mala	69

Figura 30. Mapa de autoidentificación étnica por distritos en la cuenca Mala.....	70
Figura 31. Mapa de autoidentificación étnica por provincias en la cuenca Mala	70
Figura 32. Mapa de tipos de vivienda a nivel distrital de la cuenca Mala	71
Figura 33. Mapa de tipos de vivienda a nivel provincial de la cuenca Mala	72
Figura 34. Mapa de Población Económicamente Activa a nivel distrital en la cuenca Mala.....	73
Figura 35. Mapa de Población Económicamente Activa a nivel provincial en la cuenca Mala.....	74
Figura 36. Mapa de especialización económica provincial en la cuenca Mala	74
Figura 37. Mapa de producción agrícola provincial de la cuenca Mala	75
Figura 38. Mapa de pasivos mineros de la cuenca Mala.....	76
Figura 39. Mapa de producción minera metálica provincial de la cuenca Mala	76
Figura 40. Mapa turístico de la cuenca Mala	77
Figura 41. Mapa de infraestructura de servicios de la cuenca Mala	78
Figura 42. Mapa vial de la cuenca Mala	79
Figura 43. Mapa distribución de los puntos de muestreo.....	83
Figura 44. Mapa de la distribución de encuestas de opinión	87
Figura 45. Porcentaje de concentración de pH y OD por punto de monitoreo	88
Figura 50. Calidad Biological monitoring working party	97
Figura 51. Mapa de los parámetros físico del agua: Subcategoría A1, oxígeno disuelto	98
Figura 52. Mapa de los parámetros físico del agua: Subcategoría A1, potencial de hidrógeno	99
Figura 53. Mapa de los parámetros físico del agua: Subcategoría A2, oxígeno disuelto	99
Figura 54. Caudal vs precipitación.....	100
Figura 55. Cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para coliformes fecales.....	102
Figura 56. Cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para metales pesados	102
Figura 57. Cantidad Familia y orden de macroinvertebrados	103
Figura 58. Total de orden por punto de muestreo	103
Figura 59. Total de familias por punto de muestreo	103

Figura 60. Mapa de biodiversidad por cantidad de especies y familias en la cuenca Mala.....	103
Figura 61. Mapa de índice biological monitoring working party (BMWP) en la cuenca Mala.....	104
Figura 62. Calidad del agua por el Índice Biological monitoring working party	104
Figura 63. Mapa de biodiversidad por índice de Shannon en la cuenca Mala.....	105
Figura 64. Índice de Shannon.....	105
Figura 65. Equipo de trabajo aplicación de encuestas	106
Figura 66. Aplicación de encuestas.....	106
Figura 46. Actividades económicas por distritos	107
Figura 47. Parcelas de cultivo y finalidad de la producción	107
Figura 48. Tipo de actividad de servicios por centro poblado	108
Figura 49. Ingresos familiares por actividades económicas.....	108
Figura 67. Tipo de uso de la vivienda	109
Figura 68. Relación de años residencia y tipo de uso de la vivienda.....	109
Figura 69. Servicios básicos.....	110
Figura 70. Relación entre el tipo de fuente de agua que utiliza y cantidad.....	110
Figura 71. Tipo de fuente de agua alterna y con qué finalidad de uso.....	110
Figura 72. Relación entre el tamaño de parcela y el tipo de riego	111
Figura 73. Relación entre el tipo de riego e insumo agrícola.....	111
Figura 74. Relación entre la disminución de la producción por tamaño de parcela de cultivo.....	111
Figura 75. Relación del tipo de cría de animales y lugar de pasteo	111
Figura 77. Relación del sistema de desagüe con enfermedades.....	111
Figura 76. El agua puede causar enfermedades	111
Figura 78. Relación conoce si el agua es tratada y su calidad	112
Figura 79. Relación de la calidad de agua para consumo y opinión de que el agua puede causar enfermedades	112
Figura 80. Eliminación de excrementos.....	113
Figura 81. Relación de eliminación de basura y el tiempo	113
Figura 82. Relación con la frecuencia de eliminación de la basura con las últimas enfermedades.....	113
Figura 83. Relación entre eliminación de basura y opinión de que el agua puede causar enfermedades.....	113

Figura 84. Relación entre la opinión si cree que el agua puede causar enfermedades con últimas dolencias	114
---	-----

Índice de anexos

Anexo A. Categoría 1 – Poblacional y Recreacional	126
Anexo B. Matriz de operacionalización de variables.....	129
Anexo C. Matriz de consistencia	131
Anexo D. Encuesta Socioeconómica	132
Anexo E. Información del especialista.....	135
Anexo F. Criterios de validación para el cuestionario	136
Anexo G. Puntos de monitoreo fecha 01/07/21	138
Anexo H. Registro topográfico muestreo para macroinvertebrados	139
Anexo I. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros fisicoquímicos - Subcategoría A1 con fecha de toma 01/07/21.....	140
Anexo J. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros microbiológicos - Subcategoría A1 con fecha de toma 01/07/21	140
Anexo K. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros metales totales inorgánicos - Subcategoría A1 con fecha de toma 01/07/21	141
Anexo L. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros fisicoquímicos - Subcategoría A2 con fecha de toma 01/07/21.....	142
Anexo M. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros microbiológicos - Subcategoría A2 con fecha de toma 01/07/21	142
Anexo N. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros metales totales inorgánicos - Subcategoría A2 con fecha de toma 01/07/21	143
Anexo O. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros fisicoquímicos - Subcategoría A3 con fecha de toma 01/07/21.....	144
Anexo P. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros microbiológicos - Subcategoría A3 con fecha de toma 01/07/21	144
Anexo Q. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros metales totales inorgánicos - Subcategoría A3 con fecha de toma 01/07/21	145
Anexo R. Puntuación Biological monitoring working party [BMWP]	146
Anexo S. Certificado de acreditación del Instituto Nacional de Calidad.....	148

Siglas

ANA: Autoridad Nacional del Agua

BMWP: Índice Biological monitoring working party

DAR: Organización Derecho Ambiente y Recursos Naturales

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno

DGSA: Dirección General de Salud Ambiental

DGCRH: Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos

DIRESA: Dirección General de Salud Ambiental

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda química de oxígeno

ECA: Estándares de Calidad Ambiental

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

IBF: Índices Bióticos de Familias

ICA: Índice de Calidad de Agua

ICO: Índice de Contaminación

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

INACAL: Instituto Nacional de Calidad

LMP: Límites Máximos Permisibles

MINAGRI: Ministerio de Agricultura

NMP: Número más Probable

OD: Oxígeno Disuelto

ODS: Oxígeno Disuelto Saturado

PCA: Análisis de Componentes Principales

pH: Potencial de Hidrógeno

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

REMURPE: Red de Municipalidades Urbanas y Rurales del Perú

Capítulo I : Planteamiento del problema

1.1 Situación problemática

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2007) sugiere que los países brinden mayor interés a la protección de las cuencas hidrográficas; debido a que, proporciona el agua como elemento de necesidad para el consumo humano y de la vida silvestre, así mismo favorece al desarrollo económico de los pueblos que habitan en su entorno.

Dicha recomendación por parte del organismo multinacional responde al acelerado deterioro ambiental como la calidad del agua, convirtiéndose en la mayor preocupación de los últimos siglos a partir de la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua” realizada en 1977 a causa del acelerado crecimiento de la población que genera la práctica de actividades económicas como: agricultura, industrial, entre otras; las cuales amenazan al medio ambiente no solo por la generación de contaminación en los cuerpos de agua, aire y suelo sino también alterando en el ciclo hidrológico.

Conocer el estado actual del agua, dependerá del monitoreo, ya que, de esta manera, se conoce el impacto por parte de la actividad humana o de factores naturales. En este último caso se podrá establecer por la erosión constante del suelo, lo que implica el cambio de la composición del agua en las partes bajas por los sales, materia orgánica, nutrientes y minerales transportados, procesos atmosféricos de evapotranspiración o los biológicos del medio acuático que en suma alteran la composición química y física del agua.

Por tanto, es importante que nuestro país pueda tener un análisis periódico y constante del agua no solo porque es indispensable para el desarrollo social y económico; sino por el posicionamiento del Perú, el cual se encuentra en una situación sumamente endeble, debido al cambio climático global y sus impactos, lo que genera la destrucción del Estado y la sociedad a raíz del Fenómeno del Niño, sequías, desertificación y demás situaciones tal como señala la Organización para el Derecho del Medio Ambiente y Recursos Naturales [DAR], (2017). En este contexto, los

efectos del cambio global manifiestan impactos en el desarrollo económico, la seguridad alimentaria, salud y pérdida de ecosistemas.

De allí la importancia, de realizar un seguimiento técnico por parte de las instituciones universitarias y los diversos organismos gubernamentales; sobre todo, en este caso: la determinación de la calidad del agua de la cuenca citada.

El río en mención surge de un conjunto de lagunas ubicadas en las altas montañas que se alimentan de precipitaciones estacionales. Producto de este fenómeno natural se forman los ríos Quinches y San Lorenzo, de régimen irregular y de carácter torrencioso, los cuales pertenecen al límite administrativo del departamento de Lima e incluye a las provincias de Yauyos, Cañete y Huarochiri, con un área total de 2, 250 km².

Estudios previos, como el elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental [DGSA], (2007) realizó un análisis de la vigilancia de los recursos hídricos por medio de 9 estaciones hidrológicas a lo largo del río Mala desde el centro poblado de Santiago de Anchucaya, distrito de Pacaraos hasta la desembocadura en el Océano Pacífico. A posteriori, se emitió la Resolución Directoral N°1152 de DIGESA la cual aprueba la clasificación de los recursos hídricos del río Mala y sus tributarios como “Aguas para riego de vegetales crudos y bebidas de animales (clase III). Adicionalmente, se señala la evaluación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno [DBO] y los componentes químicos como plomo (Pb), cobre (Cu), cadmio (Cd), cromo (Cr) y zinc (Zn) en las estaciones hidrológicas E-03, E-08 y E-12, determinando como bajo riesgo de contaminación. Compartiendo con similar riesgo, sucedió con el análisis de coliformes totales y termotolerantes al realizarlo en casi todas las estaciones de control, con la excepción de la E-12 donde se registró alto riesgo por coliformes termotolerantes.

Sin embargo, este trabajo realizado por la institución estatal no realiza un estudio minucioso y actualizado sobre la contaminación de la cuenca hidrográfica; es por ello, de nuestra preocupación por realizar una nueva propuesta.

En síntesis, se identifican cuáles son las actividades socioeconómicas realizadas por el hombre, alrededor del río Mala; de esta manera se estima la calidad del agua basado en la caracterización de los parámetros fisicoquímicos, de la misma forma emplear protocolos de muestreo para el impacto de la contaminación orgánica donde por medio

de la presencia o ausencia de organismos como macroinvertebrados (bioindicadores), que habitan en los cuerpos de agua, finalmente determinaremos las condiciones ecológicas de estabilidad o cambio demostrando posibles variaciones de las condiciones físicoquímicas. De esta manera, podemos contribuir al cuidado del agua en zonas donde es escaso ya que, su cuidado es importante para la protección ecosistema.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 *Problema General:*

P.G: ¿Cuál es el impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la Cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima (2022)?

1.2.2 *Problemas Específicos:*

P.E 1: ¿Cuál es el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la Cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima, (2022)?

P.E 2: ¿Cuál es el comportamiento de los metales pesados de las aguas de la Cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima, (2022)?

P.E 3: ¿Cuáles son las familias de macroinvertebrados presentes y su nivel de abundancia en las aguas de la Cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima, (2022)?

1.3 Justificación teórica de la Investigación

Para Federovisky (2011), la transformación de la naturaleza surge a partir de las necesidades sociales. Por su parte, Santos (1996) indica que la transformación natural adquiere diferentes rasgos donde se incorpora el momento histórico, y cada contexto lleva asociado un modelo productivo entre los sistemas naturales y sociales. Según Domínguez y Aledo (2020), la naturaleza es una construcción social porque 1. No existen entornos naturales, 2. Los problemas ambientales se convierten en preocupación cuando la sociedad le da ese reconocimiento y 3. La cultura transforma lo natural en humanizado. Sin embargo; la percepción realista sí contempla problemas ambientales independiente de la percepción social, y es así como Ingold (1992) señala que los sentidos ayudan a percibir el medio y esta información es posteriormente interpretada tanto social y culturalmente vinculados por características psicológicas.

Entonces, Hannigan (1995) centrándose en el pensamiento constructivista de la sociología ambiental donde se desarrolla en primera instancia la conciencia para dar

paso al interés y motivaciones del ser humano independientemente de la objetividad, indica que conviene indagar el por qué algunos estudios científicos muestran problemas ambientales mientras que, otros no llegan a los mismos resultados. Por ende, se debe comprender que el deterioro ambiental es ocasionado por el crecimiento demográfico, la superproducción y el uso de nuevas tecnologías contaminantes y se espera que el desencadenamiento de estos problemas se ensamble con la sensatez ciudadana y el compromiso político para la puesta en marcha de acciones concretas frente a esta crisis (Leff, 2010).

1.4 Justificación práctica de la Investigación

El crecimiento demográfico y de las actividades de dinamismo económico incrementa la demanda del recurso hídrico, generando preocupación por las autoridades competentes, evidencia de ello es la investigación realizada por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2007), institución que desarrolló estudios respecto a los usos del agua en la cuenca del río Mala, donde señalan que el mayor consumo se presenta en la parte baja, sirviendo para diversos usos como: el sector agrícola (136,959 mm³/año), siendo el principal beneficiario; mientras que el consumo poblacional (158,905 mm³/año), se ubica en segundo lugar, y otros usos como pecuario, industrial (31,845.8 mm³/año). Las proyecciones emitidas por este ministerio sobre la demanda del agua para el 2020 se realizaron asumiendo que la disponibilidad del recurso no es alterada por ningún fenómeno de gran magnitud, siendo el resultado el siguiente: el consumo poblacional (1'786,449 mm³/año) y para el uso agrícola (136.959 mm³/año).

Con respecto al caso, es importante determinar si la mala calidad del agua se debe a las actividades de explotación mineras, cuyos efluentes pueden ser vertidos sin ningún tratamiento, o caso contrario el mayor contaminante son los fertilizantes inorgánicos, utilizados para el desarrollo del cultivo, sobre todo el nitrógeno y fósforo, que además producen en la población, diversas enfermedades durante la ingesta de alimentos (Ministerio de Agricultura, 2007).

Por tanto, el crecimiento demográfico, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), alcanza 57,558 habitantes comprendidos entre las provincias de Yauyos (1,481), Cañete (54,775) y Huarochiri (1,302) siendo un factor

para deducir el crecimiento de las actividades socioeconómicas, y por tanto, ellas se encuentran directamente vinculadas con el impacto en la calidad del agua, que se utilizará para el uso agrícola y doméstico, a partir de un diagnóstico integral, con énfasis en la parte baja de la cuenca. Gracias a esta investigación podría tomarse decisiones político-administrativas, como la regulación de algunas normas o el cumplimiento efectivo de las leyes vigentes.

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo General:

O.G: Identificar el impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la Cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima, 2022.

1.5.2 Objetivos Específicos:

O.E 1: Caracterizar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la Cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima, 2022

O.E 2: Caracterizar el comportamiento de los metales pesados de las aguas de la Cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima, 2022

O.E 3: Identificar las familias de macroinvertebrados del ecosistema y su nivel de abundancia en las aguas de la Cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima, 2022

1.6 Ubicación del área de estudio

La cuenca del río Mala tiene una extensión de 2,330 km², atravesada por el caudal acuífero maleño (ruta nacional 22-A), la cual se conecta con la vía central de la carretera Panamericana Sur. Esta cuenca se ubica en el departamento de Lima y abarca las provincias de Yauyos, Cañete y Huarochirí. En el norte limita con la cuenca Rímac, noreste con la cuenca Mantaro (provincia de Junín), oeste con las cuencas Chilca y Lurín, este con la cuenca Cañete, también se comunica con la cuenca Omas al sur y con el océano pacífico al sudoeste. (Figura 1)

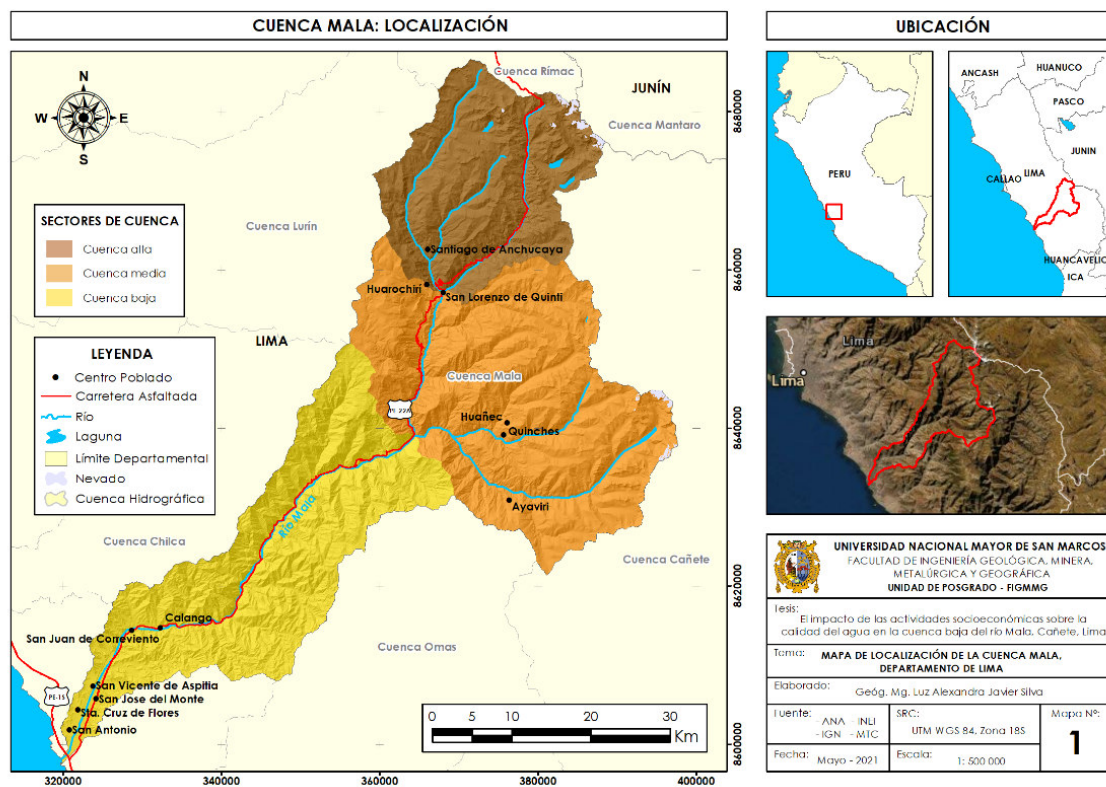


Figura 1. Mapa de localización de la Cuenca del río Mala

Capítulo II : Marco teórico

2.1 Marco filosófico o epistemológico

El positivismo, escuela de nacimiento francesa, cuyo padre fundador fue Augusto Comte, señalaba como un estadio, después de la etapa religiosa y metafísica, como el escenario donde la industrialización llevaría a un hombre a la estabilidad social y económica. Para detectar si la humanidad había alcanzado dicha evolución, se estableció leyes sociales que permitan analizar el comportamiento del hombre y su entorno.

La geografía no estuvo divorciada de la corriente positivista, por el contrario, tuvo una importante influencia en los anales de la constitución de la teoría geográfica, donde el método científico y el empirismo, se convierte en los únicos medios para conocer el entorno en que nos rodean. Amparado en el método inductivo, se busca establecer leyes absolutas, de esta manera nace el determinismo geográfico.

Vidal de la Blache (1977), quien se nutre del positivismo geográfico, manifestará como propuesta de investigación, el brindarle mayor énfasis a un estudio regional, por tanto, la focalización de investigaciones deterministas tiene que establecer un área de acción específica, tal como lo realizaremos en la cuenca del río Mala.

Siguiendo, las enseñanzas de Vidal de la Blache, se encuentra Bassols Batalla (1979), quien afirma que existe una influencia de las actividades económicas hacia el entorno geográfico, como el suelo, el subsuelo, la geología entre otros elementos que determinaran, las actividades económicas, en nuestro caso en particular con los tipos de ganadería y agricultura. Incluso recrea las actitudes creativas del hombre, como por ejemplo obliga al desarrollo tecnológico de una zona, para una mayor productividad. Bassols (2015), es mucho más intrépido, al manifestar que esta interrelación entre el medio natural y social, se manifiesta a lo largo de la historia, forjando una distribución del medio geográfico, al establecer lugares para la vida urbana, el desarrollo agrícola, entre otros.

En la ciencia geográfica, existen diversos enfoques para abordar el estudio del medio ambiente, destacando la geografía económica, influenciada teórica y metodológicamente por el determinismo. Gracias a ella, podemos establecer la relación hombre-naturaleza con sus bases en la geografía física, biológica y humana. Además, nos permite aprovechar los recursos en beneficio de las sociedades futuras, lo que implica conocer su localización y las actividades del hombre como producción, intercambio y consumo de bienes.

Investigaciones como las de Douglass North (1973), representante de la nueva economía institucional, la cual señala la importancia de instancias gubernativas y particulares en el desarrollo financiero de un espacio geográfico. De allí el protagonismo del Ministerio del Ambiente y otros organismos vinculados directamente con el cuidado del entorno, para la explotación controlada de los recursos hídricos de la zona y el monitoreo de las actividades económicas alrededor del río Mala.

En la zona que investigaremos, se encuentran diversas actividades económicas, detectando diversos niveles productivos: primario, secundario y terciario. Clark (2003) recomienda que debe incorporarse para su análisis y distinción, las siguientes características: el volumen total de actividades económicas existentes para la medición del empleo, la productividad laboral definida como la eficiencia de la organización y la composición sectorial delimitándose por la especialización. De esta manera podemos sectorizar las diferentes actividades que se practican en el área de interés, y cuales se encuentra vinculadas a la explotación de la cuenca hidrográfica.

Por tanto, la geografía económica permite comprender los fenómenos sociales desde diferentes perspectivas teóricas por medio de la aplicación de metodologías para el análisis e interpretación con el objetivo de aproximarse a la realidad. Ello nos permitirá cimentar nuestro conocimiento sobre una realidad en particular, tal como coincidimos con el análisis de Bassols, quien tendrá como soporte teórico, los legados de la geografía decimonónica.

2.2 Antecedentes de la Investigación

2.2.1 *Antecedentes de la Investigación a nivel Internacional.*

El análisis de la calidad del agua desarrolla un papel básico y fundamental para el avance económico dentro de un contexto ambiental, tal es el caso de la pesquisa de Chibinda et al. (2018). En este lugar, se evaluaron los pozos de agua de La Calera (Cuba) distribuidos en doce puntos de muestreo y donde se aplicaron 26 parámetros fisicoquímicos sumado al análisis de coliformes totales y fecales, así mismo los metales pesados como el cloro (Cl) y plomo (Pb) que se presentaron en mayores cantidades, y es así como los resultados indicaron que el agua no es apta como agua para la ingesta del hombre según una comparativa con las normas cubanas, en caso contrario la población corre el riesgo de contraer enfermedades debido a su ingesta. Según el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el control de la contaminación debe partir de las intervenciones humanas con el ambiente, además de hacer énfasis en que no siempre las actividades antrópicas son consecuencia de la alteración, sino también las naturales. Entre las recomendaciones de los autores recae en la evaluación cuantitativa en función de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados adicionalmente a los tratamientos de tipo convencionales, según el grado de contaminación.

De la misma manera, Contreras (2018) realiza una estimación de las condiciones de calidad del agua en función del uso actual del suelo en la microcuenca La Argentina por medio de monitoreos in situ y ex situ durante las temporadas húmeda y seca. Para el análisis e interpretación de los datos se utilizó los índices de calidad de agua [ICA] y de contaminación [ICO]. ICA indicó que en la temporada húmeda las condiciones son aceptables en especial en la parte alta y baja, mientras que la zona media presentó una calidad regular; y durante la temporada seca las tres zonas son aceptables. La contaminación ICO, por mineralización, no presentó variaciones con un valor de 0.758. Y, respecto a los parámetros microbiológicos las concentraciones fueron elevadas en coliformes fecales durante la temporada seca. Por tanto, la propuesta final recomienda la conservación y protección de este espacio, además de la validación de los índices de la calidad a nivel fisicoquímico y microbiológico del agua por ser de fácil y rápida interpretación sumado a una petición de un monitoreo periódico para evaluar los cambios.

En Colombia, el río de Bogotá está contaminado debido a la evacuación de aguas residuales domésticas e industriales. Díaz y Granada (2018) analizaron tanto las características fisicoquímicas como microbiológicas y demostraron que la concentración de cromo (Cr) excede los límites máximos permitidos, en especial por la presencia de empresas de curtiembre. Otro elemento destacable, es el descubrimiento de contaminación orgánica que genera un efecto negativo en la salud humana por enfermedades infecciosas y parasitarias, en especial, niños menores de 5 años. En los resultados, se obtiene el nivel de gravedad que se encuentra el agua, impidiendo utilizarlo para la ingesta humana y actividades económicas, respecto a los parámetros fisicoquímicos de la cuenca concluyen que las aguas no muestran una afectación por metales pesados producto de actividades mineras sino por curtiembres.

Además, es importante considerar dentro del análisis la entomofauna acuática tal como se realizó en el Río Sardinas (Ecuador) realizado por Machado et al. (2018) quienes determinaron el estado ecológico del agua utilizando macroinvertebrados como bioindicadores recolectados en época lluviosa y seca con la red Surber, red de colecta manual en cinco puntos de muestreo en función a la abundancia, riqueza y los índices Biological Monitoring Working Party [BMWP] y EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). Es preciso mencionar que los parámetros fisicoquímicos mediante un Análisis de Componentes Principales [PCA] consiguieron categorizar la cualidad del agua. En este procedimiento, se identificaron 30 familias clasificándose para la cuenca como calidad de agua ‘muy buena’ representando el 83.5% del total de puntos de muestra seguido de ‘aceptable’ (50%) y 16.7% ‘dudosa. En conclusión, los impactos sobre la calidad hídrica analizados son consecuencia del crecimiento demográfico, los cambios constantes de uso del suelo y las diversas actividades económicas; se debe a este motivo el origen el interés por el análisis de tipo biológico para plantear posteriores medidas de control, rehabilitación y posible recuperación.

Carreño-Mendoza et al. (2019) categorizan los estados de salud de los pobladores de la microcuenca del río Carrizal (Ecuador) a partir de recolectar muestras in situ para calcular el ICA del agua, ya que múltiples estudios han demostrado la utilidad de esta clasificación con diferentes criterios. En relación con el análisis en base a las categorías de las aguas de las localidades de Balsa en Medio y Julián fueron determinadas como “aguas poco contaminadas”; y Severino “aguas contaminadas”, de todos los parámetros analizados los que presentaron mayor impacto fueron el oxígeno disuelto,

temperatura y la presencia de coliformes fecales. Para evaluar el aspecto socioeconómico se hizo uso de encuestas y de la información de censos realizados por instituciones gubernamentales como el Instituto Nacional de Estadística, Registros en Infocentros y Centros de Salud donde se evidencia que el 28% de las familias consumen agua hervida y el 72% directamente de los ríos; y la consecuencia del último dato los centros de salud en el año 2016 incrementaron en pacientes con enfermedades como amebiana, shigelosis entre otro tipo de infecciones. En conclusión, se determinó que los principales problemas de contaminación provienen de vertimientos de aguas servidas a causa de la ausencia de algún tratamiento.

Por último, en la publicación de Nuñez y Fragoso (2020), evaluaron la calidad del agua de la cuenca media del Río Guatapurí (Colombia) mediante el BMWP para el análisis de macroinvertebrados, utilizado como bioindicador de la calidad del agua, determinando una clasificación como “aguas limpias” a diferencia del índice Average Score Per Taxon [ASPT] que los clasifica como aguas contaminadas. Los resultados indican que por algunos tramos de monitoreo presenta alta diversidad acuática de macroinvertebrados, mientras que en otros la alteración de abundancia acuática es menor debido a la presencia de la actividad turística. Y, como recomendaciones se plantea un sistema de monitoreo continuo en función de macroinvertebrados y como complemento un análisis físicoquímico para que se permita examinar la calidad del recurso hídrico.

2.2.2 Antecedentes de la Investigación a nivel Nacional.

El informe de la “Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del Río Mala” del Ministerio de Agricultura (2007) realiza un estudio hidrológico con la utilización de las herramientas informáticas de los Sistemas de Información Geográfica [SIG] donde se demuestra que su esorrentía es proveniente de aguas subterráneas (pozos y manantiales) y superficiales. Adicionalmente, describe las características físicas, geomorfológicas, además de evaluar, cuantificar y simular su funcionamiento para la demanda de agua. Los resultados establecieron los cultivos predominantes en porcentajes como manzana (33.2%), maíz amarillo (16.9%), vid (8.4%), camote (5.6%), plátano (5.0%), y otros de menor porcentaje. Con relación al balance hídrico se definió que entre los meses enero hasta abril es cubierto al 100% a diferencia de setiembre (38.3%) y diciembre (82.7%). Luego, se establece como

recomendación que, para la administración de la cuenca, en especial el riego de Mala y Omas se formalicen convenios Municipales para el control activo de los distritos de la parte alta y la construcción de obras como represas para la administración del agua de las lagunas Cochatupe 1, Suyoc y Huascacocha entre otras de menor envargadura.

La Red de Salud Chilca Mala en representación del Ministerio de Salud (2007), realizó lecturas de parámetros de campo y análisis microbiológico de 9 estaciones de monitorio para evaluación de riesgos ambientales en el curso de la cuenca del río Mala, clasificando a sus afluentes como “Aguas para riego de vegetales crudos y bebidas de animales” (clase III). Los resultados indicaron bajo riesgo de contaminación para la Demanda Bioquímica de Oxígeno [DBO], coliformes totales y termotolerantes, además de bajas concentraciones para los elementos químicos de Cu., Cd., Pb., Cr., y Zn., esta calificación se mostró en todas estaciones excepto la primera que no llegó a ser monitoreada. Las variaciones de no cumplimiento se dieron dentro de los meses de octubre, julio, mayo y marzo del año 2007 solo para la estación 12 (desembocadura al mar) para los parámetros de coliformes totales y termotolerantes, incluso en el mes de marzo se incluyó a la estación 8 (bajada monte Grande - Aymara) para coliformes termotolerantes.

Así mismo, la evaluación de calidad del río Tío Yacu (Perú) realizado por Chuquimbalqui (2018) cuyo objetivo se orientaba con fines de usos recreacionales y riego de cultivos. Los parámetros que fueron útiles para tal finalidad son pH, oxígeno disuelto, temperatura, fosfatos, turbidez, sólidos disueltos, DBO, nitratos, y coliformes fecales, los análisis de laboratorio indicaron que se cumple con los Estándares de Calidad Ambiental [ECA] obteniendo un índice de 82.69, declarándose apta para los fines establecidos por el investigador. La conservación del recurso hídrico se debe -en gran parte- a la autodepuración; es decir, a la descomposición acelerada de la materia orgánica a causa de la velocidad de sus aguas lo que ocasiona el incremento de oxígeno disuelto. Como recomendaciones se plantea ordenar los procesos de producción humana como actividades económicas, ya que el actual uso de suelo de la zona es con fines de recreación siendo posible una contaminación futura, además del buen manejo de la cobertura vegetal para evitar acelerar los procesos de erosión del suelo.

Por su parte, Gianoli (2018) comprueba la contaminación en la bahía de Sechura para lo cual se establecieron seis zonas con un total de 111 muestras y donde todos indicaron

ser “no aptos” según normativa peruana N° 004-2017-MINAM, las muestras fueron evaluadas a partir del análisis multiparámetro físicoquímico y bacteriológico haciendo uso del método de Número Más Probable [NMP] para las mediciones de coliformes fecales y totales. Los resultados indicaron mayor significancia por la presencia del 100% de coliformes totales y el 98.19% para los termotolerantes. El área con mayor carga bacteriana fue Puerto Rico dentro de los meses abril-noviembre en los años 2016 y 2017 y por el contrario Las Delicias, zona con menor carga ya que solo los meses de agosto y octubre 2016 sobrepasaron los límites. La investigación concluye con una posibilidad de que entre los principales factores contaminantes se encuentre las actividades humanas lo que viene incrementando las visitas médicas por parte de la población.

En la investigación de Espitia (2019), ubicada en Lurín, se realizó actividades de tipo agropecuaria, industrial, entre otros. Asimismo, se analizó la calidad del agua de los grifos domiciliarios mediante parámetros microbiológicos y físicoquímicos para ser comparados con los Límites Máximos Permisibles [LMP] que establece la Dirección General de Salud [DIGESA] y las normativas colombianas. En un proceso de consulta poblacional por medio del empleo de encuestas estructuradas respecto a los niveles de dureza y conductividad del agua los pobladores sostuvieron que puede ser causante de trastornos gastrointestinales, con exactitud 165 personas señalaron que su percepción sobre el líquido elemento vital es deficiente, ya que ellos hacen uso excesivo del cloro para inhibir el crecimiento de patógenos, pero se sabe que la frecuencia puede causar irritación en la piel, ojos, tracto digestivo, entre otros malestares. Por esto, la opinión de la población es relevante para el autor; puesto que el análisis estadístico definió la correlación entre la calidad del agua y el crecimiento demográfico de Lemna minor como positiva. La dureza y conductividad se encuentran dentro de los LMP peruano, pero sobrepasan en la normativa internacional colombiana, por tanto, es importante que el poblador solicite a DIGESA monitoreos periódicos, ya que es la única manera de contar con un sustento para conocer el estado de la calidad del agua y de esta manera encender las alarmas de salud.

Sobre el análisis del impacto de las aguas servidas en la cuenca del río Tarma, Salazar (2020) desarrolla el monitoreo de los parámetros físicoquímicos y biológicos en cuatro puntos a lo largo de la cuenca, los datos recolectados de campo fueron comparados en el software SPSS con el ECA de la categoría 3 donde se encontraron comportamientos

significativos en el periodo 2015 al 2109. En la cuenca alta y media los valores del parámetro Coliformes Fecales [CF] supera el ECA durante todos los años de monitoreo, así como la DBO y esto se debe a las distintas fuentes contaminantes como vertimientos domésticos, lavaderos informales de verduras, sistemas de riego, lavado de ropa, arrojo de residuos sólidos. El autor plantea como recomendaciones identificar las fuentes de contaminación, además de evidenciar la falta de fiscalización estatal y sanciones, ya que solo se contemplan 3 normativas para tales fines: Reglamento de la calidad del agua para el consumo poblacional, Valores Máximos Admisibles [VMA] y los ECA para agua.

Con las diferentes búsquedas de investigaciones tanto a nivel nacional e internacional nos permitió establecer la importancia de conocer sobre la calidad del agua, en cuencas, similares a nuestro objetivo de estudio, nos permitirá conocer que existe una tendencia académica de conservar al recurso hídrico, debido a su importancia para la sociedad.

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 *El agua.*

Elemento vital, es considerado una sustancia que puede encontrarse en estado líquido (siendo este su estado natural), gaseoso o sólido. La composición química es la siguientes: un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno (H_2O) (Valdivieso, s.f.).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2002) estima que existen 35 millones de km^2 de agua dulce, 2.5 % del total de agua del planeta, esta cantidad se debe gracias a la escorrentía superficial procedente de las lluvias. Además, se estima que de 119,000 km^3 de la precipitación anual solo 9,000 a 14,000 km^3 son utilizables por el hombre para generar producción económica, el resto se evapora o filtra abasteciendo acuíferos (FAO, 2002).

A lo largo del tiempo la humanidad utilizó el recurso hídrico para satisfacer sus necesidades (alimentación, agricultura, ganadería, etc.) a partir de los servicios que brinda el agua, por ello es considerado un elemento vital. En el caso peruano, existe la garantía jurídica para su distribución y uso adecuado, tal como versa la Constitución

Política del Perú (artículo 7) que es el Estado quien debe reconocer el derecho para el acceso y consumo humano del agua potable, de la misma manera que promueve el manejo sostenible del recurso, reconociéndose como un derecho esencial, además de un bien público y patrimonio de la Nación. (Ley N° 30588, 2017).

A través de la historia, se han construido diversos significados sobre este elemento (Amelia et al., 2018). Por ejemplo, los pueblos indígenas, se convierten en los principales proveedores de agua en el país, por estar asentados en territorios clave, con índices de captación de lluvia elevados; así mismo su cosmovisión, ayuda a fomentar una relación de respeto hacia los elementos brindados por la naturaleza (Aqualia, 2020).

De forma transversal, todas las instituciones, manifiestan que el uso del agua debe ser comprendido por su valor dentro de la sociedad como óptimo y justo, en términos económicos y ambientales, así como una administración estratégica por parte de la población.

2.3.2 La calidad del agua.

El consumo del agua en el hombre está asociada a la calidad de las fuentes hídricas; así como la intervención económica y tecnológica que realizan las Empresas Prestadoras de Servicio (EPS) de saneamiento para purificarla de la presencia de metales, garantizando el uso de sistemas sostenibles, siendo la vigilancia de su calidad una prioridad al interior de la agenda política (Villena, 2018).

La mala calidad del recurso hídrico está asociada a la contaminación de tipo natural. A partir del traslado de las partes altas a las bajas produce cambios en la composición química de los suelos; y antrópica, representado por el uso excesivo de los agroquímicos, minería informal, disposición final de lugares inadecuados para residuos sólidos y el vertimiento de las aguas no tratadas (Espinoza, 2017).

La Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH), a través de un diagnóstico sobre las fuentes de contaminación, muestra que el mayor vertimiento de aguas servidas se debe a la producción de las diferentes actividades que realiza el

poblador, y en menores porcentajes, pero significativos se relaciona con las actividades mineras (Espinoza, 2017).

En definitiva, la metodología más sencilla de evaluar la calidad del agua consiste en establecer índices y/o parámetros físicos, químicos y biológicos de acuerdo con cada situación, que a su vez están definidos por estándares.

Dentro de los parámetros físicos se realiza mediciones de sabor, olor, turbidez, temperatura, conductividad eléctrica, color y pH, así también, dentro de los parámetros biológicos, se identifican a los microorganismos que pueden transmitir enfermedades como el cólera, tifus, hepatitis y otros.

Para la evaluación del agua requiere una serie de técnicas y métodos que nos permitirá conocer su calidad, y de esta manera advertir su utilización directa por parte de los seres vivos o la intervención del mismo hombre para tratarla.

2.3.3 Cuenca hidrográfica.

Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2013) son espacios delimitados por una divisoria de aguas (parte montañosa más alta que colecta el agua de lluvia y sirve para delimitar la cuenca), como tránsito final del líquido vital que se almacena dentro de esta área desemboca en el mar, río, lago o en caso contrario se evapora.

Para Hernández (1987), las cuencas hidrográficas son una unidad territorial que constituye un sistema ambiental de característica dinámica que integra factores naturales, socioculturales y económicos, interrelacionados entre sí. El Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (2015) la define como un área que se demarca por la divisoria de aguas, dentro de la cual contienen un conjunto de sistemas naturales, sociales y económicos, que se encuentran en constante dinamismo e interrelación. Finalmente, según la FAO (2020); una cuenca presenta contenidos recursos naturales elementales como: agua, suelo, vegetación y fauna; que sirven para el crecimiento de las diferentes actividades humanas y que mantienen continua y particular interacción para su aprovechamiento y, por ende, el desarrollo productivo del hombre.

Recordemos que las cuencas tienen diferencias tanto en su constitución, como en su utilización, las cuales observaremos a continuación.

2.3.3.1 Tipos de cuencas.

De acuerdo con el sistema de drenaje existen cuatro tipos de cuencas hidrográficas, de las cuales el Perú presenta dos: 1. Exorreica, constituida por la Vertiente del Pacífico que cubre el 21.7% del territorio peruano, compuesto por 53 ríos; y la Vertiente del Atlántico que abarca el 74,5% de la extensión del país; y 2. Endorreica, constituida por la Vertiente de Lago Titicaca, conformada por doce ríos principales y es compartida por el Perú y Bolivia (PNUD, 2010).

Así mismo, también se pueden mencionar las de tipo arreicas, debido a que no logran el drenaje y se pierden por evaporación o infiltración, y las de tipo criptográficas, que sucede cuando las redes de drenaje corren como ríos subterráneos (World Vision, s.f.).

Independientemente de su forma, debemos establecer la funcionalidad de las cuencas en todo su entorno, de esta manera, conocer el porque es tan vital para las actividades realizadas por el hombre.

2.3.3.2 Funciones de la cuenca.

Es importante conocer que la función de la cuenca no es la misma a lo largo de toda su extensión, por ello se reconocen tres zonas: A. La zona más elevada de la cuenca, que se encuentra más cerca a la divisoria de aguas, se denomina zona de captación o parte alta, por elevación, la siguiente B. Zona es un área de transporte y erosión, por donde confluyen los escurrimientos y el río mantiene un curso definido, se denomina zona de almacenamiento o cuenca media; y por último C. La zona en la que se da de manera muy productiva la agricultura y el sitio donde el río desemboca, es denominada como zona de descarga o parte baja (SEMARNAT, 2013).

Por tanto, es una característica general, que la zona baja, sea la de mayor aprovechamiento por parte de las poblaciones, y por tanto de mayor interés para su monitoreo.

2.3.3.3 Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

Esta cuenca fluvial comprende grandes extensiones integradas por diferentes subsistemas, los cuales varían de acuerdo con el medio en el que se ubique la cuenca y a la intervención humana, pueden ser biológicos, físicos, económicos y sociales (World Vision, s.f.). Por tanto, para contribuir con el desarrollo y conservación de la cuenca, es necesario el manejo integral de la misma, el cual tiene por objetivo encontrar la solución de los diversos problemas interrelacionados (SEMARNAT, 2013).

Para el logro de un manejo integrado, también es necesario la participación conjunta de los diferentes actores y los recursos que se encuentran involucrados (World Vision, s.f.). La relación entre estos aspectos interviene en el planteamiento para mejorar la disponibilidad de alimentos y de esta manera lograr la erradicación el hambre; así mismo, brindar una mejor protección al ambiente y a los ecosistemas, por ello es necesario un enfoque tradicional de proyectos en los aspectos biofísicos, políticos y sociales de la cuenca (FAO, 2007). Además, es importante tomar en cuenta la conservación del suelo para establecer el manejo sostenible, ya que los suelos cumplen funciones importantes para el sostenimiento del ecosistema y el desarrollo de la vida humana, siendo la función más importante el soporte y suministro de nutrientes para las plantas, como filtro porque influye en la calidad del agua, y a su vez son hábitats para diferentes microorganismos y diferentes especies de fauna. Por ello, el enfoque de manejo de cuencas contribuye a la sustentabilidad de éstas y de manera integral tomando en cuenta componentes como el suelo, agua y vegetación, con el apoyo del ordenamiento de las actividades humanas, además de realizar prácticas de conservación y producción (SEMARNAT, 2013).

Por tanto, es necesario el manejo integral de las cuencas para su desarrollo sustentable y también para contribuir con la disminución del cambio climático. Asimismo, es importante promover la gestión integrada de las cuencas basado en la concertación de los principales agentes que realizan el uso y aprovechamiento de forma coordinada y controlada de este recurso, con la única finalidad de impulsar la asistencia social y económica, sin la necesidad de arriesgar la sostenibilidad de los ecosistemas.

La Red de Municipalidades Urbanas y Rurales del Perú (REMURPE, 2013) fundamenta tres principios para alcanzar la gestión integrada del manejo de cuencas hidrográficas: la equidad comprendiendo al agua como necesidad básica, la integridad ecológica, es decir la sostenibilidad de los recursos hídricos a partir de los puntos de captación y que los ecosistemas pueden auto depurar el impacto negativo natural; y finalmente la eficiencia, es decir, el recurso debe ser usado de forma apropiada, sin comprometer el derecho al agua.

Por consiguiente, la gestión para el manejo debe considerar que todas las acciones pueden ser aplicadas en favor al desarrollo, habilitación, rehabilitación, protección y recuperación. Asimismo, se debe tomar en cuenta los recursos y elementos que la conforman para la elaboración de las estrategias; pues a partir de la organización y la puesta en práctica de las buenas acciones que se desarrollan de acuerdo los fines específicos (FAO, 2007).

2.3.4 Marco legal.

2.3.4.1 Ley de recursos hídricos.

Según el artículo 12° de la Ley de recursos hídricos, el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es el órgano quien se encarga de realizar las coordinaciones para asegurar la gestión multisectorial e integral del agua, así como la práctica sostenible en términos de conservación y uso eficiente tomando en cuenta los estándares de calidad para que determinen su Estado.

En cuanto a la vigilancia y fiscalización del agua, según la R.J N°300-2011-ANA, artículo 76°, señala que la Autoridad Nacional en coordinación con el Consejo de Cuenca (cauces naturales o artificiales) se encargan de controlar, supervisar, fiscalizar el cumplimiento de los ECA del Agua, así como elaborar programas para su implementación. Asimismo, pone en práctica acciones de vigilancia y monitoreo, más aún en cuencas donde las actividades del hombre pueden alterar su calidad.

Finalmente, los procedimientos para otorgar los derechos de uso de este elemento fueron aprobado por R.J N°579-2010-ANA. En el artículo 53° se indica que la disponibilidad del agua debe ser adecuada en calidad, cantidad y disponibilidad para la actividad que se requiera. Por este motivo, la Autoridad Nacional del Agua autoriza

el tratamiento del cuerpo natural donde se disponga el vertimiento residual. Para ello, se debe contar con la aprobación técnica de las entidades de salud y ambientales sobre el cumplimiento de los ECA del Agua y LMP; y si en caso el vertimiento llegue a alterar la calidad del cuerpo receptor, la vida acuática será altamente amenazada con desaparecer, esto ha sido comprobado por diferentes estudios científicos, es entonces que la Autoridad Nacional del Agua [ANA] debe disponer de medidas que implique el uso de tecnologías o en todo caso suspender autorizaciones aprobadas, de la misma manera si en caso la afectación atente contra la salud de la población local, según artículo 79°.

2.3.4.2 Ley general de aguas N° 17752.

Las aguas son propiedad del Estado peruano, en el artículo 15 se estipula que nadie puede alterar el uso legítimo y si en caso se declara una emergencia a causa de contaminación se propondrán disposiciones para la protección y control. El título II señala la conservación y preservación de las aguas, ya que es fundamental para las poblaciones y sus necesidades primarias. En referencia a los usos de las aguas el artículo 27 expone las preferencias como el abastecimiento de la población, cría de animales, agricultura, uso industrial, energético, minero; y entre otros usos, así mismo, el artículo 28 expone la necesidad de permisos o licencias a nivel de la jurisdicción que otorga la Autoridad de Aguas siempre y cuando se destinen para estudios o ejecución de obras y otras labores especiales. Luego, los capítulos III hasta el V detallan los fines de uso, mientras que el título IV sugiere el uso del agua subterránea y donde la Autoridad de Aguas podrá distribuir su uso para las necesidades de familias rurales.

2.3.4.3 Ley general del ambiente N° 28611.

El derecho fundamental con el que debe gozar todo individuo y colectividad es de un ambiente limpio y justo para el aprovechamiento de los recursos, de manera que se permita el desarrollo de toda forma de vida (artículo 1). Por otro lado, en el artículo 6, la gestión ambiental contiene la prevención, monitoreo y control del deterioro del medio ambiente, y en casos extremos su recuperación parcial. Así mismo, para proteger de la calidad de las aguas a manos del Estado peruano se debe plantear la reutilización y una capacidad límite de carga para el vertimiento residual tanto

doméstico como de cualquier otra actividad humana de acuerdo con los ECA (artículo 120).

2.3.4.4 Ley general de salud N° 26842.

La ley indica dentro del artículo 18 que todo individuo se hace responsable por las malas prácticas de higiene sanitaria que puedan ocasionar la contaminación del ambiente, así como también inculcar el conocimiento y buenas costumbres sanitarias dentro de la comunidad (artículo 20). Por su parte, el artículo 104 hace énfasis que un individuo de constitución natural o jurídica no puede alterar y hasta dañar con las descargas de desechos por contaminantes en cuerpos de aire, agua o suelo sin tener en cuenta las buenas prácticas para la protección del ambiente.

2.3.4.5 Estándares Nacionales de calidad de ambiental para agua D.S N° 004-2017-MINAM.

Se establecen medidas, planes, estrategias de actuación para mejorar la calidad del agua alcanzando estándares primarios para determinar su estado dentro de un plazo determinado (Ver Anexo A).

2.3.4.6 Protocolo Nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales R.J N° 010-2016-ANA.

En esta guía se establecen los lineamientos básicos para el seguimiento y monitoreo de la calidad de las aguas marino-costeras y superficiales, a partir de una estandarización de criterios técnicos. El contenido se desglosa en planificación del monitoreo. Esto implica establecer red de puntos para el monitoreo, frecuencia, preparación de los materiales, parámetros recomendados para medición, reconocimiento del entorno, procedimiento para la toma de muestras, equipos tecnológicos e indumentaria de protección personal en campo, rotulado, llenado de la cadena de custodia y aseguramiento de la calidad de la actividad realizada.

Capítulo III : Metodología

Esta investigación es de diseño no experimental, pues el investigador no cuenta con el control de variables dependientes, sino es un agente observador en su ambiente natural para luego realizar la descripción y análisis (Kerlinger, 2002). Este estudio, según Sierra (1994), se trata de un diseño transeccional, ya que queda limitada a una sola observación de un solo grupo en un solo momento del tiempo. Es descriptivo porque describe a un grupo social y correlacional porque busca calcular el grado de asociación entre dos variables.

La investigación se desarrolló por el método deductivo – inductivo, también considerado como procedimientos inversos. La inducción surge del análisis de situaciones particulares a una construcción más amplia. Por el contrario, la deducción parte de generalidades a lo particular. Por tanto, estos métodos nos permitirán crear unidades dialécticas para un mejor tratamiento de nuestro análisis documental y estadístico.

En cuanto al proceso del trabajo de campo, se encuentra estructurado en tres etapas: 1. Gabinete inicial (fase de recolección y análisis de la información), 2. Trabajo de campo (Observación, determinación de la calidad de las aguas, entrevistas y encuestas) y 3. Gabinete final (procesamiento, interpretación de la información y redacción del informe final) como se presenta en la figura 3.

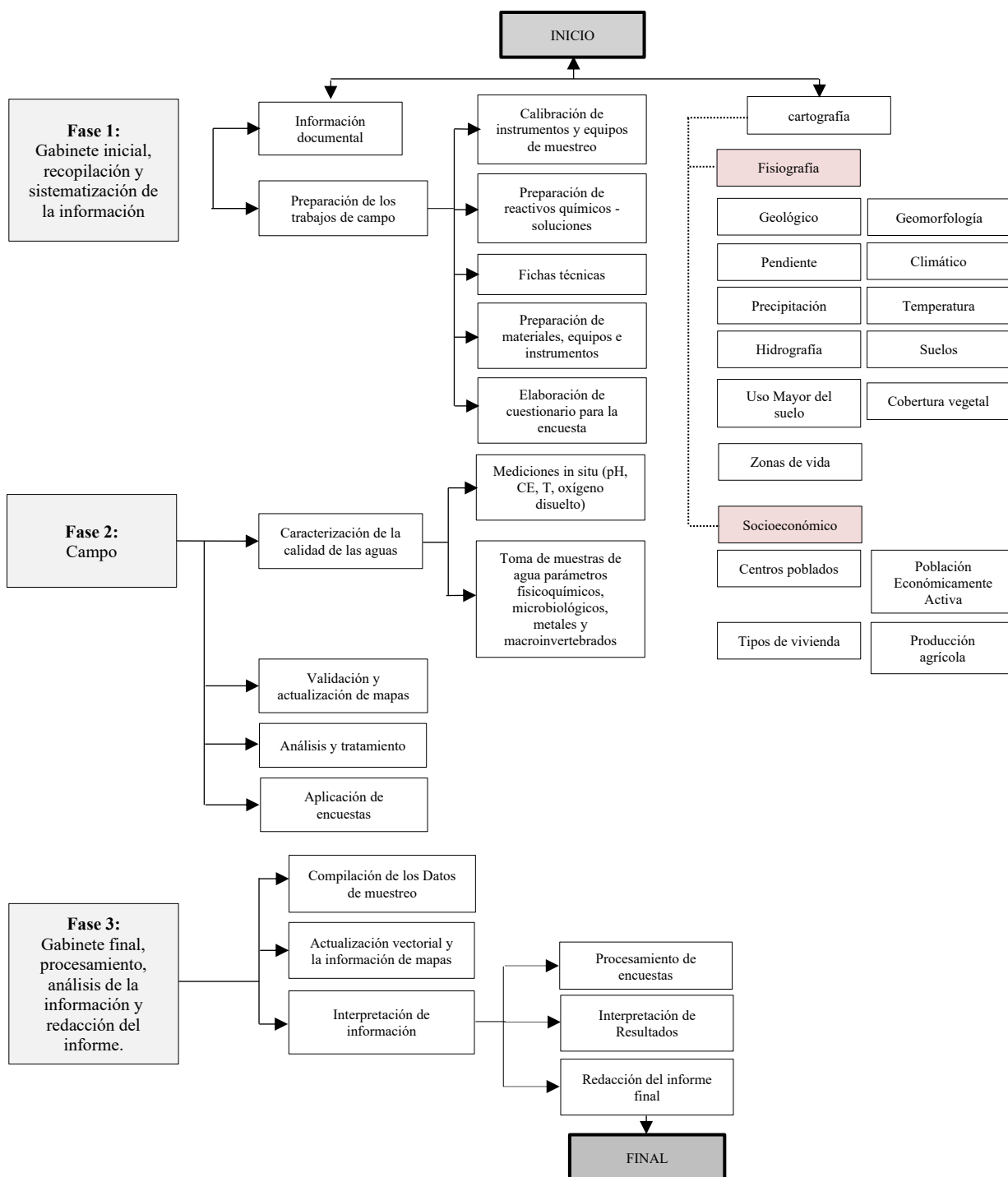


Figura 3. Flujograma del trabajo de investigación

(Adaptado de Chuquimbalqui, 2018 y Nuñez et al.,2020)

3.1 Fase 1: Gabinete inicial, recopilación y sistematización de la información

2.3.5 Información documental.

En la investigación se compilaron estudios, informes de tipo económico, ambiental, salud, demográfico sobre el área de estudio “Cuenca del Río Mala” a partir de instituciones como: Ministerio de Salud [MINSA], Ministerio del Ambiente [MINAM], Dirección General de Salud [DIGESA], Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], Ministerio de Agricultura [MINAGRI], Municipalidad distrital de Mala, Municipalidad Provincial de Cañete, entre otros. A partir de estas fuentes institucionales públicas se comenzó con la elaboración del diagnóstico plasmado en mapas temáticos, es decir, elaboración de información primaria a partir del procesamiento de imágenes de satélite (Landsat 8 y Sentinel 2B) en el software Envi 5.4 o información secundaria en ArcGIS 10.8 con ayuda de los procesos de georreferenciación, digitalización alfanumérica y tabular; y corrección topológica.

Se consideró necesario para la evaluación territorial un estudio de la situación actual del funcionamiento del territorio partiendo desde de un punto de vista geográfico, haciendo uso los principios: localización, distribución, asociación, interacción y evolución espacial en función de la producción de mapas. Es decir, mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica se obtuvieron resultados preliminares para al análisis territorial.

3.1.1.1 Fisiografía.

A. Geología

Según el estudio Hidrológico elaborado por el Ministerio de Agricultura en el año 2007, en la parte alta y media de la cuenca se caracterizan por presentar rocas volcánicas de tipo andesita y rocas intrusivas de tipo monzonitas. La parte baja es colindante con la cuenca media y se encuentra compuesto por rocas intrusivas de tipo tonalitas y granodioritas. Además, en esta zona, predomina las rocas intrusivas como diorita, grabrodiorita, monzonitas, tonalitas y granodioritas, con un mayor predominio

de rocas tonalitas, granodioritas y grabrodioritas. En la parte baja y media, encontramos depósitos aluviales y depósitos fluvioglaciares en la cuenca media y alta.

Según los rasgos estructurales de la cuenca se identifican de tipos de rocas según su formación como las metamórficas, sedimentarias e ígneas que se componen entre las edades del paleozoico y cuaternario reciente. Por otro lado, las rocas sedimentarias con mayor antigüedad se encuentran en la parte baja y los depósitos más recientes en la franja costanera representados por depósitos eólicos, aluviales y coluviales. Por su parte, la zona media presenta rocas ígneas intrusivas y extrusivas. (Figura 4 y Tabla 1)

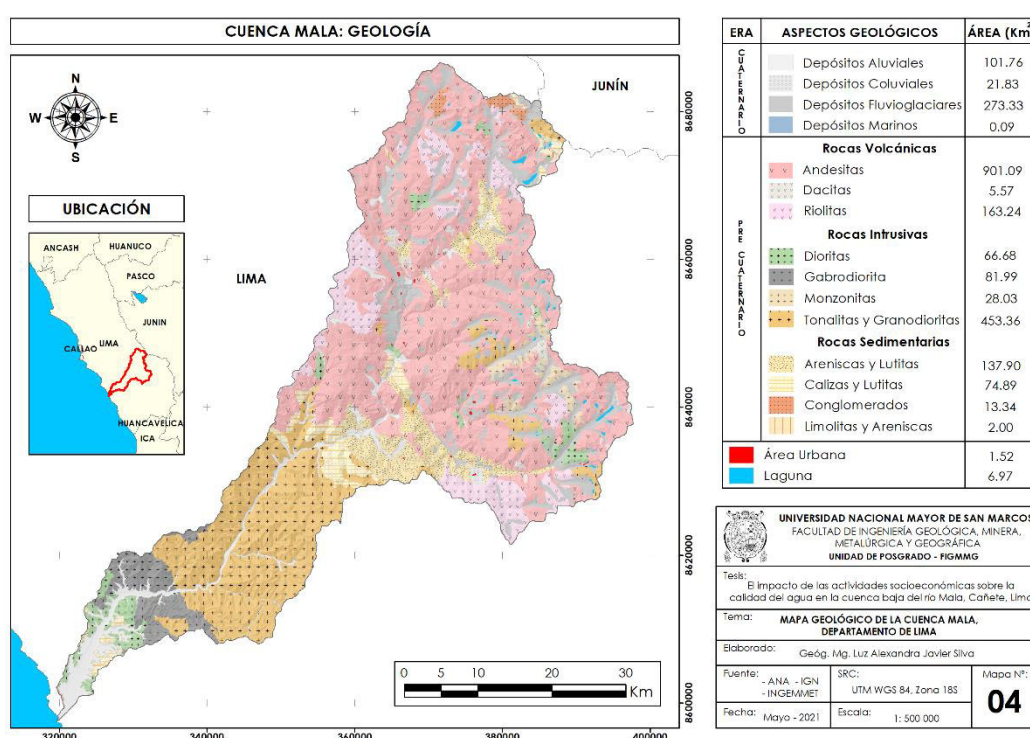


Figura 4. Mapa geológico

Tabla 1. Descripción de la geología

Tipo	Descripción
Depósitos aluviales	Material que se deposita en las depresiones continentales transportados por el agua de los ríos.
Depósitos coluviales	Material que se acumula en la pendiente de los cerros y es transportado por la gravedad.
Depósitos fluvioglaciares	Se presentan en forma de conos, presentes en las laderas de glaciares, rellenan valles glaciares y los riesgos que pueden ocasionar se debe a causa de la acción agua superficial e infiltrada como derrumbes, deslizamientos y flujo de detritos.

Tipo	Descripción
Depósitos marinos	Se ubica entre el continente y el dominio marino. Entre los agentes de formación tenemos las corrientes, oleaje y mareas.
Rocas volcánicas	Su formación se debe al enfriamiento del magma en la superficie terrestre como andesita, dacita y riolita.
andesitas	Rocas ígneas extrusivas de granos finos, de color gris.
Dacitas	De origen ígneo, sus características son de granos finos, color claro, textura porfírica, según su composición presentan más cuarzo y plagioclasa que andesita y riolita. Frecuentemente se encuentran en la corteza continental sobre zonas de subducción.
Riolita	En su composición prevalece la sílice, su estructura depende del tiempo para el enfriamiento, su color es entre gris a rojizo, de granos finos.
Rocas intrusivas	También son conocidas como plutónicas. El magma se enfría en el interior no logrando su salida a la superficie. En su estructura presentan cristales grandes tal es el caso de dioritas, gabrodiorita, monzonita, tonalitas y granodioritas
Diorita	Roca de origen plutónico formadas por enfriamiento lento del magma presenta diferentes tonalidades entre gris, blanca o negra, son mayormente usadas para elaborar joyas, utensilios, lápidas, entre otros.
Gabrodiorita	Es un tipo de roca ígnea que puede encontrarse a 5 km. de profundidad, se presentan de color gris y en ocasiones hasta rosado, es utilizado para la construcción de baldosas, relleno de carreteras y otros.
Monzonitas	Roca formada por el enfriamiento intrusivo del magma con cantidades pequeñas de cuarzo, los colores pueden ser entre marrón, púrpura y gris.
Tonalitas y granodioritas	Roca ígnea intrusiva de colores grisáceos con tonos negros y blancos, presentan mayores porcentajes de ortoclasa.
Rocas sedimentarias	Se forman por acumulación de material detrítico que se origina por las rocas preexistentes como areniscas y lutitas, calizas y lutitas, conglomerados, limolitas y areniscas.
Areniscas y lutitas	La arenisca se puede encontrar de color rojo, café, blanco, amarillo o gris por acumulación del óxido de hierro y es importante decir que son las rocas más abundantes, mientras que la lutita es una roca sedimentaria detrítica y son frecuentes observarlas en ambientes sedimentarios acuáticos (lodos), transportadas por el viento (loess).
Calizas y lutitas	La caliza es un mineral sedimentario compuesta esencialmente de carbonato de calcio y magnesio su formación puede darse in situ (autóctono) o por transporte (alóctono) en su uso es importante para el sector construcción.
Conglomerados	Roca sedimentaria detrítica producto de rocas preexistentes que pasaron por los procesos de erosión, transporte y finalmente pasaron por procesos de litificación al ser depositados en un mismo sitio.

Tipo	Descripción
Limolitas y areniscas	Roca de tipo sedimentaria formado por la oxidación de los minerales de la roca o por precipitación en algún cuerpo de agua, es frecuente diferenciarlos porque presentan colores pardo y amarillo y es utilizado con fines decorativos.

Fuente. Ministerio de Agricultura (2007)

B. Geomorfología

La cuenca presenta en total once unidades geomorfológicas como la unidad de montaña o colina de roca sedimentaria en la zona media y alta del río (1170 km²), ambas adicionalmente tienen escenarios de valles glaciares (192. 51 km²) mientras que, la cuenca baja casi en su totalidad se extiende la unidad de montaña o colina de roca intrusiva. Es el depósito aluvial que predomina en extensión en la cuenca baja a su vez colinda con la planicie aluvial y el valle fluvial hasta la desembocadura del río. (Figura 5 y Tabla 2)

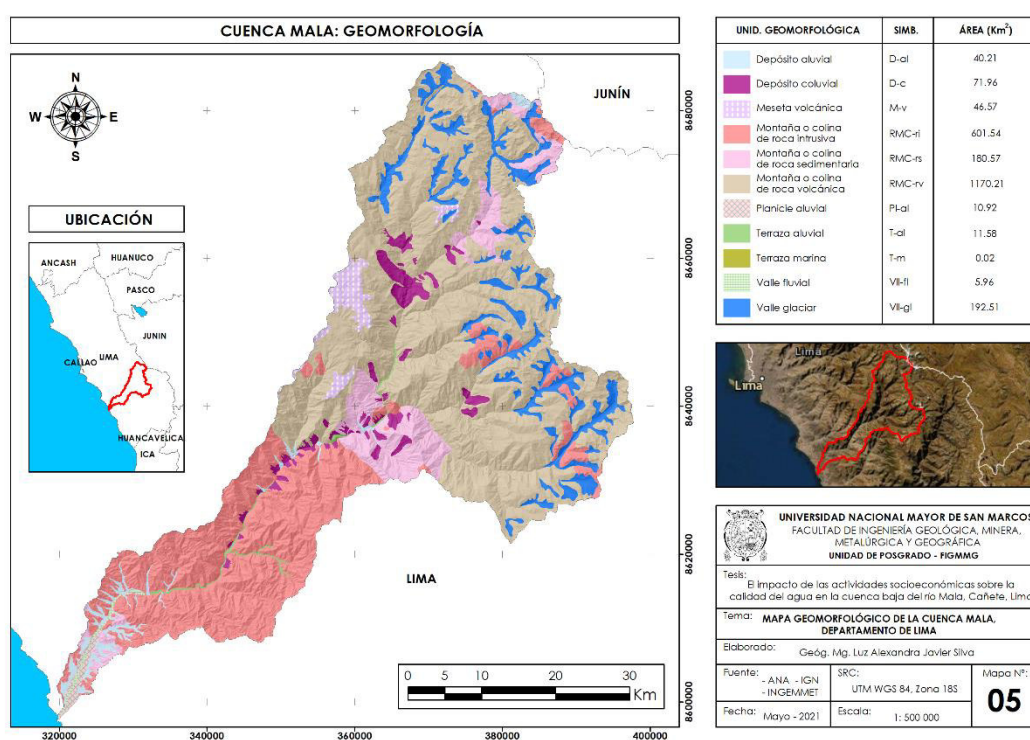


Figura 5. Mapa geomorfológico

Tabla 2. Descripción de la geomorfología

Tipo	Descripción
Depósito aluvial	Se originan por materiales transportados por un río por efectos de la erosión del suelo de las zonas de fuerte pendiente, luego se sedimenta en las zonas de baja pendiente.
Depósito coluvial	Son producto del desprendimiento de zonas que se encuentran en laderas, tiene baja resistencia y se encuentran presentes en zonas áridas y húmedas.
Meseta volcánica	Superficie plana o elevada, que se forman en el agua. Las mesetas que emergen del agua o también pueden ser antiguas mesetas originadas por fuerzas tectónicas o por erosión que fueron sumergidas.
Montaña o colina de roca intrusiva	Elevación de la superficie respecto con las zonas contiguas de origen intrusivo.
Montaña o colina de roca sedimentaria	Elevación de la superficie respecto con las zonas contiguas de origen sedimentarios.
Montaña o colina de roca volcánica	Elevación de la superficie respecto con las zonas contiguas producido por rocas volcánicas.
Planicie aluvial	Son zonas planas donde se acumulan sedimentos modelado por las fuertes precipitaciones que genera como consecuencia el desborde de los ríos periódicamente.
Terraza aluvial	Se forma a partir de la acumulación del depósito de los sedimentos, en las zonas laterales de los ríos, y a su vez se reduce su capacidad para el arrastre de sedimentos.
Terraza marina	Es un accidente geográfico natural generado por degradación marina, además de las variaciones del nivel del mar.
Valle fluvial	El río es su principal modelador, ya que en su curso erosiona sus márgenes para la formación de valles angostos o amplios.
Valle glaciar	Lugar donde en alguna oportunidad existieron glaciares y el hielo se movió hacia el fondo del valle, una de las formas de diferenciarlos es por el desgaste generado durante el roce del hielo con la superficie.

Fuente. Ministerio de Agricultura (2007)

C. Pendientes

En la cuenca existe un total de doce centros poblados: San Antonio, Santa Cruz de Flores, San José del Monte, San Juan de Correviento y Calango (cuenca baja), Ayavirí, Quinche, Huañec, San Lorenzo de Quinti, Huarochirí (cuenca media), Santiago de Anchucaya (cuenca alta), de los cuales el 50% se reúne en la parte baja.

En general, la cuenca Mala tiene una pendiente suave, moderada en su mayor extensión, inclinada y escarpada; y la pendiente escarpada en la cuenca baja y media.

Los centros poblados de San Antonio, Santa Cruz de Flores, San José del Monte, San Juan de Correviento y Calango se asientan en una pendiente suave, respecto a la parte media y alta la pendiente es suave y moderada ubicándose los centros poblados de Ayavirí, Quinches y Huañec. El centro poblado de Huarochirí se encuentra en una pendiente moderada y el centro poblado de San Lorenzo de Quinti en un escarpe. (Figura 6)

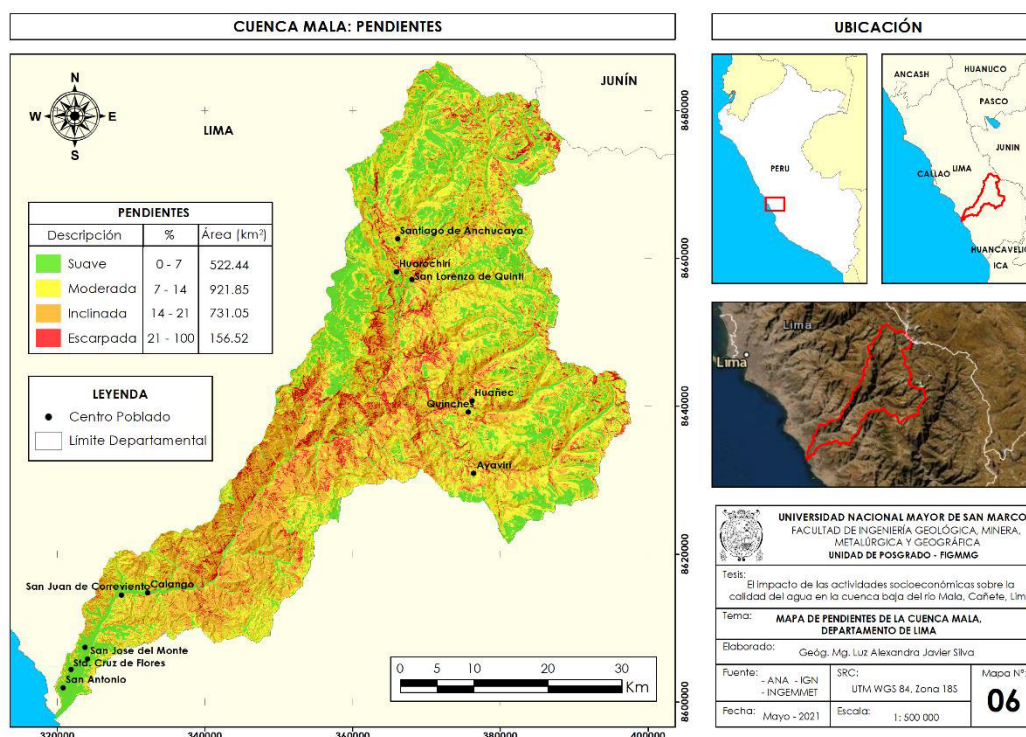


Figura 6. Mapa de pendientes

D. Climatología

De acuerdo con la clasificación Climática del Perú, la cuenca del río Mala presenta ocho tipos de clima (Figura 7): la cuenca baja presenta una deficiencia de humedad durante todo el año y templado. Entre los meses de mayo hasta agosto presenta un invierno seco templado que se extiende hasta la cuenca media a diferencia del invierno seco frío que tiene un menor predominio en la cuenca baja y media. Asimismo, la cuenca media contiene un mayor predominio del invierno seco frío y entre la cuenca media y alta invierno seco y frío que a su vez presentan, en menor medida, humedad todo el año. En síntesis, a nivel general la cuenca del río Mala presenta tipos de climas caracterizados por un invierno seco con abundante humedad durante todo el año.

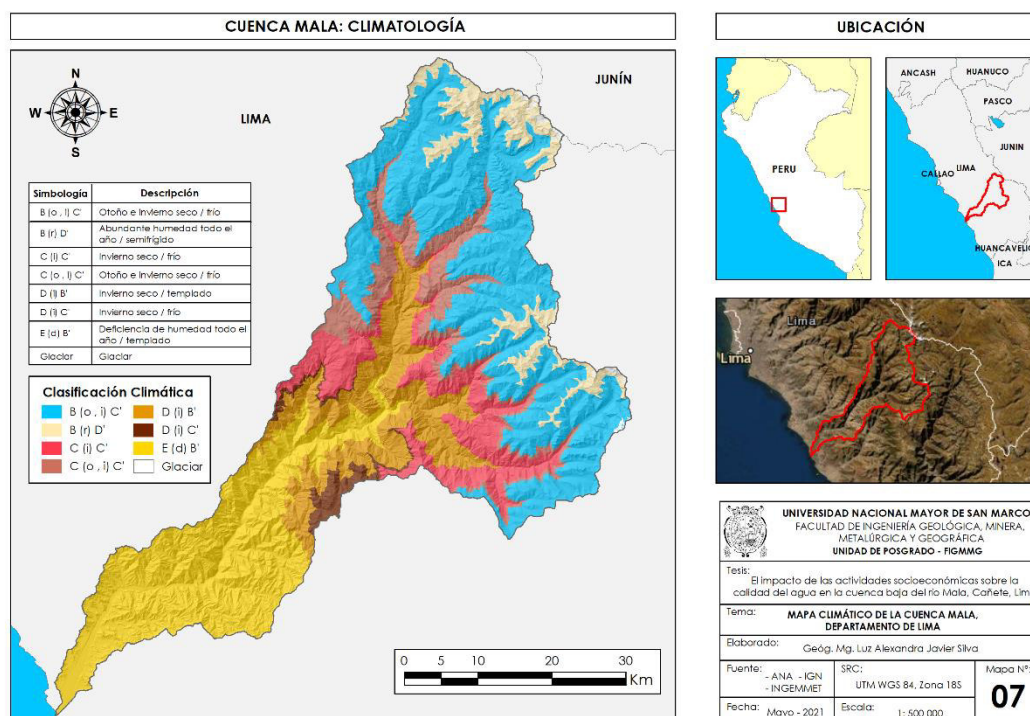


Figura 7. Mapa climático

E. Precipitación

La cuenca baja está comprendida entre menos de 100 hasta 200 mm., la parte media entre 100 - 200 mm. y la zona de cuenca alta precipitaciones mayores de 300 mm., según los promedios de la sumatoria anual calculado dentro de los periodos 1980-2019. Para obtener la información se realizó a partir de los datos de WorldClim por cada mes del año con una resolución espacial es de 2,5 minutos (21 km²). Las variaciones estacionales son: verano (diciembre-febrero) la máxima registrada es de 341.8 mm, otoño (marzo-mayo) 291.2 mm, invierno (junio-agosto) 244.3 mm y primavera (setiembre-noviembre) 93.4 mm, esto indica que la estación de verano recibe las mayores precipitaciones seguido de otoño. (Figura 8)

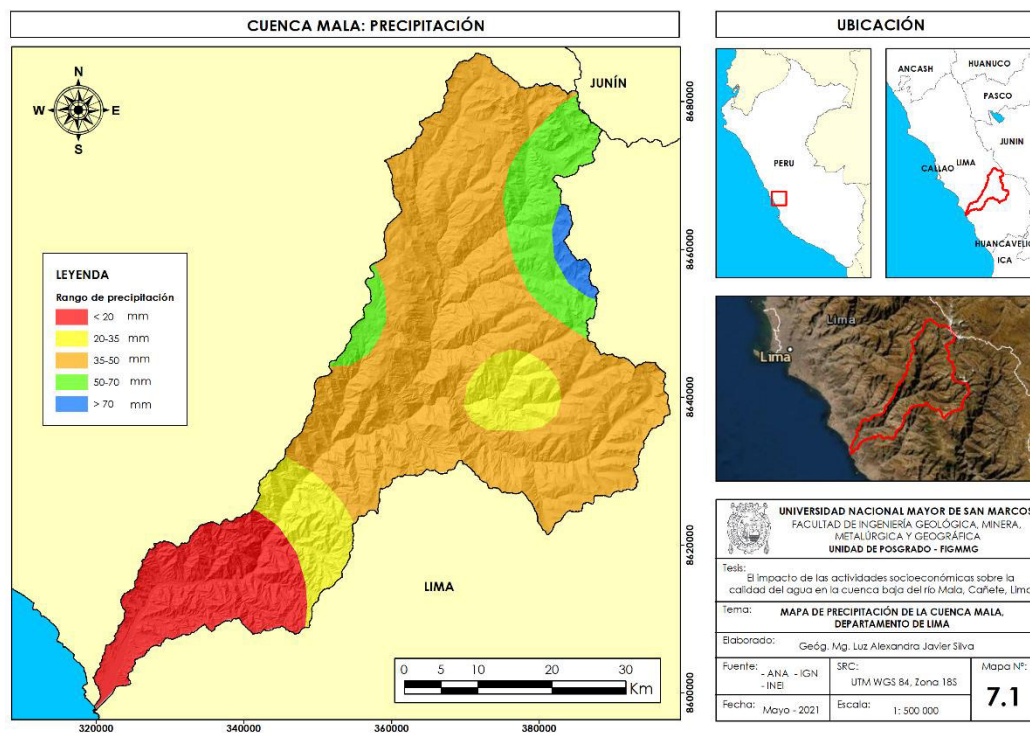


Figura 8. Mapa de precipitación

F. Temperatura

Según el análisis realizado con los promedios de los datos de WorldClim (1980-2019), la cuenca alta tiene temperaturas comprendidas entre menos a los 10°C hasta 12°C, la parte media 12°C – 14°C y la zona baja entre los 14°C y mayor a los 16°C. Las variaciones estacionales para la temperatura no son abruptas con promedios en verano (diciembre-febrero) de 19°C, otoño (marzo-mayo) de 18°C, invierno (junio-agosto) de 15°C y primavera (setiembre-noviembre) de 16°C. (Figura 9)

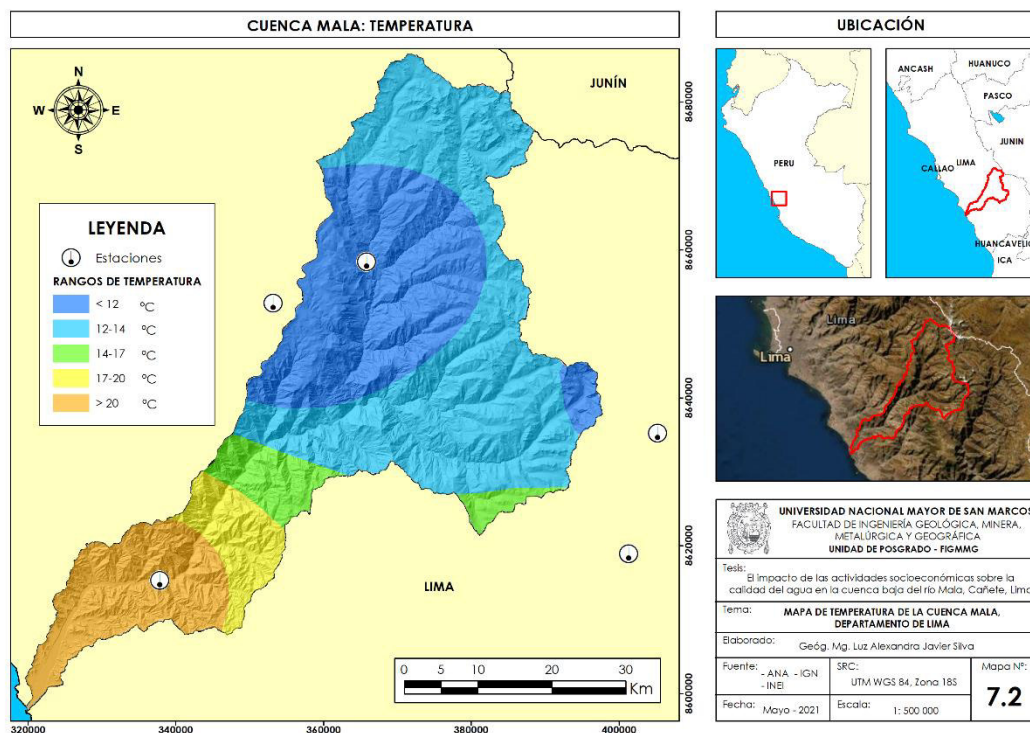


Figura 9. Mapa de temperatura

G. Hidrografía

El río principal, se denomina Mala, por tanto, la cuenca recibe el mismo nombre, tiene 3 afluentes: los ríos Acacache, Tantará, Quinches. El objeto de estudio se encuentra compuesto por el Alto, Medio y Bajo Mala, brindando énfasis en este último, debido a que consolida la mayor parte de las actividades humanas económicas, así como el número mayoritario de habitantes. En relación con las lagunas se concentran en las cuencas Quinches, Tantará, Acacache y Alto Mala que conforman una parte del medio y alto Mala. (Figura 10)

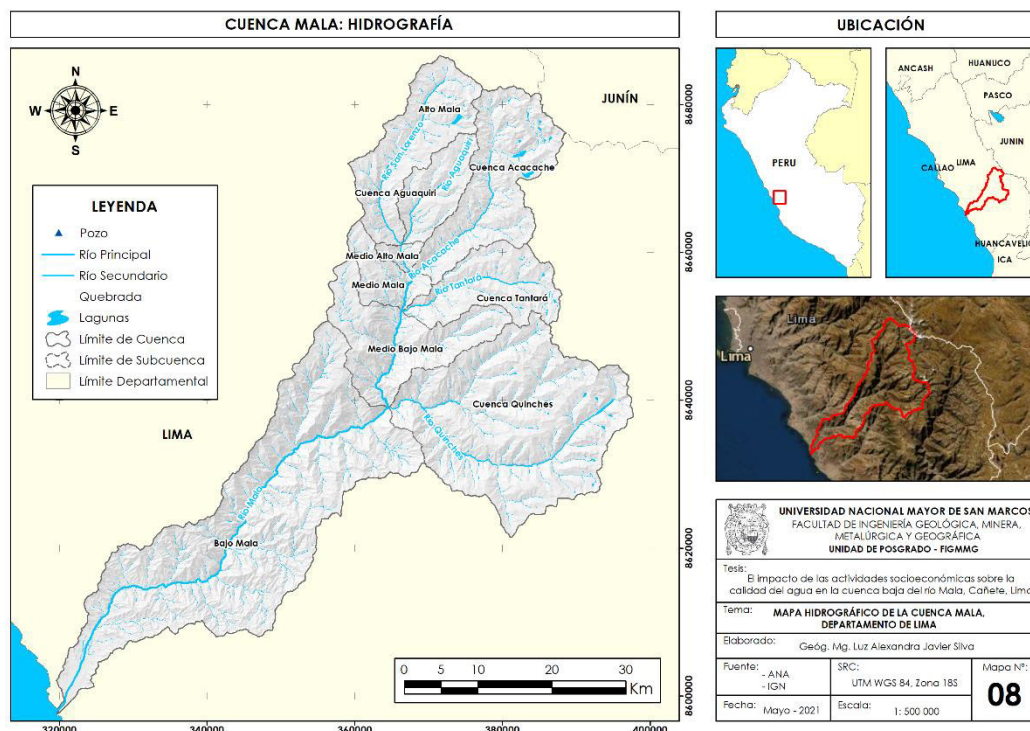


Figura 10. Mapa hidrográfico

H. Suelos

La cuenca está compuesta por siete tipos de suelos, predominando el de forma lítica, el cual se extiende a lo largo de toda la cuenca; por su parte el tipo de suelo litosol andino eútrico (25%), paramosol distríco (31%) caracterizan la cuenca media y alta. Por otra parte, con menor extensión en la cuenca zona alta se encuentra el tipo de suelo paramosol eútrico - litosol andino eútrico (9%). Por último, el suelo fluvisol eútrico (1%) y Lítico naval (2%) se presenta en menor extensión en la cuenca baja y alta. (Figura 11)

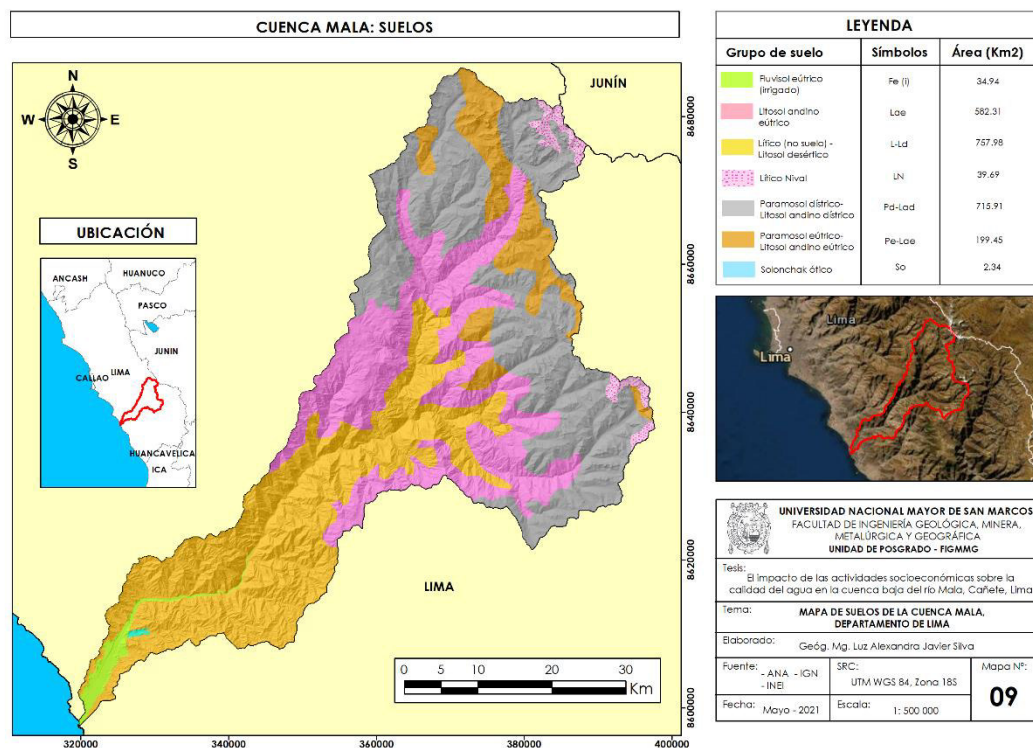


Figura 11. Mapa de suelos

Tabla 3. Descripción del suelo

Tipo	Descripción
Fluvisol eútrico (irrigado)	Tienen capas superficiales orgánicas y a su vez contacto con el agua subsuperficial, su nivel de fertilidad depende del material depositado. Permite el crecimiento de bosques.
Litosol andino eútrico	Limitada potencialidad para prácticas económicas, sin embargo, se desarrolla la ganadería.
Lítico (no suelo) - Litosol desértico	No cuentan con potencial agrícola en pendientes empinadas impidiendo el riego, presentes en zonas áridas.
Lítico nival	Suelo con cobertura nival la temperatura del suelo varía en relación con el espesor y duración de la nieve.
Paramosol dístico - Litosol andino dístico	No presenta potencial para la agricultura por su topografía, zona rocosa, y clima. Se puede realizar actividades pecuarias.
Paramosol eútrico - Litosol andino eútrico	No apto para actividades agrícolas, ya que se encuentra a alturas superiores a los 4,000 m.s.n.m., limitado por el frío
Solonchak ortico	Se puede desarrollar la agricultura siempre que se elimine el exceso de sales y por medio de un riego adecuado.

Fuente. Ministerio de Agricultura (2007)

I. Capacidad de Uso Mayor de la Tierra

El área se caracteriza por estar compuesta mayoritariamente por tierras de protección. En las partes media y alta se tiene mayor predominio de tierras aptas para la protección relacionadas con la aptitud forestal, pastos y cultivos en limpio; con calidad agrológica media, la cual se encuentra restringida por la estructura del suelo, la erosión y clima. Adicional a ello, debemos señalar que en la cuenca alta existe un menor predominio de tierras de producción vinculadas con las tierras óptimas para la producción de bosques, pero con baja calidad agrícola por estar condicionado por el factor clima. (Figura 12 y Tabla 4).

En tanto, en la cuenca baja presenta las siguientes características:

-Menor extensión en tierras óptimas para la siembra de cultivos permanentes, es decir, el suelo es adecuado para esta actividad, pero limitado por la necesidad de riego.

-La zona baja presenta tierras adecuadas para cultivos diversificados y bajo un manejo intensivo, pero es limitado ya que requiere de un sistema riego.

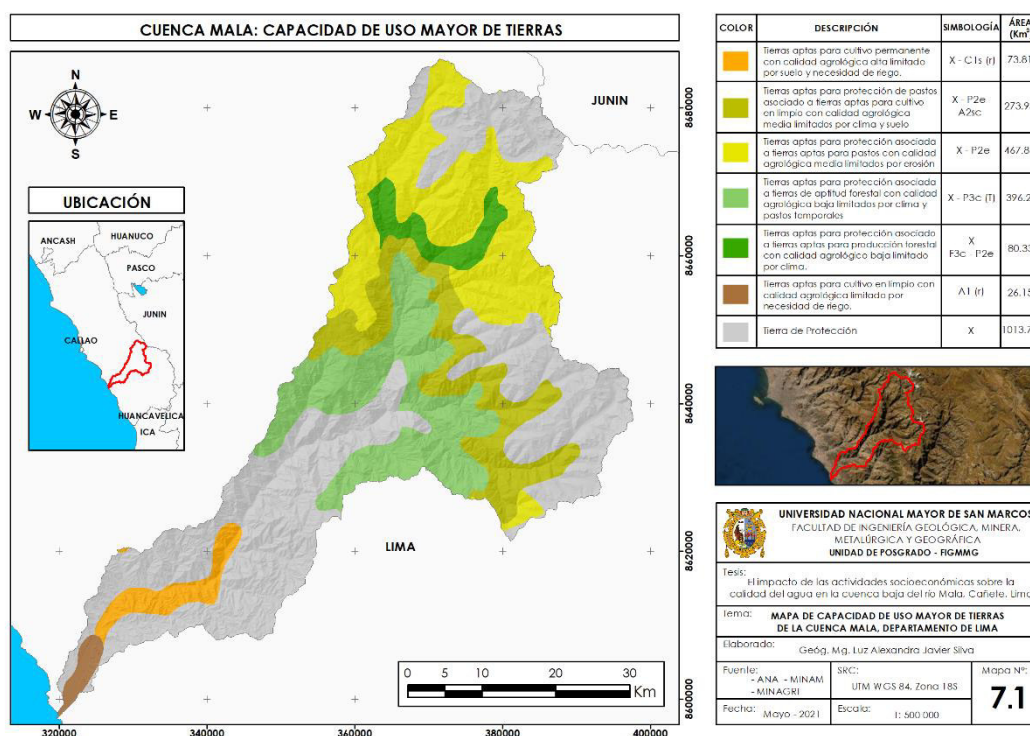


Figura 12. Capacidad de uso mayor del suelo

Tabla 4. Descripción del uso mayor de la tierra

Tipo	Descripción
Tierras aptas para cultivo permanente con calidad agrológica alta limitada por suelo y necesidad de riego	La calidad del suelo es alta, con limitaciones, por su perfil edáfico y drenaje, para frutales y cultivos permanentes, por tanto, se requiere de técnicas de manejo para evitar el deterioro.
Tierras aptas para protección de pastos asociado a tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica media limitados por clima y suelo	Se agrupan tierras de calidad moderada, se observa crecimiento del pasto.
Tierras aptas para protección asociada a tierras aptas para pastos con calidad agrológica media limitados por erosión	Las condiciones climáticas no son las ideales para la agricultura diversificada, además de las características edáficas y relieve. Presentan limitaciones por la erosión del suelo.
Tierras aptas para protección asociada a tierras de aptitud forestal con calidad agrológica baja limitados por clima y pastos temporales	No son favorables para la agricultura, pero sí el crecimiento de especies forestales para el aprovechamiento de la madera.
Tierras aptas para protección asociado a tierras aptas para producción forestal con calidad agrológica baja limitada por clima	De aprovechamiento para la producción forestal.
Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrológica limitada por necesidad de riego	Si se establece la actividad agrícola se requiere del arado de forma periódica del suelo, pero los cultivos son de baja calidad. Por tanto, se requiere de un manejo adecuado para controlar su deterioro.
Tierra de Protección	No son adecuadas para el desarrollo de la actividad agrícola, ni pastos o uso forestal. Por tanto, son declaradas de protección.

Elaboración propia.

J. Cobertura vegetal

En lo referente a cobertura vegetal, manifestamos que se presenta mayor extensión de cobertura de vegetación xerófita y vegetación arbustiva tanto en las zonas baja y media, mientras que en la cuenca alta el pastizal.

En la zona de investigación, parte baja del río Mala se presenta cinco tipos de cobertura vegetal, xerófita (345 km²), desierto costero (247 km²), y el área agrícola (ubicado en la parte baja-138 km²). Por su parte, la cuenca media presenta un mayor predominio del pastizal y la vegetación arbustiva, y en menor representatividad a la vegetación

escasa, esta última también es ubicada en el sector alto representando solo 190 km² de extensión.

La mayor superficie agrícola se presenta en los distritos de Quinchis (18%), provincia de Yauyos seguido de San Lorenzo de Quinti (20%), Huarochiri y los demás distritos con porcentaje menor al 10%. (Figura 13 y Tabla 5).

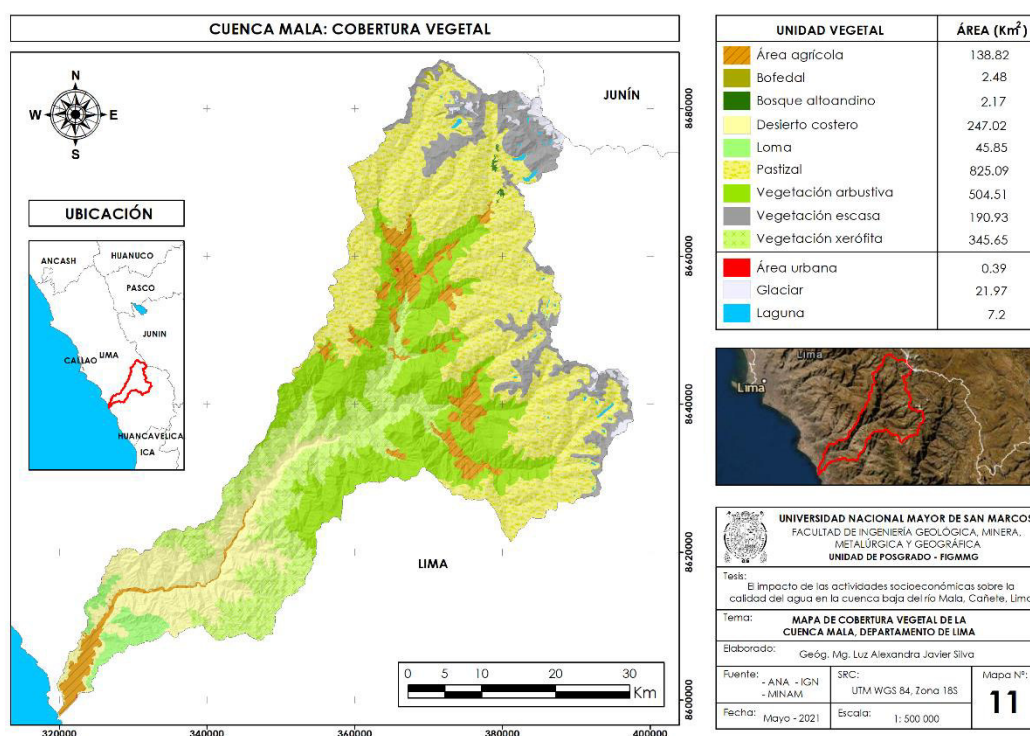


Figura 13. Mapa de cobertura vegetal

Tabla 5. Descripción de la cobertura vegetal

Tipo	Descripción
Área agrícola	Tierras adecuadas para la práctica de cultivos estacionales o en el mejor de los casos permanentes, además de pastos para la actividad pecuaria.
Bofedal	Ecosistema saturado de agua que, de forma permanente o temporal generalmente presente en la región altoandina a partir de los 3,800 m.s.n.m., conocido como pradera nativa.
Bosque altoandino	Se encuentra comprendido entre los 2900 y 3800 m.s.n.m., se caracteriza por presentar árboles y arbustos.
Desierto costero	Ecosistema que presenta clima subtropical muy árido y de alta humedad con muy poca o escasa vegetación.
Loma	Son ecosistemas formados en las estribaciones andinas, vertiente occidental, cercanas al mar.

Tipo	Descripción
Pastizal	Ecosistema con predominio de vegetación herbácea de origen natural constituyen extensos biomas.
Vegetación arbustiva	Se localiza en superficie plana ondulada y de piedemonte, es asociado a pastos mejorados en superficie de menor altura.
Vegetación xerófito	Ecosistema que soporta grandes temporadas de sequías, se han adaptado a escasez de agua.

Elaboración propia.

K. Zonas de vida

La cuenca baja se caracteriza por los desiertos perárido montano, seguido del matorral desértico montano y premontano tropical y matorral desértico montano bajo tropical. Mientras que la cuenca media y alta presenta zonas de vida de matorral desértico montano y premontano tropical, y bosque húmedo montano.

La cuenca alta del río Mala presenta tres tipos de zonas tropicales como bosque húmedo montano, páramo muy húmedo alpino tropical, matorral desértico montano y tundra muy húmeda.

En general, la cuenca Mala presenta un mayor predominio de la zona de vida de tundra pluvial alpino tropical representando aproximadamente el 19% de la extensión, seguido por el páramo muy húmedo alpino tropical que abarca el 15% de la extensión y de estepa espinosa montano bajo tropical representando el 10% de la extensión de la cuenca Mala. (Figura 14 y Tabla 6)

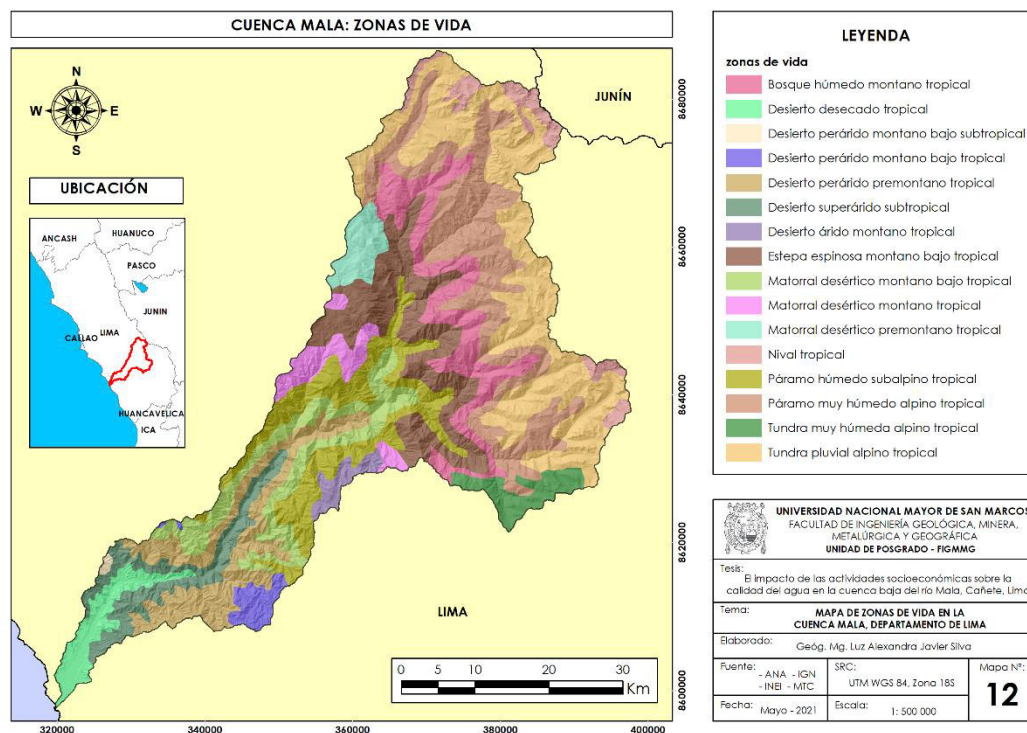


Figura 14. Mapas de zonas de vida

Tabla 6. Descripción de las zonas de vida

Tipo	Descripción
Bosque húmedo montano tropical	Se encuentra hasta altitudes de 4,000 m., la temperatura anual oscila entre 13.1°C-7.2°C. La vegetación natural se presenta como relictos o bosques residuales.
Desierto desecado tropical	La temperatura calculada como promedio oscila entre 22.2°C-17.9°C. No existe vegetación o es escasa (en forma de manchas verdes).
Desierto perárido montano bajo subtropical	La vegetación es escasa como las gramíneas, arbustos y cactáceas. La temperatura anual oscila entre 16.4° C-10.6°.
Desierto perárido montano bajo tropical	La temperatura promedio es de 16.8° C y la precipitación calculada de 110 mm. Presencia de vegetación casi nula.
Desierto perárido premontano tropical	La temperatura media oscila entre 23,4° C-20,8° C. La precipitación máxima calculada es de 104.2 mm. Sin embargo, la presencia de vegetación casi nula.
Desierto superárido subtropical	La vegetación se manifiesta en forma de arbustos xerófilos (gramíneas). La temperatura media oscila entre 20.2° C-19.8°C. El promedio máximo de precipitación medida se encuentra entre los valores 49.0 mm.-18.0 mm.

Tipo	Descripción
Desierto árido montano tropical	La vegetación predominante son las gramíneas y cactáceas. La precipitación es escasa y el relieve accidentado siendo limitante para la agricultura, ganadería y uso forestal.
Estepa espinosa montano bajo tropical	Presentan poca precipitación limitando a la agricultura por la técnica de secano, entre los cultivos destaca la papa, maíz, haba, hortalizas y algunos frutales.
Matorral desértico montano bajo tropical (md - MBT)	Se encuentra a altitudes de 2,500 m.-3,000 m. La temperatura media se encuentra entre 17°C-12°C; y precipitación entre 125 mm.-250 mm. La cobertura vegetal se encuentra compuesta de hierbas temporales que surgen con las lluvias de verano.
Matorral desértico premontano tropical (md-PT)	Se encuentra cercano a las estribaciones de la vertiente occidental. En la caracterización vegetal predomina el sapote, algarrobo y arbustos, así como pastos de crecimiento estacional útil para el pastoreo.
Páramo muy húmedo alpino tropical (pmh-SaT)	Se encuentra a altitudes desde 3,900 m. hasta 4,300 m., de clima frío. La vegetación es de pradera altoandina como gramíneas, siendo común la práctica del pastoreo extensivo.
Páramo húmedo subalpino tropical	La temperatura media oscila entre 3°C-6°C, con precipitación anual entre 250 mm.-500 mm., es una zona húmeda (ETP entre 0.5 y 1 el valor de precipitación).
Tundra pluvial alpino tropical (tp-AT)	Se encuentra a una altitud de 4,300 m.-4,500 m., el cual se considera de un clima categorizado como muy frío. La cobertura vegetal es de tundras húmeda y muy húmeda.
Tundra muy húmeda alpino tropical	La temperatura media anual oscila entre 1.5°C-3°C, la precipitación anual entre 250mm.-500mm. Es una zona perhúmeda (ETP entre 0.25 y 0.5 por el valor de la precipitación).
Nival tropical	El valor de la temperatura promedio mínima es de 1.5°C, la precipitación anual oscila entre 600 mm.-800mm.

Elaboración propia.

3.1.1.2 Socioeconómico.

A. Centros poblados.

Por sectores en la zona baja se identifica dos centros poblados de 1,001 a 4,000 habitantes, asimismo cuatro centros poblados de 201 a 1,000 habitantes, además de otros centros poblados inferiores a 200 habitantes. Los centros poblados con mayor población se encuentran en la cuenca baja como San Antonio, Santa Cruz de Flores, San José del Monte, San Vicente de Aspitia, San Juan de Correviento y Calango.

En la parte media se aprecia cinco centros poblados con población de 201 a 1,000 habitantes, además de otros centros poblados inferiores a 200 habitantes por cada una de ellas. Los centros poblados con mayor población se encuentran en la cuenca media y son Huañec, Ayaviri, entre otros.

En la cuenca alta se reconoce a la provincia de Huarochirí como el único centro poblado que consta de los 1,001 a 4,000 habitantes, además de otros centros poblados inferiores a los 1000 habitantes. (INEI, 2017) (Figura 15)

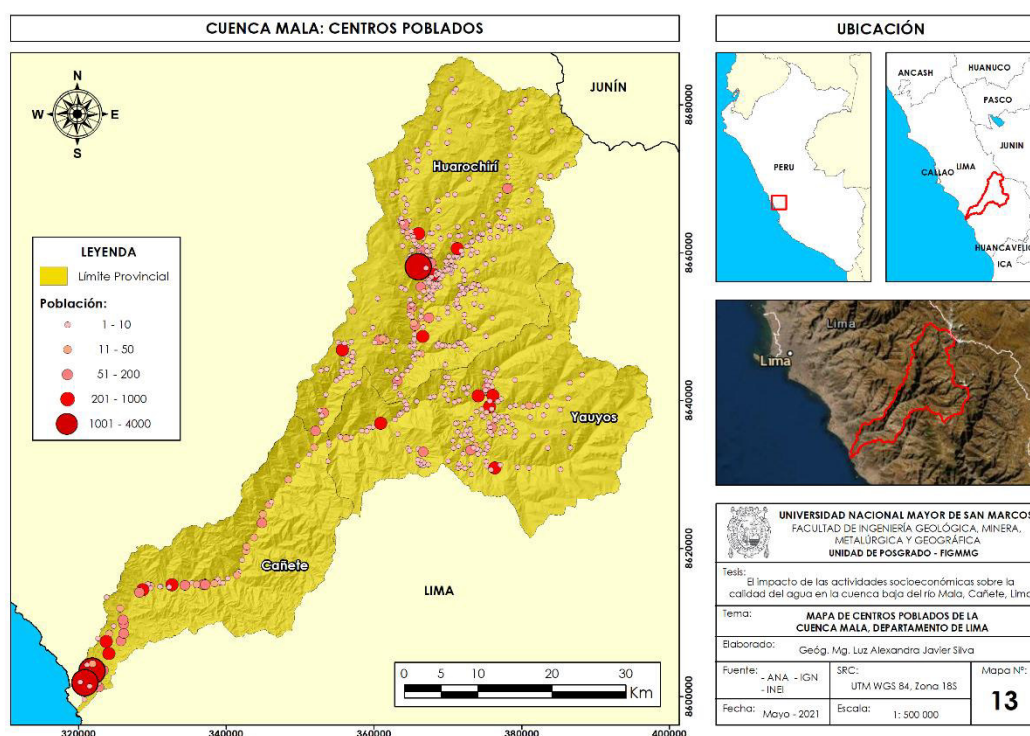


Figura 15. Mapa de Centros Poblados

En un análisis distrital, Mala presenta mayor población de toda la cuenca seguido por los distritos de San Antonio, Santa Cruz de Flores, Calango, Mariatana, San Lorenzo de Quinti y la provincia de Huarochirí, en contraste a los distritos que presentan la menor concentración poblacional que se encuentran en los sectores medio y alto como Quinocay, Huampara, Cochabamba, Huañec, San Joaquín, San Pedro de Huacayre, Santiago de Anchucaya y San Juan de Tantarache (Figura 16). Y la mayor cantidad de la población a nivel provincial lo presenta Cañete, cuenca baja, con una proporción > 40,000 habitantes. (Figura 17)

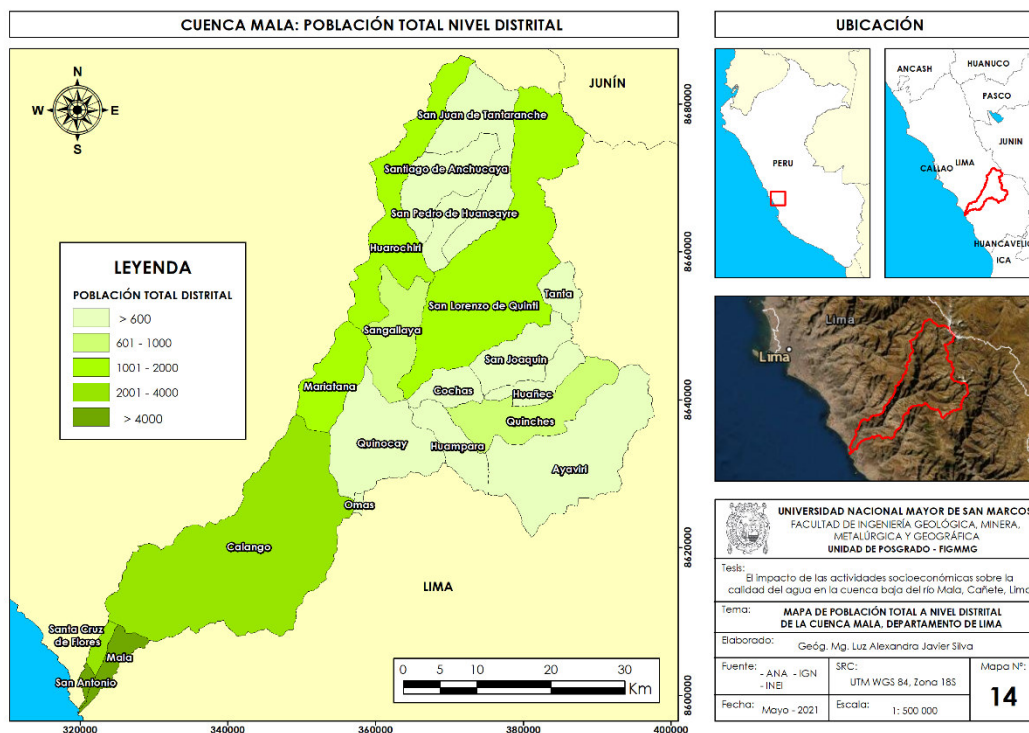


Figura 16. Mapa de población distrital de la cuenca Mala

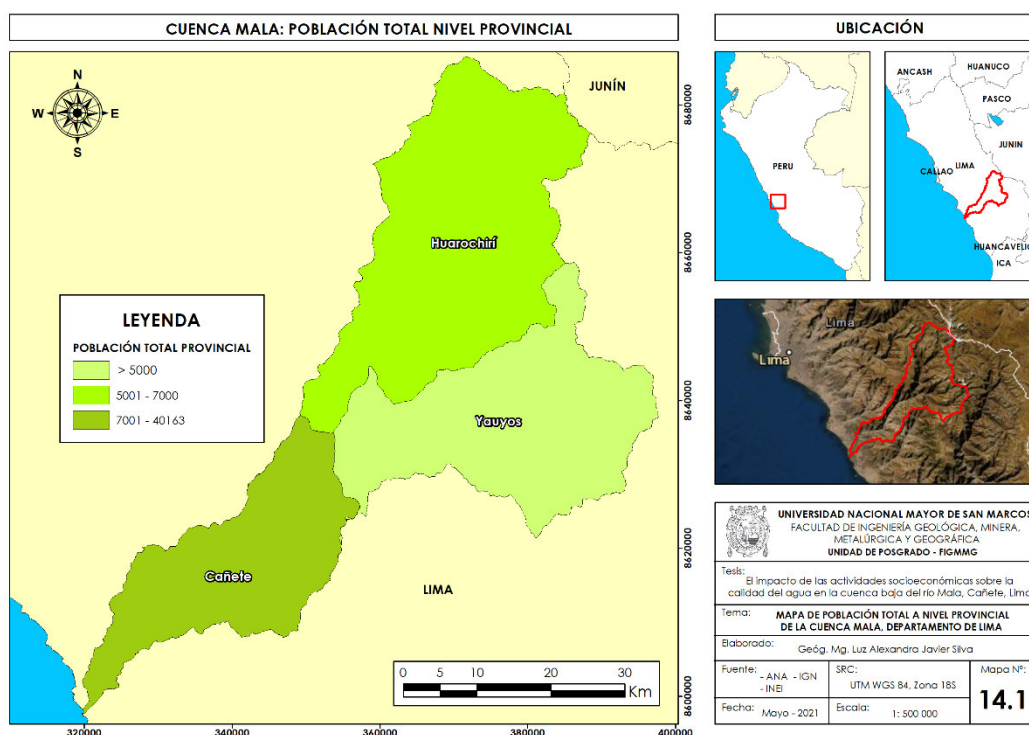


Figura 17. Mapa de población provincial de la cuenca Mala

En relación con la repartición de la población en urbana y rural la mayor proporción es urbana en la cuenca baja como los distritos de San Antonio, Santa Cruz de Flores y

Mala. La población rural se encuentra en los sectores medio y bajo como Calango, Ayaviri, entre otros (Figura 18). A nivel provincial el 71% es población urbana y pertenece a Cañete y como población rural la distribución por provincia es la siguiente: Cañete (35%), Huarochiri (41%) y Yauyos (24%). (Figura 19)

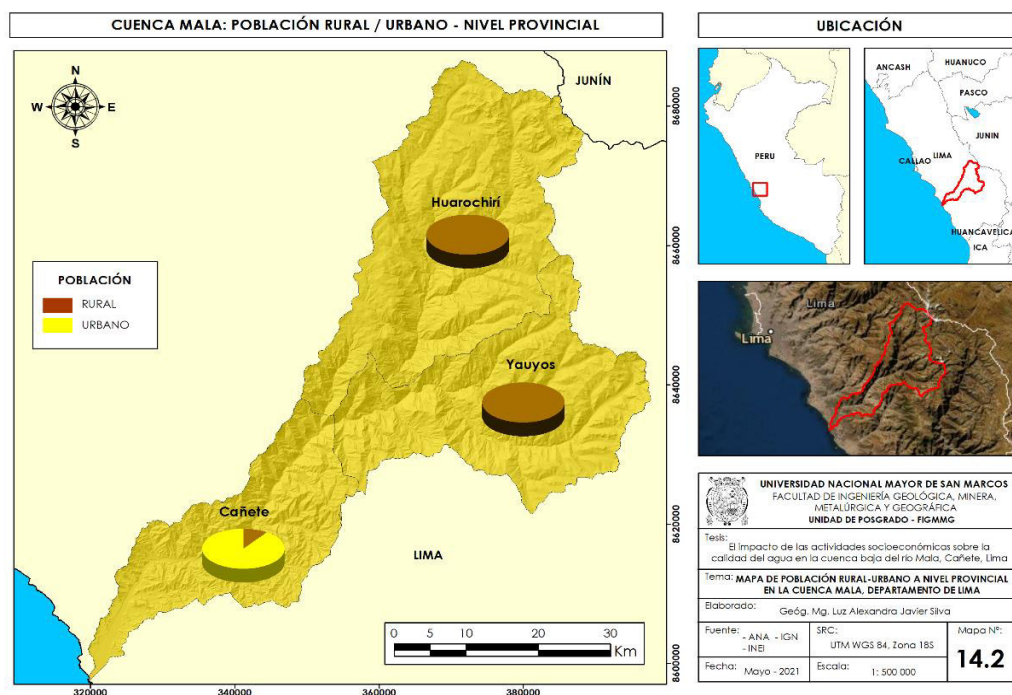


Figura 18. Mapa de población rural - urbano a nivel distrital en la cuenca Mala

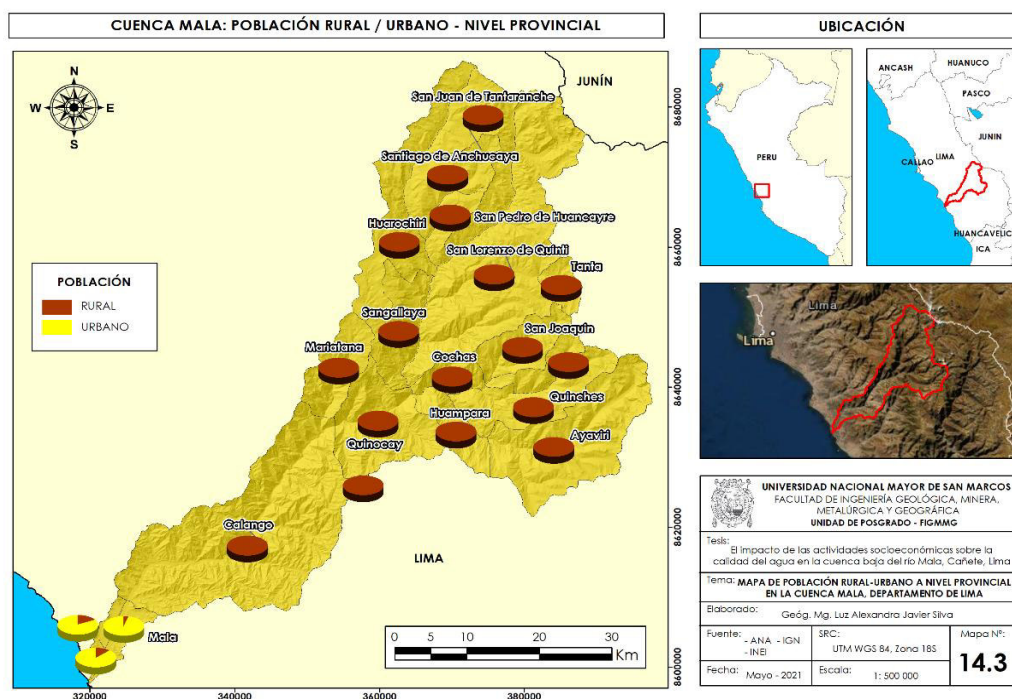


Figura 19. Mapa de población rural - urbano a nivel provincial en la cuenca Mala

Las características de la población según el sexo a nivel distrital San Antonio, Quinocay, Mariatana, Cangallaba, San Lorenzo de Quinti, San Joaquín, Huañec y Tanta presentan mayores porcentajes de hombres en relación con las mujeres a diferencia de Santiago de Anchucaya y Cochas que es a la inversa (Figura 20). A nivel provincial Yauyos presenta la mayor cantidad de habitantes hombres a diferencia con Cañete y Huarochiri donde la diferencia no es significativa. (Figura 21)

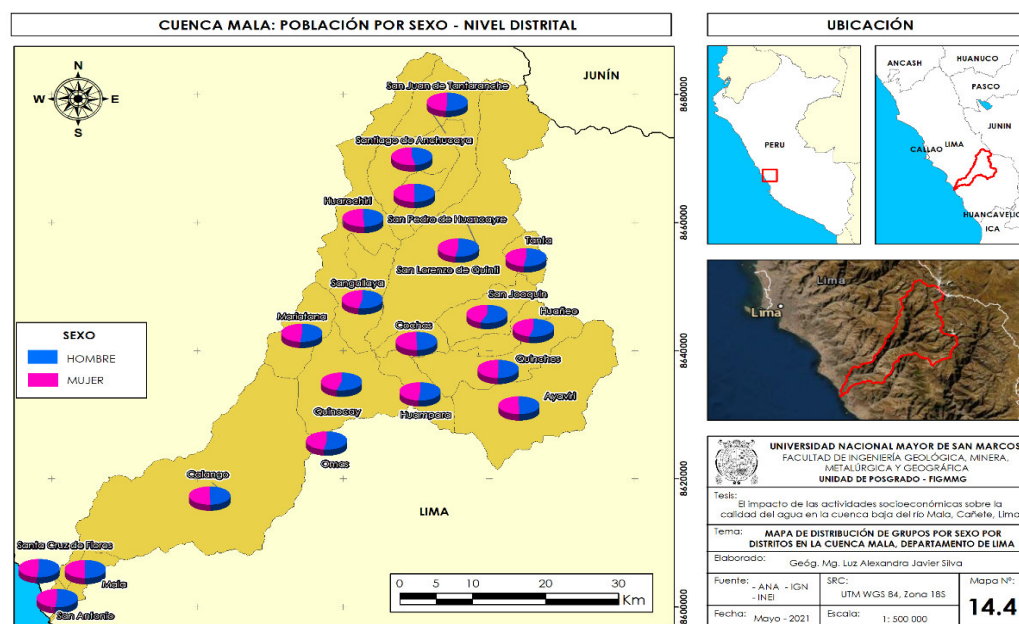


Figura 20. Mapa de la distribución de grupos de sexo por distritos en la cuenca Mala

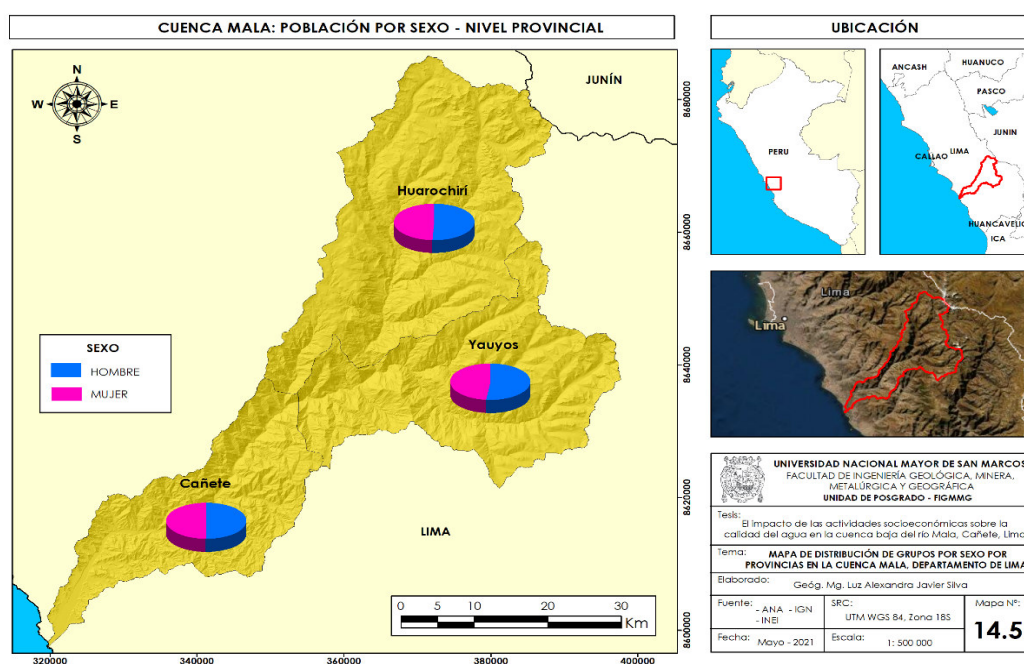
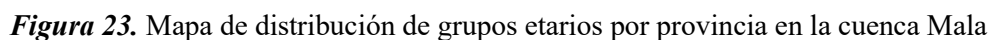


Figura 21. Mapa de la distribución de grupos de sexo por provincia en la cuenca Mala



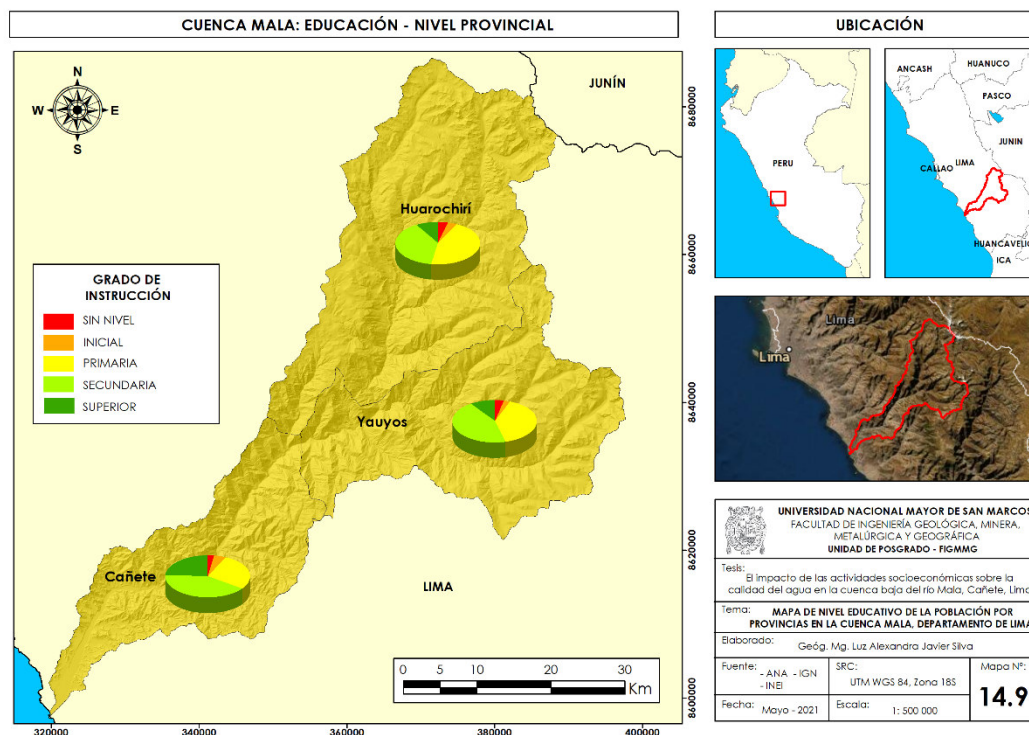


Figura 25. Mapa de nivel educativo de la población por provincia en la cuenca Mala

Los porcentajes de alfabetización en clases que van de los 90% a 92% (Mala, Mariatana, Ayaviri, Huarochirí, Cochas, Huañec, San Lorenzo de Quinti, Tanta, San Pedro de Huancayre, y Santiago de Anchucaya) y de 92% a 95% (San Antonio, Santa Cruz de Flores, Calango, Quinocay, Huampara, y Quinchis). En otra clase porcentual se encuentran distritos tales como el de Sangallaya y San Juan de Tantarache, el primero ubicándose en el sector medio de la cuenca y el segundo en el sector alto de la cuenca, los cuales tienen una alfabetización del 88% al 90%. Por otra parte, los distritos que tienen una alfabetización mayor al 95% son los de Omas y San Joaquín. La zona baja de la cuenca cuenta con la mayoría de sus distritos con una alfabetización del 92% al 95%, mientras que en los sectores medio y alto predominan los distritos de la clase de 88% al 90% (Figura 26). La mayor alfabetización a nivel provincial es en Cañete y Yauyos (>92%). (Figura 27)

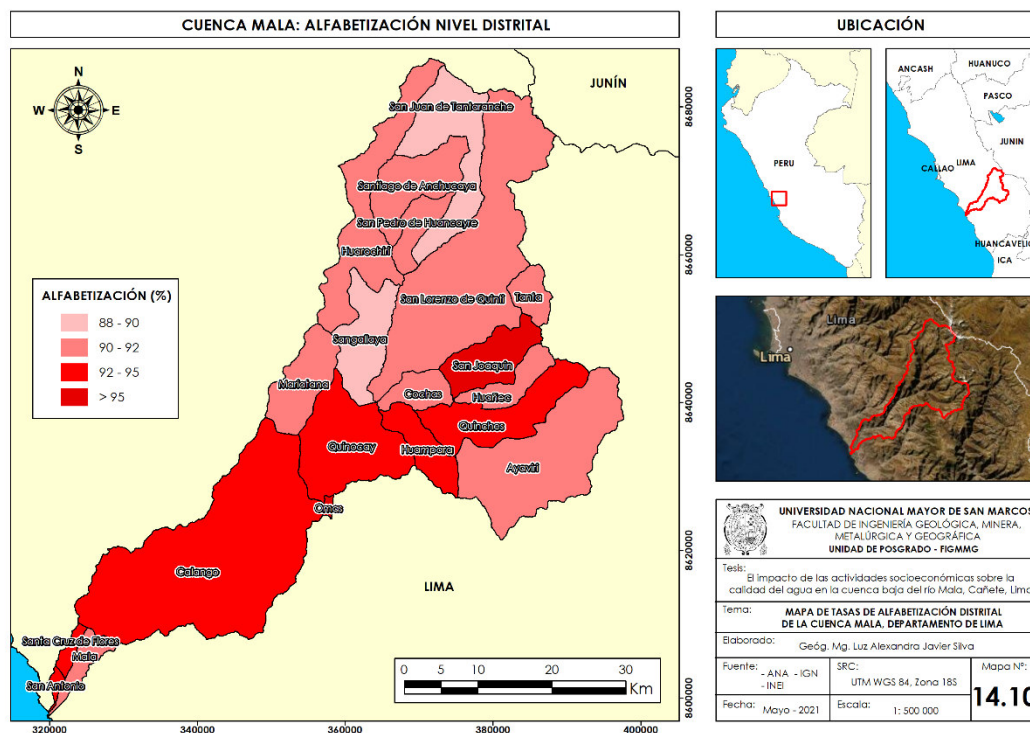


Figura 26. Mapa de tasas de alfabetización distrital de la cuenca Mala

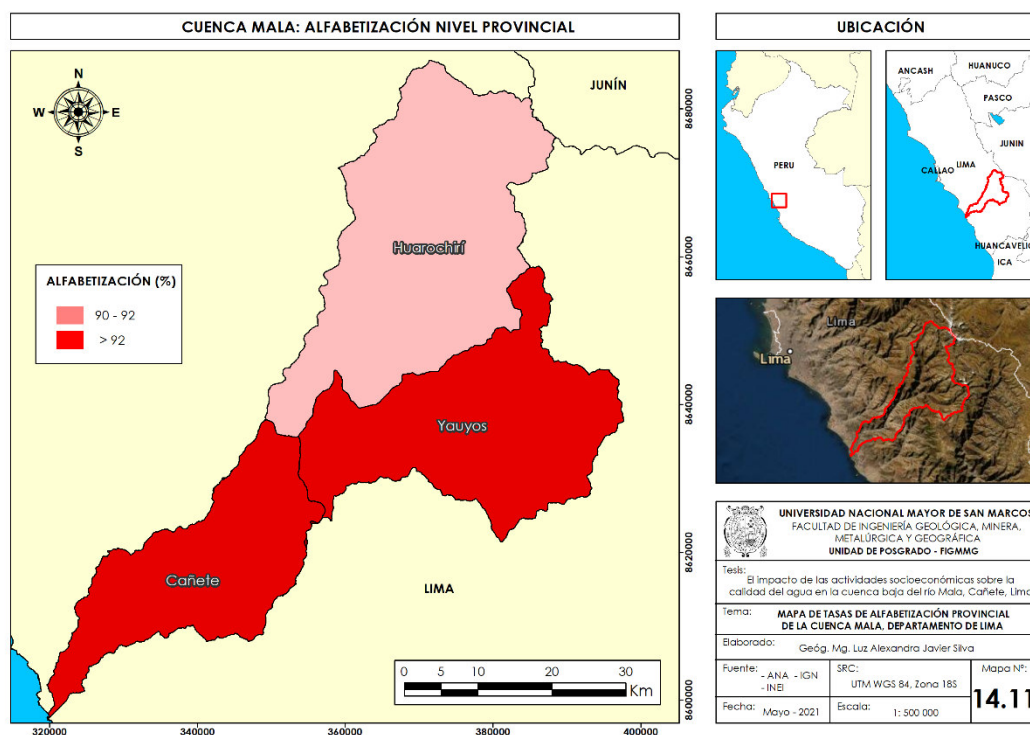


Figura 27. Mapa de tasas de alfabetización provincial de la cuenca Mala

Con relación al análisis de fecundidad se puede observar que los distritos de Huarochirí, San Lorenzo de Quinti, Tanta, San Joaquín, Huancabamba, Ayaviri, Omas, San

Antonio, Mala, y Santa Cruz, los cuales presentan a la clase sin hijos como la de mayor proporción. Por el contrario, en los distritos de San Juan de Tantarache, Santiago de Anchucaya, y Huampara predomina la clase de seis o más hijos. Los distritos de San Pedro de Huancayre, Maritana, Sangallaya, Quinocay, y Quinchis de cuatro a cinco hijos; y los distritos de Cochabamba y Calango dos hijos (Figura 28). En función de las provincias, en Cañete (64%), Huarochiri (21%) y Yauyos (15%) se tiene la mayor cantidad de hijos por mujer entre 6 a más hijos y a nivel de las tres provincias existe un 19% de mujeres que tienen 2 hijos por mujer. (Figura 29)

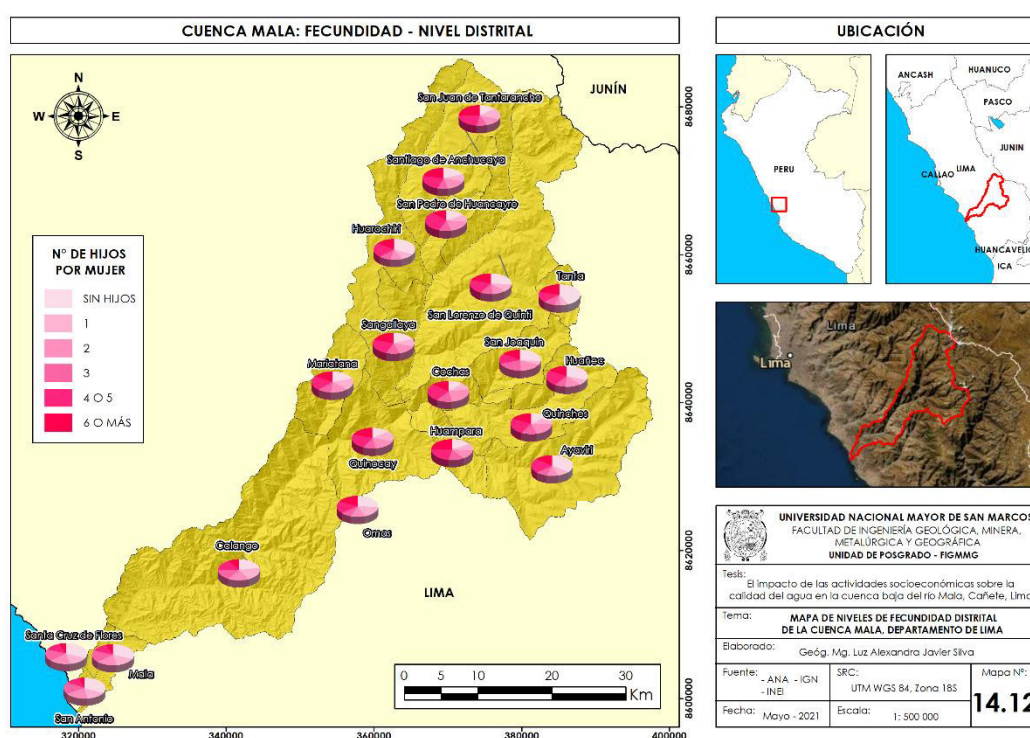


Figura 28. Mapa de niveles de fecundidad distrital de la cuenca Mala

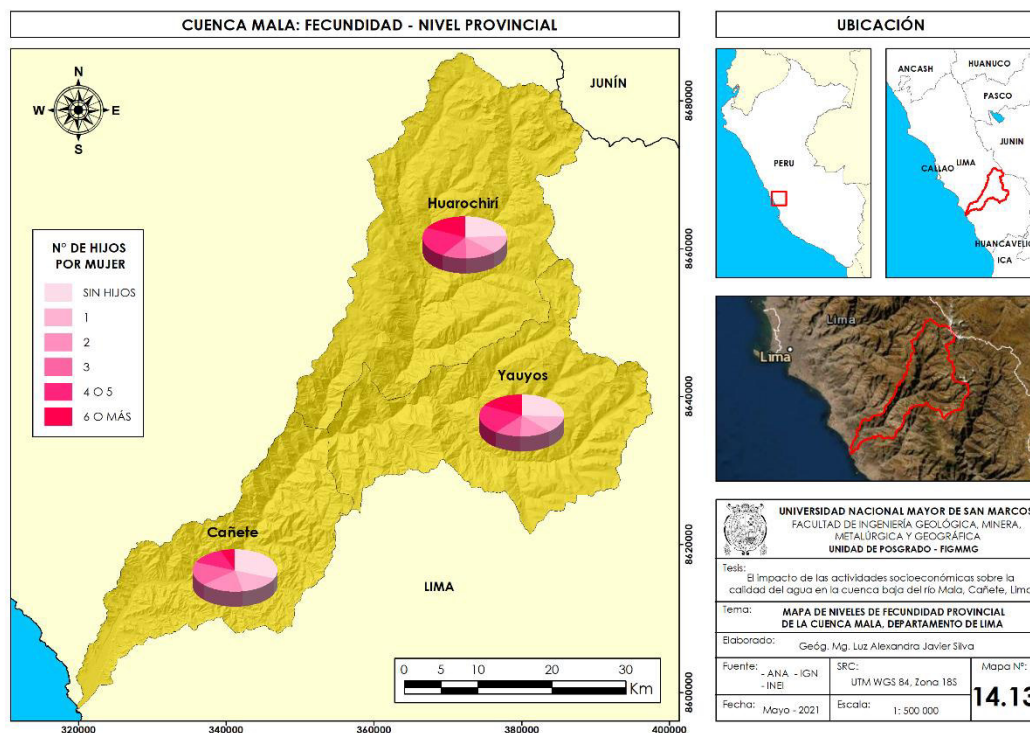


Figura 29. Mapa de niveles de fecundidad provincial de la cuenca Mala

En función a la autoidentificación étnica a nivel distrital predominan el tipo mestizo y quechua. En la cuenca baja los distritos de Mala, San Antonio, Santa Cruz de Flores, Calango y Mariatana tipo mestizo, quechua y en menor cantidad de tipo blanco. En la provincia de Quinocay la etnia mestiza y en menor cantidad de afrodescendiente, en los sectores medio y alto la etnia quechua y de la misma manera según se va ascendiendo desde la parte media y alta (Figura 30). A nivel provincial predomina el auto reconocimiento étnico como mestizo (78%) seguido de quechua (11%). (Figura 31).

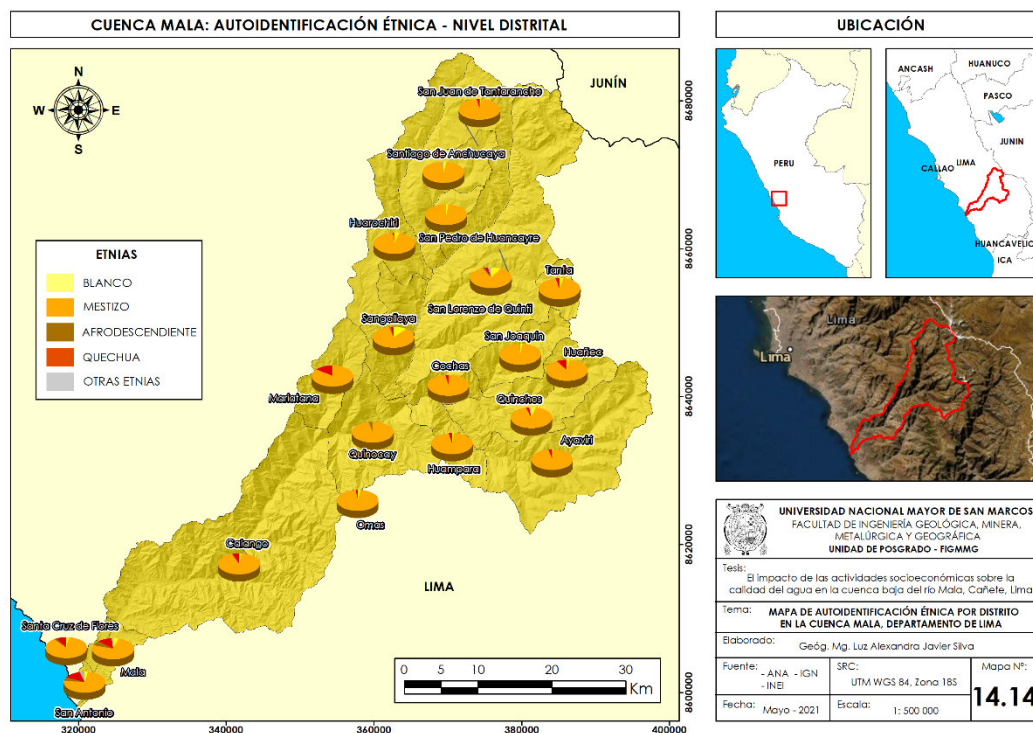


Figura 30. Mapa de autoidentificación étnica por distritos en la cuenca Mala

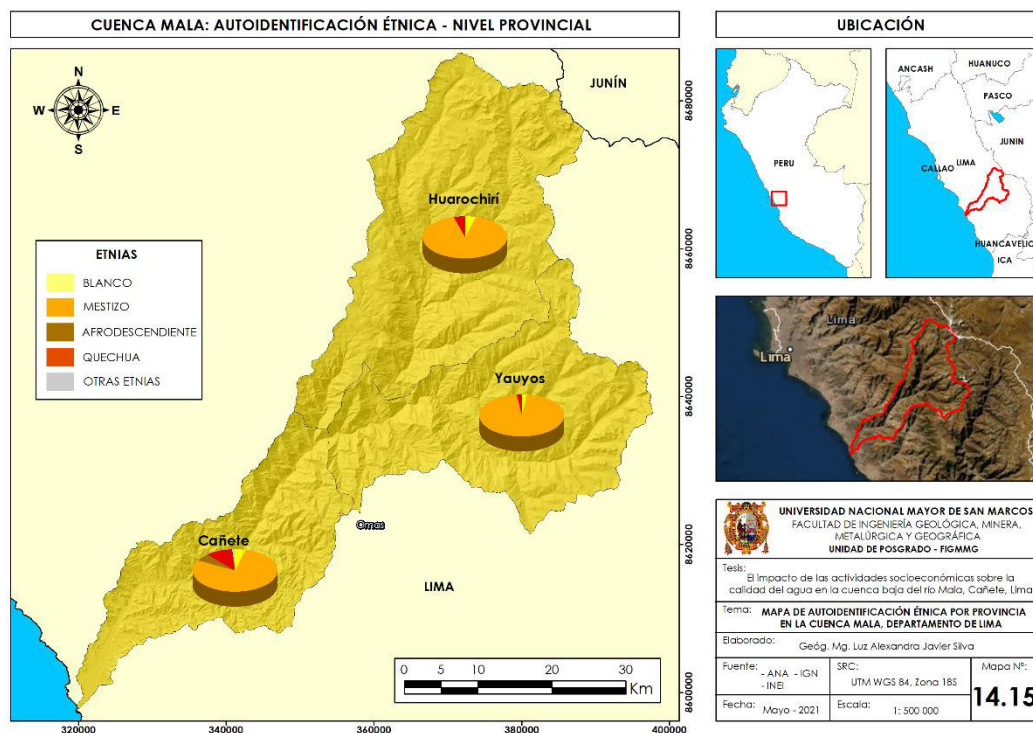


Figura 31. Mapa de autoidentificación étnica por provincias en la cuenca Mala

B. Tipos de vivienda

El tipo de vivienda casa es predominante, no obstante; en algunos distritos también destaca la choza y la vecindad como podemos detectar en los distritos de San Juan de Tantarache, Santiago de Anchucaya, San Lorenzo de Quinti, y Sangallaya; casa y choza abrumadoramente mayoritario en San Pedro de Huancayre, Mariatana, y Quinocay; casa y vecindad es referencial en Huarochirí, Quinchis, Ayaviri, y Huampara; casa y vivienda improvisada fue observado en Cochas, Calango, y Santa Cruz de Flores, y solo el tipo casa ha sido declarado en Tanta, San Joaquín, Huañes, y Omas). Por otra parte, el distrito de Mala es el único que presenta los tipos de vivienda de casa, vecindad y departamento; mientras que, San Antonio, casa, vivienda improvisada y departamento (Figura 32). En los tipos de vivienda a nivel provincial predomina la casa (95%), departamento (1%), vecindad (1%), choza (1%) y vivienda provisional (1%). Esto indica que el crecimiento es de modo horizontal principalmente en la parte urbana como los distritos de San Antonio, Santa Cruz de Flores y Mala. (Figura 33 y Tabla 7).

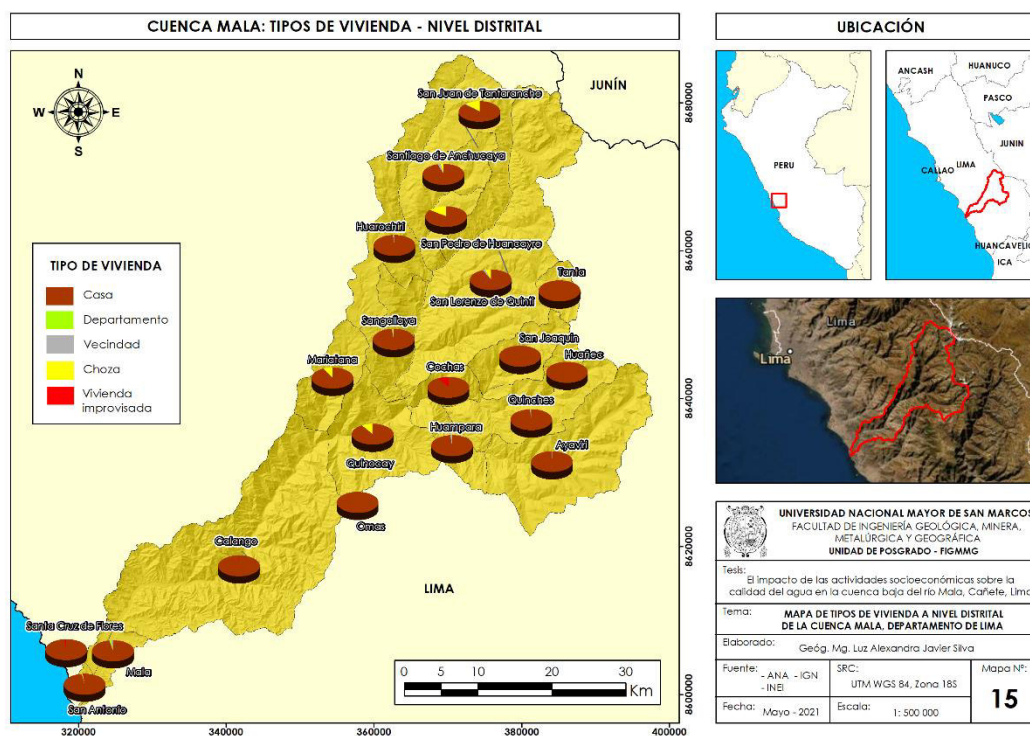


Figura 32. Mapa de tipos de vivienda a nivel distrital de la cuenca Mala

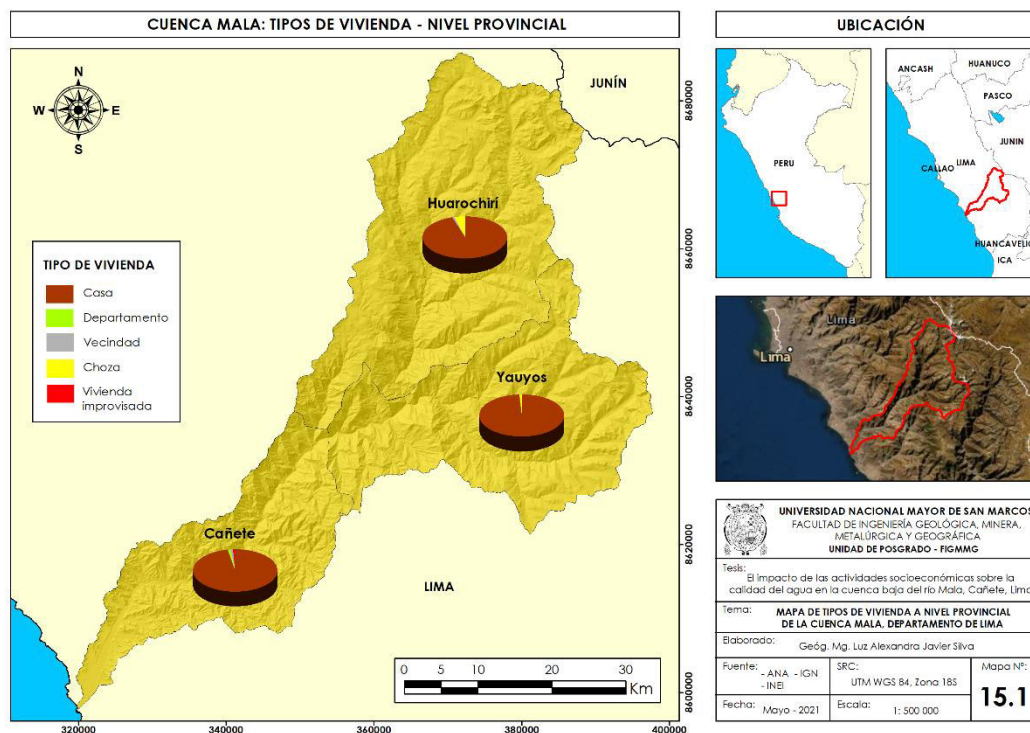


Figura 33. Mapa de tipos de vivienda a nivel provincial de la cuenca Mala

Tabla 7. Descripción de los tipos de vivienda

Tipo	Descripción
Casa	Estructura para habitación con fines de vivienda, la cantidad de pisos dependerá del número de familias residentes.
Departamento	Edificación con una cantidad de pisos según la mecánica de suelos, por lo general los espacios son reducidos.
Vecindad	Agrupación de viviendas colindantes de las personas que se sienten identificadas dentro de un área determinada.
Choza	Su construcción se realiza con materiales de origen local, tales como: piedra, caña, paja, barro, madera y otros.
Vivienda Improvisada	Construcción provisional independiente a fin de reservar un área a habitar, los materiales suelen ser económicos.

Elaboración propia.

C. Población Económicamente Activa

En la zona de estudio se presenta una población activa en edad de trabajar, cuya edad oscila entre 14 a 64 años. En los casos específicos de la parte baja, la mayoría de las personas se encuentran de personas entre 14 a 29 años (población independiente),

Figura 34. Mapa de Población Económicamente Activa a nivel distrital en la cuenca Mala

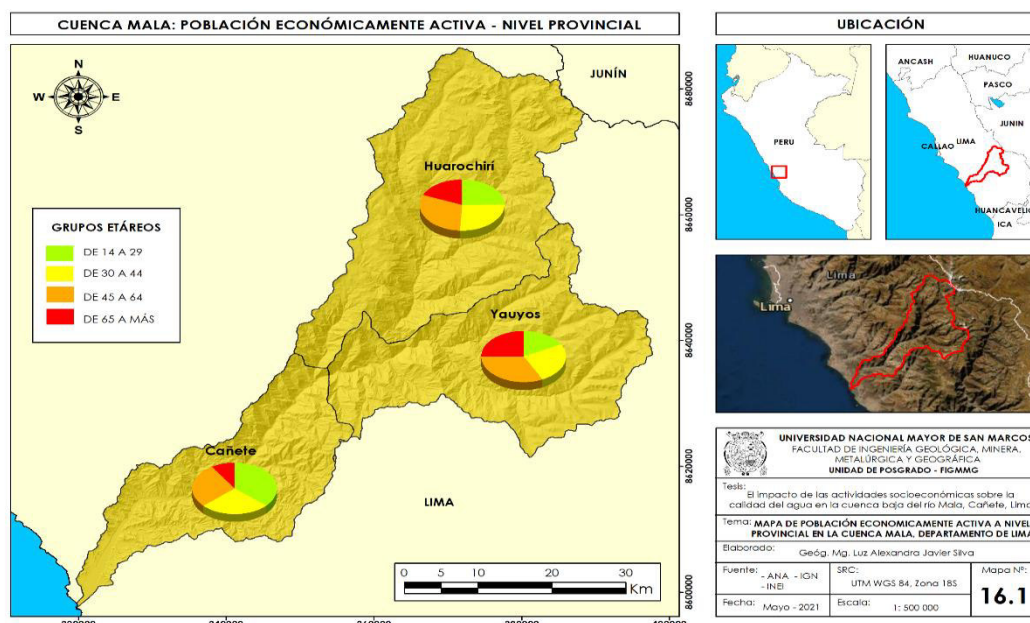


Figura 35. Mapa de Población Económicamente Activa a nivel provincial en la cuenca Mala

A nivel provincial la especialización económica con mayor porcentaje (52%) es la agricultura y ganadería, siendo predominante en las provincias de Yauyos (51%) y Cañete (27%) seguido de los servicios (27%) y entre otras actividades (21%) en las provincias de Cañete (46%) y Huarochiri (40%), según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Figura 36)

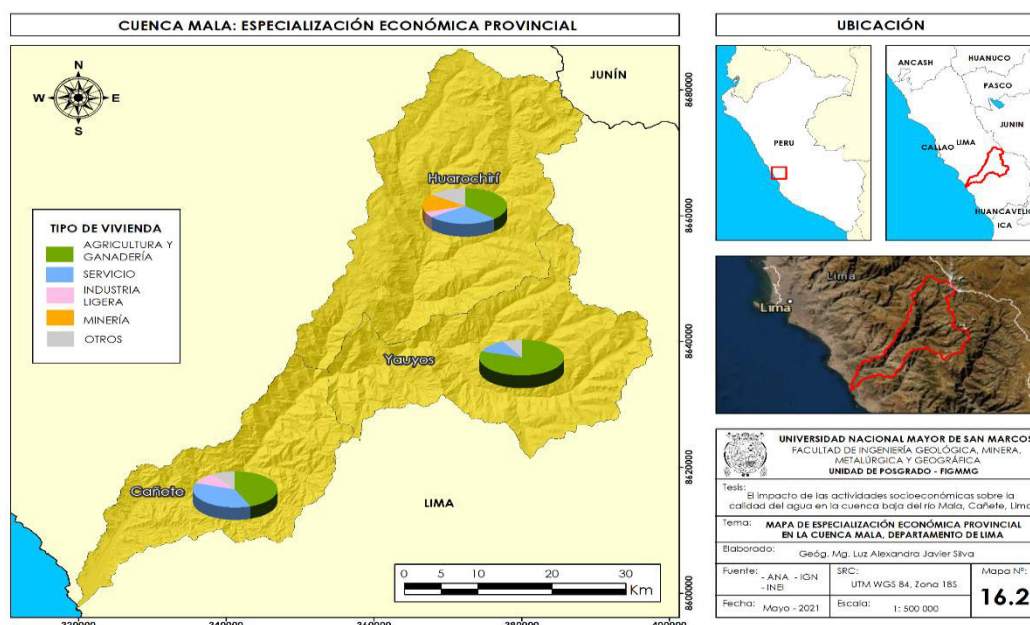


Figura 36. Mapa de especialización económica provincial en la cuenca Mala

D. Producción agrícola

Las provincias de Huarochirí y Yauyos presentan mayor predominio de producción agrícola de tipo maíz (22%), alfalfa (18%), manzana (12%), uva (10%). En Cañete predomina cultivos como el maíz, camote, uva, y manzana, en la provincia de Huarochirí predominan frutas como la chirimoya y la tuna. (Figura 37)

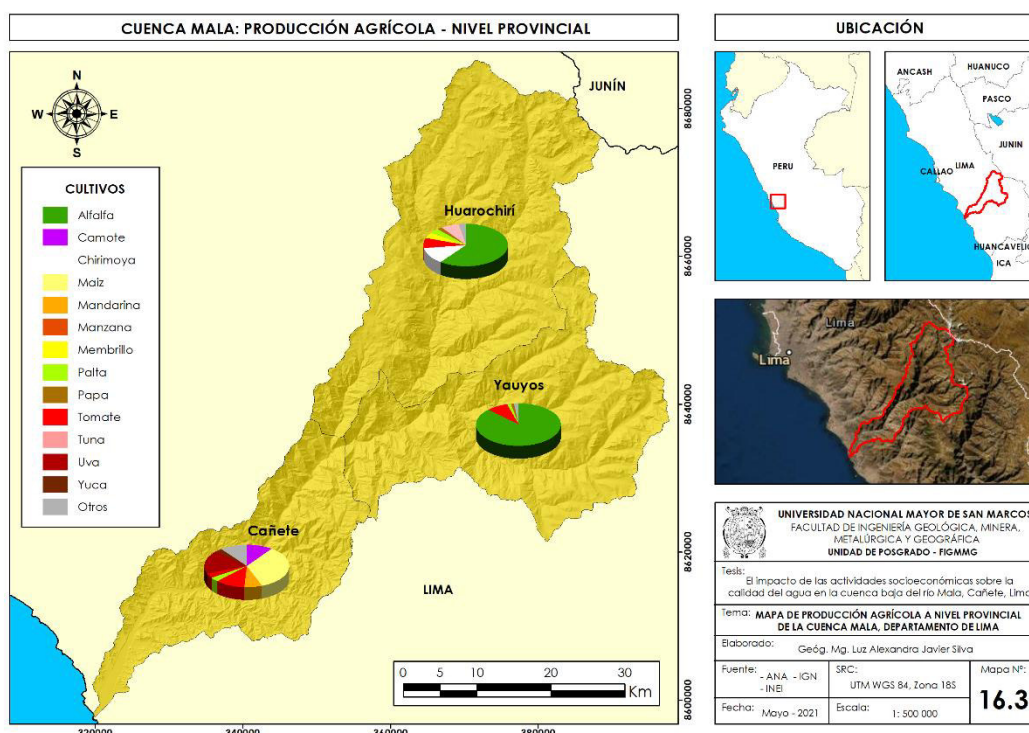


Figura 37. Mapa de producción agrícola provincial de la cuenca Mala

E. Pasivos mineros

Las concesiones de pasivos mineros se concentran en la provincia de Huarochirí, mientras que en Cañete y Yauyos se encuentran en trámite para su puesta en marcha. La minera extinta se presenta en menor proporción y de manera equitativa en las tres provincias. Además, existen concesiones mineras actuales y extintas en Huarochirí y Yauyos. (Figura 38)

Los minerales metálicos con mayor extracción se dan en el siguiente orden: oro (51%) seguido de la plata (26%), zinc (10%) donde en la provincia de Cañete predomina la actividad de extracción oro (100%), Huarochirí la plata (58%) y en Yauyos el zinc (55%). (Figura 39 y Tabla 8)

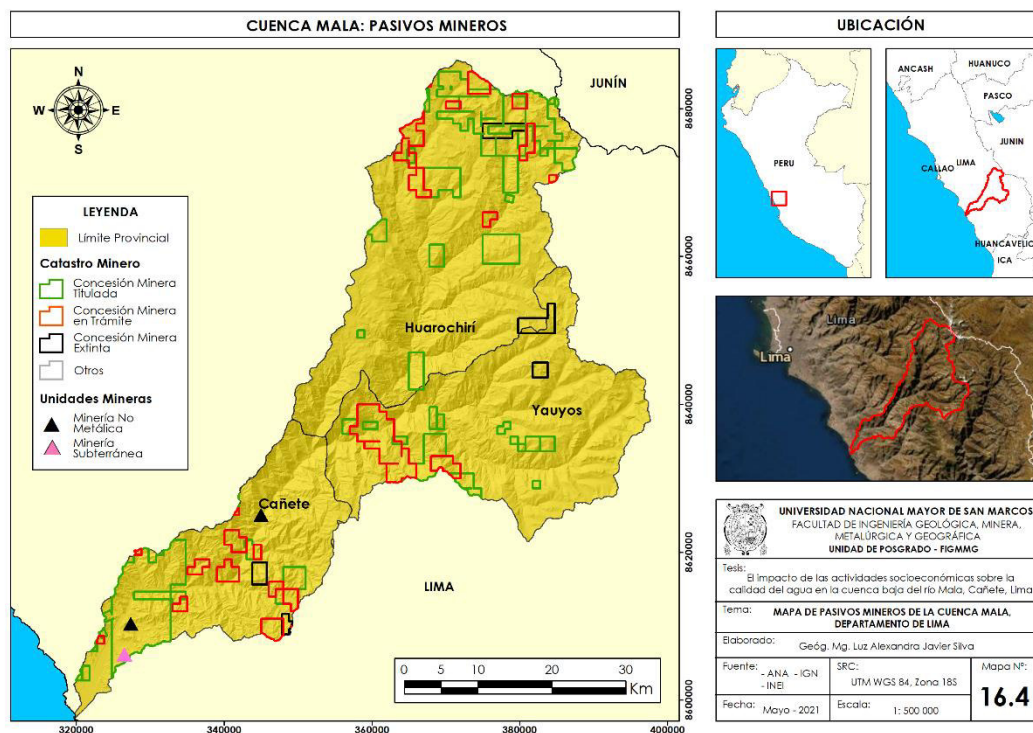


Figura 38. Mapa de pasivos mineros de la cuenca Mala

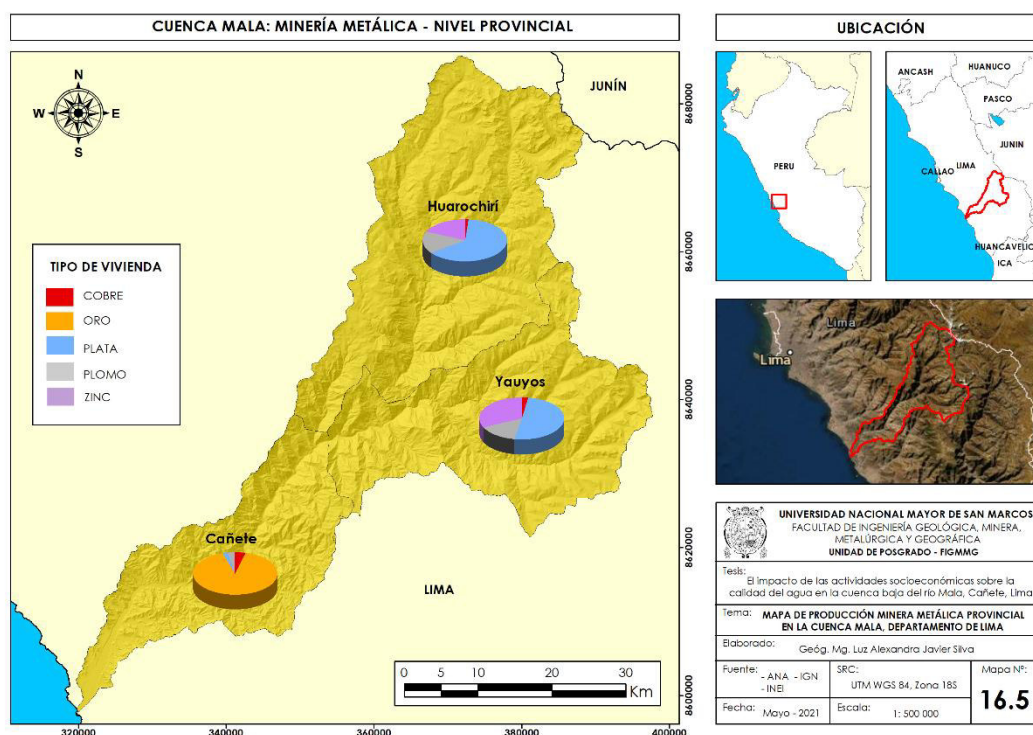


Figura 39. Mapa de producción minera metálica provincial de la cuenca Mala

G. Infraestructura de servicios

Las infraestructuras que predominan en la cuenca son centros de salud en las provincias de Yauyos y Huarochirí, a diferencia de la provincia de Cañete que presenta centros de salud en menor cantidad, pero mayor número de comisarías en comparación con la provincia de Yauyos que no cuenta con servicios de comisarías. Existe una mayor concentración de infraestructura de servicios en la provincia de Cañete presentando gasoducto y red eléctrica principal. En cuanto al servicio de la red eléctrica principal se presenta solo en los distritos de Cañete y Huarochirí. (Figura 41)

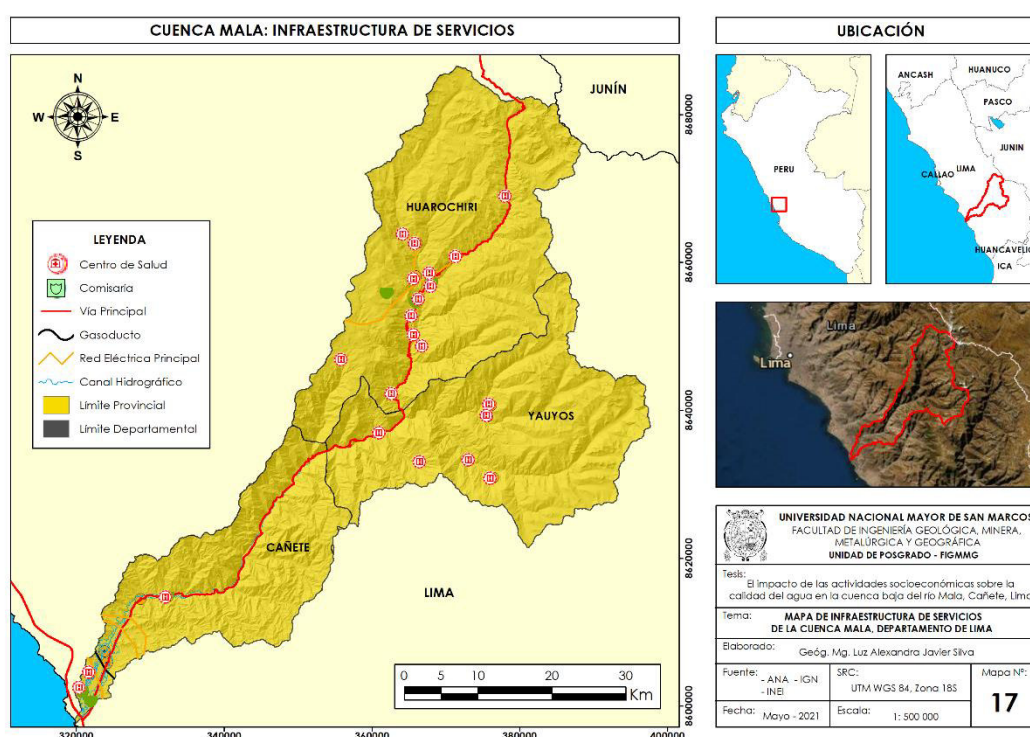


Figura 41. Mapa de infraestructura de servicios de la cuenca Mala

H. Vías

La cuenca Mala presenta conectividad terrestre con los centros poblados, presentando la vía principal que atraviesa conectando el mayor número de centros poblados, los centros poblados de Huañec, Quinchés y Ayavirí se comunican mediante vía vecinal y camino o sendero con la vía principal. La mayor conectividad es de vías de tipo vecinal en la provincia de Yauyos y Huarochirí. (Figura 42)

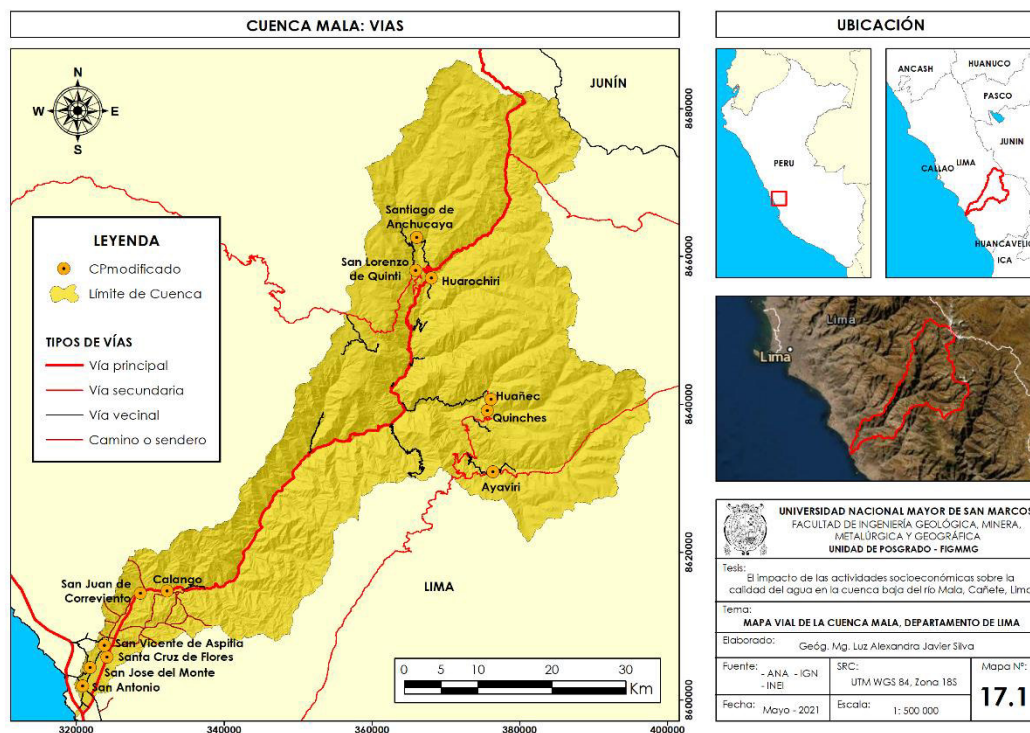


Figura 42. Mapa vial de la cuenca Mala

3.1.1.3 Preparación de los trabajos de campo.

A. Etapa que da inicio al desarrollo de las actividades donde se planificó -por medio de coordinaciones- la ejecución del Monitoreo Ambiental. Además, se realizaron importantes actividades como calibración de instrumentos y preparación de reactivos, soluciones químicas, elaboración de fichas técnica; y preparación de materiales, equipos, instrumentos, movilidad e implementos de seguridad se realizaron con anticipación verificando su operabilidad y calibración, la Tabla 9 presenta un listado detallado:

Tabla 9. Materiales, instrumentos y equipos de trabajo

Materiales y Equipos			
Ítem	Descripción	Unidad	Cant.
Equipos para Trabajos de Campo (Monitoreo de Calidad Ambiental)			
1	Cámara Fotográfica Digital, con pila o batería recargable-marca SAMSUNG	Und.	1
2	GPS 60 Csx (Navegador)	Und.	1

Materiales y Equipos			
Ítem	Descripción	Unidad	Cant.
Equipos para Trabajos de Campo (Monitoreo de Calidad Ambiental)			
3	Linterna	Und.	1
4	Tableros	Und.	1
5	Laptop	Global	1
6	Equipos de comunicación	Und.	2
Movilidad			
7	Camioneta 4x4-interculer	Und.	1
Ropa y equipos de trabajo			
8	Protectores (Casco 3M)	Unid.	2
9	Chaleco con la identificación respectiva de TRAINTEC.	Unid.	2
10	Camisa de trabajo (Guardapolvo)	Unid.	2
11	Zapatos de seguridad	Par	2

Elaboración propia.

A. Elaboración de cuestionario para la encuesta. Para la recolección de información socioeconómica como parte del diagnóstico se aplicaron encuestas validadas por jueces de expertos (Anexo U), además de estimar la fiabilidad del instrumento por el alfa de Cronbach cuyo resultado indicó 0,819, evidenciando una consistencia interna catalogada como “Buena”, con una muestra de 10 pobladores y 38 preguntas, asimismo el intervalo de confianza mediante un Bootstrap se encuentra entre $< 0.579-0.879 >$ al 95% de confianza. La aplicación de las encuestas en campo se aplicó de forma directa y simultánea en las diferentes partes involucradas de la cuenca, con el fin de corroborar la información sobre las actividades esenciales que realizan los pobladores de la zona como grupos etarios, sexo entre otros datos que son complementarios para este trabajo.

Para su elaboración se comenzó con la 1. Definición del objetivo donde se realizaron las preguntas: ¿Qué se desea investigar? y ¿Cuál es el propósito? Respecto al ámbito de estudio fue dirigido al conjunto de personas residentes en viviendas familiares principales. 2. Diseño muestral, para la representación de la población se determinó un muestreo probabilístico (donde todos los individuos la misma probabilidad de ser incluidos como muestra), en función del costo y de la precisión del resultado. Para el cálculo del tamaño de la muestra, debido al tamaño de la población en estudio, según López-Roldán y Fachelli (2015) se permite la representación muestral del 5%, pero para incrementar la significancia se optó por la selección del 20% para centros poblados que albergaban más de 1,000 habitantes. Entonces, dentro de la muestra

probabilística, se eligió el método muestreo aleatorio estratificado de tres niveles (Tabla 10), que clasifica la población en categorías excluyentes. La determinación de estratos se realizó a partir del cálculo de intervalos en función de la moda por la frecuencia de valores en términos de población.

Tabla 10. Tamaño muestral según estratos

Distrito	Estratos	Cantidad	Cantidad de Centros Poblados	Tamaño Muestra	20%
Mala, Mariatana y Quinocay	Estrato 1	1,437	37	54	15
Calango y Santa Cruz de Flores	Estrato 2	3,784	45	174	47
San Antonio	Estrato 3	8,179	7	142	38
		9,831	89	370	100

Elaboración propia.

Se consideró como 3. Diseño del instrumento, al cuestionario (Anexo D) con preguntas cerradas dividido en dos dimensiones: a. Alteración de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua que contiene cuatro indicadores como impacto de la actividad agrícola sobre el agua, actividades domésticas, servicios de saneamiento y residuos sólidos, enfermedades por el consumo del agua; y b. Identificación y ubicación de las principales actividades económicas, organizado en cuatro indicadores: información sobre la familia y actividades económicas, agricultura, ganadería y minería, la redacción se realizó en un lenguaje preciso y sencillo de comprender, adaptado a la idiosincrasia del encuestado, contando con preguntas en función de las variables para permitir un desglose adecuado y así formular un análisis certero. Para la validación del diseño del instrumento se realizó en dos etapas: 1. El juicio de cinco expertos en la materia ambiental por medio de la calificación de una rúbrica de los criterios: claridad (se comprende el planteamiento de la pregunta), relevancia (la pregunta es necesaria), pertinencia (la pregunta guarda relación con el tema de investigación) y coherencia (la pregunta guarda relación con la dimensión e indicador); y 2. La validación en campo fue aplicado a un grupo de personas en el que estuvieron representados los habitantes que configuran la muestra a quienes se los entrevistó con un cuestionario inicial con el objetivo de determinar lo que falta o sobra al cuestionario (es decir, si se encuentra acorde a la realidad), además; permitió comprobar la claridad de la redacción de los enunciados; es decir, si las alternativas

múltiples se adecuaban a las respuestas del encuestado para que finalmente se realice la redacción definitiva del instrumento.

2.4 Fase 2: Campo

2.4.2 Caracterización de la calidad de las aguas.

A. Mediciones in situ

El trabajo de campo empezó con el muestreo de calidad de agua el 26 del mes de junio y el 01 de julio del 2021, se recolectaron datos in situ por medio de las estaciones de monitoreo para la evaluación de la calidad del agua en base a parámetros.

Se establecieron en total diez puntos de monitoreo distribuidos en el curso de la cuenca del río Mala como río principal, la mayor proporción de puntos de muestreo se han establecido en la cuenca alta y baja acorde con la concentración de centros poblados. La cuenca baja presenta el 60% de puntos de muestreo resaltando mayor número en área final de la desembocadura del río Mala. Uno de los criterios fue seleccionar los nodos formados por los afluentes de las partes altas, además de verificar previamente las condiciones de accesibilidad con el fin de tener facilidades en la operación de los equipos. En la Tabla 11 Figura 43 se especifica el código y la descripción de las estaciones, así como la ubicación en coordenadas UTM.

Tabla 11. Estaciones de muestreo

Estación de Monitoreo	Zona de cuenca		Coordenadas UTM	
			Este	Norte
P1	Alta	Agua superficial (natural)	367811	8656972
P2	Media	Agua superficial (natural)	365153	8645412
P3	Media	Agua superficial (natural)	363303	8642724
P4	Media	Agua superficial (natural)	362721	8637371
P5	Baja	Agua superficial (natural)	355591	8635014
P6	Baja	Agua superficial (natural)	345129	8623384
P7	Baja	Agua superficial (natural)	329252	8614709
P8	Baja	Agua superficial (natural)	324554	8608723
P9	Baja	Agua superficial (natural)	322427	8603038
P10	Baja	Agua superficial (natural)	319948	8598148

Elaboración propia.

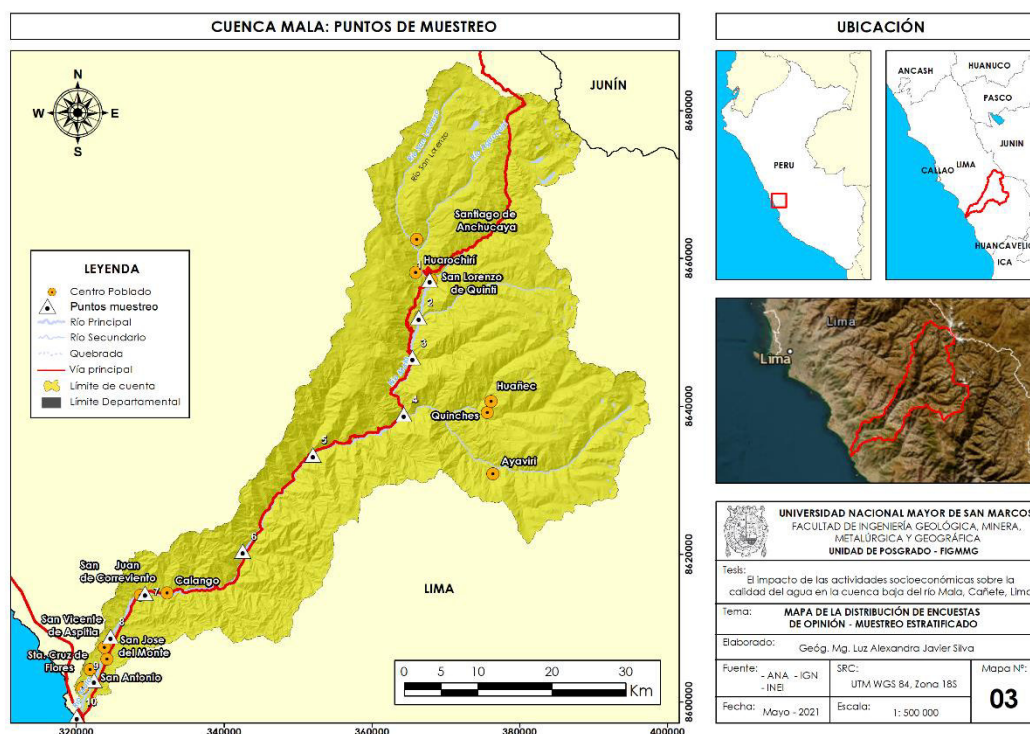


Figura 43. Mapa distribución de los puntos de muestreo

Además, se realizó el registro de la coloración del agua, abundancia de especies vegetativas acuáticas, residuos, actividades del hombre, entre otros.

Asimismo, se recolectaron los multiparámetros: conductividad eléctrica, potencial de oxígeno disuelto y saturado (OD) (ODS), potencial de hidrógeno (pH), temperatura, sólidos totales disueltos, coliformes fecales.

En la investigación no se consideró la medición de DBO [Demanda Bioquímica de Oxígeno] puesto que, los objetivos se centraron en los aspectos específicos del agua como la concentración de contaminantes y la calidad microbiológica del agua, además de no encontrarse datos preliminares confiables acerca de este tipo de mediciones durante la etapa de recopilación de la información.

Para evaluar los resultados del muestreo se utilizó el instrumento de gestión ambiental aprobado por D.S. N° 004-2017-MINAM que considera los siguientes estándares. (Tabla 12)

Tabla 12. ECA para los parámetros fisicoquímicos del agua

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable				
Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Físicoquímico				
Conductividad	(µS/cm)	1,500	1,600	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	1,000	1,000	1,500

(**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- $\Delta 3$: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM

B. Toma de muestras de agua para evaluación de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, metales y macroinvertebrados

En esta actividad se aplicaron pruebas para determinar el límite de detección de metales totales como la presencia de los elementos químicos: Al., Sb., As., Ba., Be., B., Cd., Cu., Cr., P., Fe., Li., Mn., Hg., Mo., Ni., Pb., Se., Tl., U. y Zn. Para su recolección se consideraron los criterios establecidos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recurso Hídricos superficiales (R.J. N°010-2016-ANA).

Para la comparación y análisis de los datos se utilizó el instrumento de gestión ambiental aprobado por D.S. N° 004-2017-MINAM.

Durante la actividad de muestreo el personal usó botas de jebe, guantes descartables, mascarillas en recipientes y frascos. Para la captura de la muestra se identificó un punto medio donde la corriente del agua era relativamente homogénea, sumergiendo el frasco en dirección opuesta al flujo de agua a una profundidad aproximada entre 20 a 30 cm., no considerando aguas con poca profundidad y estancadas para evitar la remoción de sedimentos al tocar la superficie del suelo con el frasco. Previo a la recolección de

muestras, los frascos fueron previamente enjuagados como mínimo dos veces, y durante la recolección de las muestras para su preservación se consideró dejar un espacio aproximado de 1% de la capacidad del envase mientras que, para las muestras microbiológicas se dejaron espacios del 10% debido a que de esta manera se aseguraría el abastecimiento de oxígeno para las bacterias.

Una vez culminado la etapa de captura de muestra de agua, se procedió a adicionar preservantes para los parámetros requeridos, luego se homogenizó y cerró herméticamente el recipiente. Para su ingreso y análisis en laboratorio se colocaron las cadenas custodio para luego ser protegidos con sobres plastificados con la finalidad de evitar deterioro. Para su traslado fueron colocados en cajas térmicas (cooler), enfriamiento entre 5°C +/- 3°C, de forma vertical para evitar posibilidades de derrame y exposición al sol. Las muestras fueron transportadas dentro de los tiempos de almacenamiento máximo al laboratorio.

La recolección de especies se realizó en invierno (agosto-diciembre), coincidiendo con la abundancia mínima. Se empleó un tamiz, lavado previamente con agua del río por cada operación de tamizado por réplica, de tamaño de luz de malla de 1 mm., se debe considerar que se separaron las piedras y animales grandes de modo que se eviten daños al resto de la muestra. El material retenido fue recogido e inmediatamente ingresado a un recipiente hermético identificado con etiquetas adhesivas con los datos por cada punto y réplica, luego se fijó una solución de formol (1 parte de formaldehído al 40% y 9 partes de agua de mar) y neutralizado con tetraborato de sodio. Finalmente, el transporte de los recipientes se realizó en cajas plásticas a temperatura ambiente.

3.2.2 Validación y actualización de mapas.

La contrastación de los mapas temáticos para su validación, ajuste y actualización se llevó a cabo dentro de la fase 2 en función al análisis holístico territorial.

3.2.3 Análisis y tratamiento.

El análisis y evaluación de las muestras recolectadas se realizó en el laboratorio de la empresa Servicios Analíticos Generales, acreditado por el Instituto Nacional de

Calidad [INACAL] con registro N° LE-047, así como el conteo de macroinvertebrados por familias y especies, excepto los coloniales. Para cada muestra se realizó el lavado con agua dulce y la separación de organismos bentónicos del resto de material adherido mediante pizas y con lupas con el material en placas de Petri.

Después de culminar la recolección de datos se hizo uso del índice Biological monitoring working party [BMWP], siendo de carácter cualitativo para establecer la presencia o ausencia de fauna bentónica de macroinvertebrados, ya que durante su ciclo de vida habitan en masas de agua formando diferentes hábitats, esto permite determinar el estado de las masas de agua, la sumatoria de especies representativas de cada estación dieron la calificación global del estado, según la Tabla 13.

Tabla 13. Leyenda del Índice Biological monitoring working party [BMWP]

Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
I.	Muy buena	>121	Aguas muy limpias.	Azul oscuro
II.	“Buena”	101 – 120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible.	Azul claro
III.	“Aceptable”	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación.	Verde
IV.	“Dudosa”	36-60	Aguas contaminadas	Amarillo
V.	“Crítica”	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI.	“Muy crítica”	< 15	Aguas fuertemente Contaminadas.	Rojo

Fuente. Zamora (1991)

De la misma manera, durante esta etapa se interpretó la encuesta poblacional y los mapas temáticos permitiendo su interrelación con otros resultados obtenidos.

3.2.4 Aplicación de encuestas.

Para la ejecución de la encuesta, se acudió a cada centro poblado cubriendo de forma aleatoria la cantidad de hogares a encuestar, según el resultado del muestreo de estratos y a cargo de un grupo de encuestadores que mostraron credibilidad y habilidad durante la aplicación en personas adultas (18 a más años), por sus conocimientos en el tema. (Figura 44)

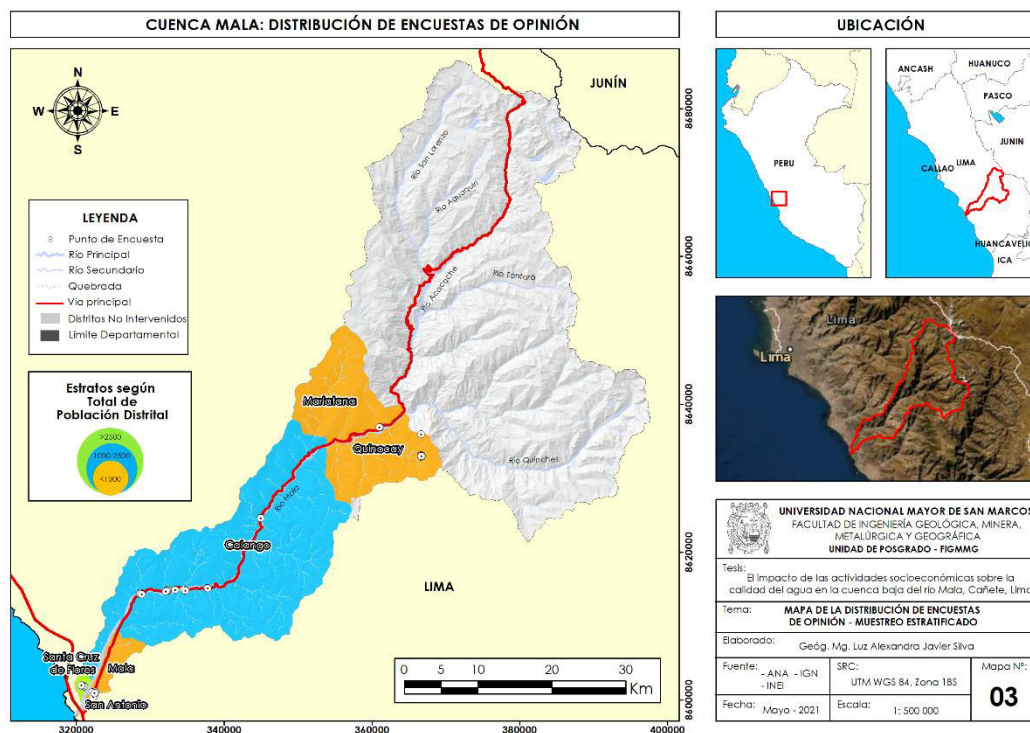


Figura 44. Mapa de la distribución de encuestas de opinión

2.5 Fase 3: Gabinete final, procesamiento, análisis de la información y redacción del informe

3.3.1 *Compilación de los datos de muestreo e interpretación de la información.*

En el capítulo IV, resultados, se explica el proceso de compilación de datos (procesamiento de encuestas e interpretación de los resultados) en forma descriptiva y gráficas de resumen.

3.3.2 *Actualización vectorial y la información de mapas.*

Es necesario la actualización o ajuste de la información vectorial (líneas, puntos y polígonos) y alfanumérica con una etapa de inspección de campo después de la primera creación cartográfica temática, esta actividad se realiza en gabinete gracias a los bocetos (trazos) almacenados de forma analógica.

Capítulo IV : Resultados y discusión

4.1 Pruebas de Hipótesis

4.1.1 Hipótesis General.

H.G: El impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la Cuenca media y baja del Río Mala, Cañete, Lima es moderado.

La superficie de la cuenca se distribuye en alta (10%), media (35%) y baja (55%), en su trayecto se distribuyeron 10 puntos de muestreo donde los ECA no sobrepasaron el límite para el contenido de metales pesados, pero en el primer mes de muestreo algunos de los puntos sí pasaron los límites para el pH y OD (P4, P5, P6, P8, P9 y P10), entonces se volvieron a realizar las mediciones de forma mensual. En el acumulado de seis meses los puntos P4 y P10 obtuvieron la aceptación de los valores para el ECA en 83% y para el OD en 100%, por otra parte, los valores de pH fueron aceptados al 100% en los puntos P4 y P10, en P5, P6 y P9 (83%) y en menor porcentaje para P8 (67%). (Figura 45)

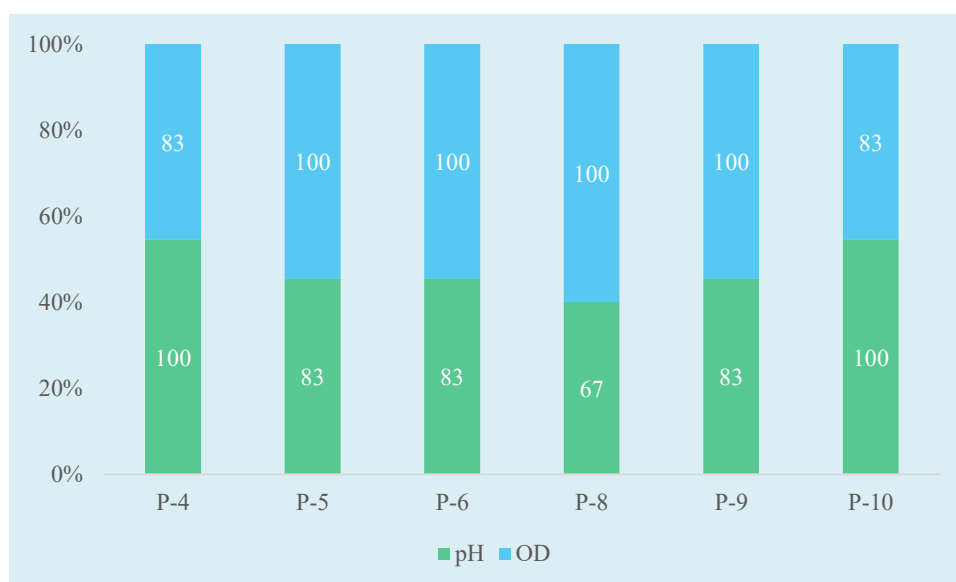


Figura 45. Porcentaje de concentración de pH y OD por punto de monitoreo

La cuenca media incluye cinco distritos y la parte baja trece. La cantidad de población para la zona alta (4%), media (17%) y baja (79%) de los cuales la mayor cantidad de población se encuentra en los centros poblados de San Antonio (23%), Santa Cruz de Flores (14%) y Calango (14%); y en la parte media el centro poblado de San Lorenzo de Quinti (7%). (INEI, 2017).

Se realizó una validación estadística por la prueba t-student (tabla 32) donde las variaciones mensuales se encuentran vinculadas a la influencia con las variables naturales precipitación y caudal, sobre todos durante los meses de estiaje. Durante el proceso de muestreo el valor porcentual de aceptación del ECA más bajo se encuentra en el punto P8 (67%) para el parámetro pH, este mismo se encuentra cercano al centro poblado de Azpitia (1.50 km) y a 6.90 km del centro poblado de Correviento, ambos lugares cuentan con la menor cantidad de concentración de poblacional y realizan en su mayoría actividades agrícolas, sin embargo en las validaciones realizadas, se sabe que las actividades económicas de la cuenca no influyen en las concentraciones de pH (Tabla 30), esto quiere decir que las actividades económicas no causan su alteración sino las condiciones físicas como el incremento de caudal, es decir; su consumo no implica altos riesgos para la salud.

4.1.2 Hipótesis Específicas

H.E 1: Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la Cuenca baja del Río Mala presentan afectaciones producto de la geoquímica natural de las rocas del cauce y/o de las actividades económicas

Para responder a la hipótesis se desglosaron en 4 variables cuantitativas obtenidas por muestreos mensuales de los parámetros fisicoquímicos (CE, pH, OD y temperatura) y se comenzó contrastando la distribución normal.

Décima de Hipótesis para la variable conductividad eléctrica:

H0: La variable CE se distribuye mediante una distribución normal

H1: La variable CE no se distribuye mediante una distribución normal

Tabla 14. Prueba de normalidad por Cramer-von Mises normality test para la conductividad eléctrica

W	p-value
0.11891	0.05897

A un nivel de confianza del 95% no existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable CE se distribuye mediante una distribución Normal.

Décima de Hipótesis para la variable potencial de hidrógeno:

H_0 : La variable pH se distribuye mediante una distribución normal

H_1 : La variable pH no se distribuye mediante una distribución normal

Tabla 15. Prueba de normalidad por Cramer-von Mises normality test para el potencial de hidrógeno

W	p-value
0.037463	0.719

A un nivel de confianza del 95% no existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable pH se distribuye mediante una distribución normal.

Décima de Hipótesis para la variable oxígeno disuelto:

H_0 : La variable OD se distribuye mediante una distribución Normal

H_1 : La variable OD no se distribuye mediante una distribución normal

Tabla 16. Prueba de normalidad por Cramer-von Mises normality test para el oxígeno disuelto

W	p-value
0.11013	0.07788

A un nivel de confianza del 95% no existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable OD se distribuye mediante una distribución normal.

Décima de Hipótesis para la variable temperatura:

H_0 : La variable temperatura se distribuye mediante una distribución Normal

H_1 : La variable temperatura No se distribuye mediante una distribución Normal

Tabla 17. Prueba de normalidad por Cramer-von Mises normality test para la temperatura

W	p-value
0.064494	0.3214

A un nivel de confianza del 95% no existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable temperatura se distribuye mediante una distribución normal.

Posteriormente, se aplicó la prueba t-student a todas las dójimas planteadas.

En relación con los parámetros fisicoquímicos (CE, pH, OD y temperatura) vs condiciones naturales (precipitación, caudal, tipo de suelo y microbiológico) y actividades económicas

Dócima de Hipótesis:

H_0 : La variable precipitación no influye en la CE

H_1 : La variable precipitación influye en la CE

Tabla 18. Dos muestras t-test: conductividad eléctrica vs precipitación

t	df	p-value
6.2746	24.249	1.662e-06

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable precipitación influye en la conductividad eléctrica.

Dócima de Hipótesis:

H_0 : La variable precipitación no influye en el potencial de hidrógeno

H_1 : La variable precipitación influye en el potencial de hidrógeno

Tabla 19. Dos muestras t-test: potencial de hidrógeno vs precipitación

t	df	p-value
4.2274	27.849	0.0002298

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable precipitación influye en el potencial de hidrógeno.

Dócima de Hipótesis:

H0: La variable precipitación no influye en el oxígeno disuelto

H1: La variable precipitación influye en el oxígeno disuelto

Tabla 20. Dos muestras t-test: oxígeno disuelto vs precipitación

t	df	p-value
-3.0916	23.725	0.00503

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar Ho por lo tanto la variable precipitación influye en el oxígeno disuelto.

Décima de Hipótesis:

H0: La variable precipitación no influye en la temperatura

H1: La variable precipitación influye en la temperatura

Tabla 21. Dos muestras t-test: precipitación vs temperatura

t	df	p-value
-2.5644	30.334	0.01552

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar Ho por lo tanto la variable precipitación influye en la temperatura del agua.

Décima de Hipótesis:

H0: La variable caudal no influye en la CE

H1: La variable caudal influye en la CE

Tabla 22. Dos muestras t-test: caudal vs conductividad eléctrica

t	df	p-value
6.2746	24.249	1.662e-06

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar Ho por lo tanto la variable caudal influye en la conductividad eléctrica.

Décima de Hipótesis:

H0: La variable caudal no influye en el pH

H1: La variable caudal influye en el pH

Tabla 23. Dos muestras t-test: caudal vs potencial de hidrógeno

t	df	p-value
4.2274	27.849	0.0002298

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar Ho por lo tanto la variable caudal influye en el potencial de hidrógeno del agua.

Décima de Hipótesis:

H0: La variable caudal no influye en oxígeno disuelto

H1: La variable caudal influye en oxígeno disuelto

Tabla 24. Dos muestras t-test: caudal vs oxígeno disuelto

t	df	p-value
-3.0916	23.725	0.00503

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar Ho por lo tanto la variable caudal influye en el oxígeno disuelto.

Décima de Hipótesis:

Ho: La variable caudal no influye en la temperatura

H1: La variable caudal influye en la temperatura

Tabla 25. Dos muestras t-test: caudal vs temperatura

t	df	p-value
-2.5644	30.334	0.01552

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar Ho por lo tanto la variable caudal influye en temperatura.

Décima de Hipótesis:

Ho: La variable tipo de suelo no influye en CE

H1: La variable tipo de suelo influye en CE

Tabla 26. Dos muestras t-test: CE vs tipo de suelo

t	df	p-value
-2.1402	27.665	0.0413

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable tipo de suelo influye en la CE.

Décima de Hipótesis:

H_0 : La variable tipo de suelo no influye en el pH

H_1 : La variable tipo de suelo influye en el pH

Tabla 27. Dos muestras t-test: pH vs tipo de suelo

t	df	p-value
0.036218	33.241	0.9713

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable tipo de suelo no influye en el pH.

Décima de Hipótesis:

H_0 : La variable tipo de suelo no influye en el oxígeno disuelto

H_1 : La variable tipo de suelo influye en el oxígeno disuelto

Tabla 28. Dos muestras t-test: OD vs tipo de suelo

t	df	p-value
-0.39172	33.601	0.6977

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable tipo de suelo no influye en el contenido de OD.

Entre otra de las relaciones se encuentran los parámetros físicoquímicos (CE, pH, OD y temperatura) vs las actividades económicas

Décima de Hipótesis:

H_0 : La variable las actividades económicas no influyen en la CE

H_1 : La variable las actividades económicas influyen en la CE

Tabla 29. Dos muestras t-test: actividades económicas vs CE

t	df	p-value
-2.1402	27.665	0.0413

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable actividades económicas influyen en la CE.

Décima de Hipótesis:

H_0 : La variable actividades económicas no influye en el potencial de hidrógeno

H_1 : La variable actividades económicas influye en el potencial de hidrógeno

Tabla 30. Dos muestras t-test: actividades económicas vs pH

t	df	p-value
0.036218	33.241	0.9713

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable actividades económicas no influye en el pH del agua.

Décima de Hipótesis:

H_0 : La variable actividades económicas no influyen en el OD

H_1 : La variable actividades económicas influyen en el OD

Tabla 31. Dos muestras t-test: actividades económicas vs OD

t	df	p-value
-0.39172	33.601	0.6977

A un nivel de confianza del 95% existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto la variable actividades económicas no influye en el OD.

En resumen, las condiciones naturales como la precipitación y el caudal influyen en todos los parámetros físicoquímicos, con excepción del tipo de suelo que no influye en el pH ni el OD y en relación con las actividades económicas solo influye en la CE.

Tabla 32. Resumen de la influencia entre variables

Influencia entre variables	p-value	Categoría
CE vs pp	1.66E-06	influye
pH vs pp	0.0002298	influye
OD vs pp	0.00503	influye
pp vs T°	0.01552	influye
caudal vs CE	1.66E-06	influye
caudal vs pH	0.0002298	influye
caudal vs OD	0.00503	influye
caudal vs T°	0.01552	influye
CE vs tipo de suelo	0.0413	influye
pH vs tipo de suelo	0.9713	no influye
OD vs tipo de suelo	0.6977	no influye
actividades económicas vs CE	0.0413	influye
actividades económicas vs pH	0.9713	no influye
actividades económicas vs OD	0.6977	no influye

El oxígeno disuelto es altamente relevante para los ecosistemas acuáticos, ya que; si su concentración es alta incrementa la probabilidad de que el entorno sea sano y estable. Entonces, los niveles bajos de oxígeno se deben directamente a la disminución de la precipitación (< 5.52 mm.) y el caudal del río Mala (< 0.025 m³/s) y no tiene que ver con el tipo de suelo ni por las actividades económicas (Tabla 32), además de ser reforzado por la encuesta poblacional acerca de la sobrefertilización de los cultivos, el 49% señaló que hace uso del abono natural, el 50% de abono químico y el 1% un uso alternado. Asimismo, se sabe que la cuenca baja alberga la mayor concentración de población, y cuenta con tratamiento de aguas residuales por la Empresa Prestadora de Servicios [EPS] EMAPE Cañete, esto quiere decir que la disminución del OD no se debe a los efluentes domiciliarios ni a los fertilizantes de cultivos.

Por otro lado, sabe que, la alteración del potencial de hidrógeno en el agua puede ser afectado tanto por factores humanos o naturales, específicamente a nivel de la cuenca la influencia directa se da por la precipitación (< 25.7 mm) y el nivel del caudal (< 0.08 m³/s), pero no por las actividades económicas ni con el tipo de suelo.

H.E 2: La Cuenca baja del Río Mala no presenta alteración significativa por presencia de metales pesados

Los análisis de laboratorio muestran que puntos de monitoreo realizados para P1, P5, P6, P7 P9 y P10 no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para la subcategoría A1 del agua. (Figura 52 y Anexo A).

H.E 3: Las principales familias de macroinvertebrados presentan tolerancia entre media y baja a la contaminación y con un aceptable nivel de abundancia

El análisis por macroinvertebrados nos permite definir la calidad del agua dentro de tiempos prolongados a diferencia de los muestreos que se realizan en tiempos únicos (capítulo III), y es así como los puntos P1, P5, P6, P7, P9 y P10 contabilizaron un total de 30 familias y 19 órdenes como: Oligochaeta, Hydrachnidae, Coleoptera, Empiridae, Ceratopogonidae, Meridialaris, Plecoptera, Metrichia, Trichoptera, Sinicridea, Hemerodromia y Gasteropoda (Anexo R), donde el 33.4% presenta la denominación de calidad “Muy buena”, seguido del 50.1% “Aceptable” y 16.7% dudosa, mientras que, la característica de “Aceptable” (83.5%), según el Índice BMWP. (Figura 46)

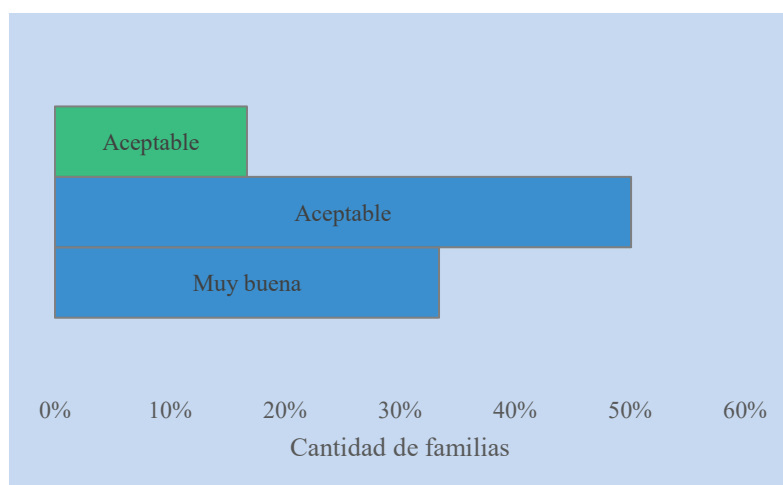


Figura 46. Calidad Biological monitoring working party

4.2 Presentación de Resultados

El primer análisis para la evaluación de la calidad ambiental del agua de tipo lotico para los parámetros físico se realizaron en el mes de julio y estos indicaron que la conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y temperatura si cumplen desde la categoría A1 en adelante, mientras que los puntos P1, P3, P4, P5 y P10; no cumplió para el oxígeno disuelto en la subcategoría A1; y P5 para la subcategoría A2. En relación con el potencial de hidrógeno P3, P5, P6, P7, P8 y P9 no cumplió para la subcategoría A1. En general, los puntos mencionados no cumplieron con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para las subcategorías A1 y A2 con

relación al oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno. (Tabla 33, Figura 47, Figura 48 y Figura 49)

Tabla 33. Parámetros físicos del agua por categorías

	A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección					A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional					A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado							
Punto	CE	pH	OD	TDS	T°	CE	pH	OD	TDS	T°	CE	pH	OD	TDS	T°			
P-1	463	8.4	5	---	---	463	8.4	5										
P-2	486	8.5	6	---	---													
P-3	433	8.6	5	217	18.66	433	8.6	5										
P-4	369	8.4	5	184	17.05	369	8.4	5										
P-5	388	8.5	4	194	18.4	388	8.5	4								388	8.5	4
P-6	387	8.6	7	193	19.51	387	8.6	7										
P-7	367	8.5	8	184	19.95													
P-8	402	8.6	7	201	19.29	402	8.6	7										
P-9	484	8.6	7	242	19.01	484	8.6	7										
P-10	633	8.5	5	316	20.06	633	8.5	5										

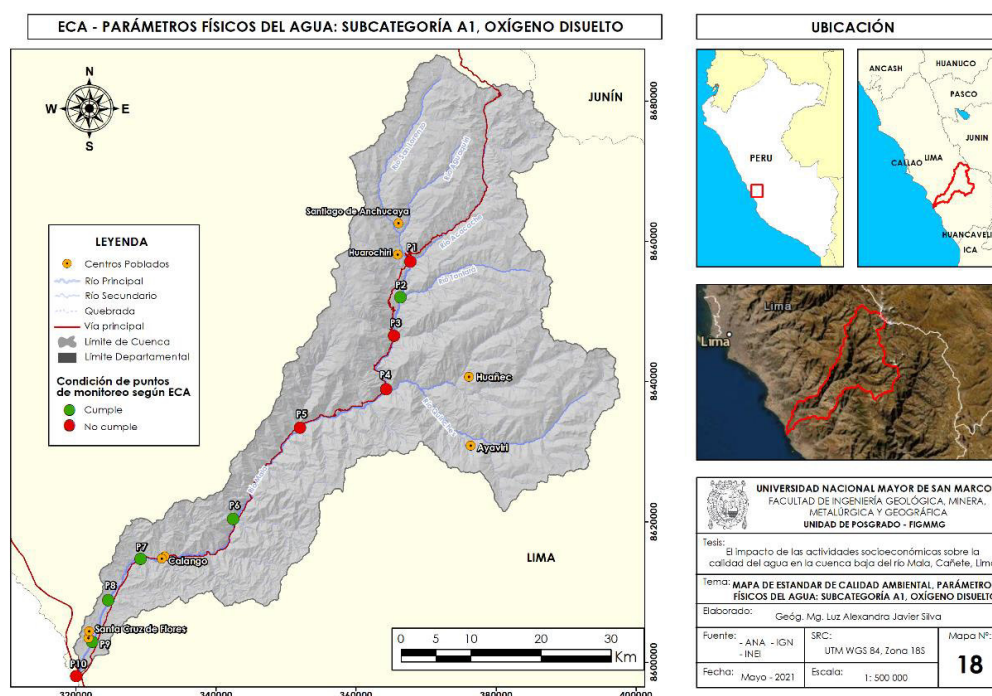


Figura 47. Mapa de los parámetros físico del agua: Subcategoría A1, oxígeno disuelto

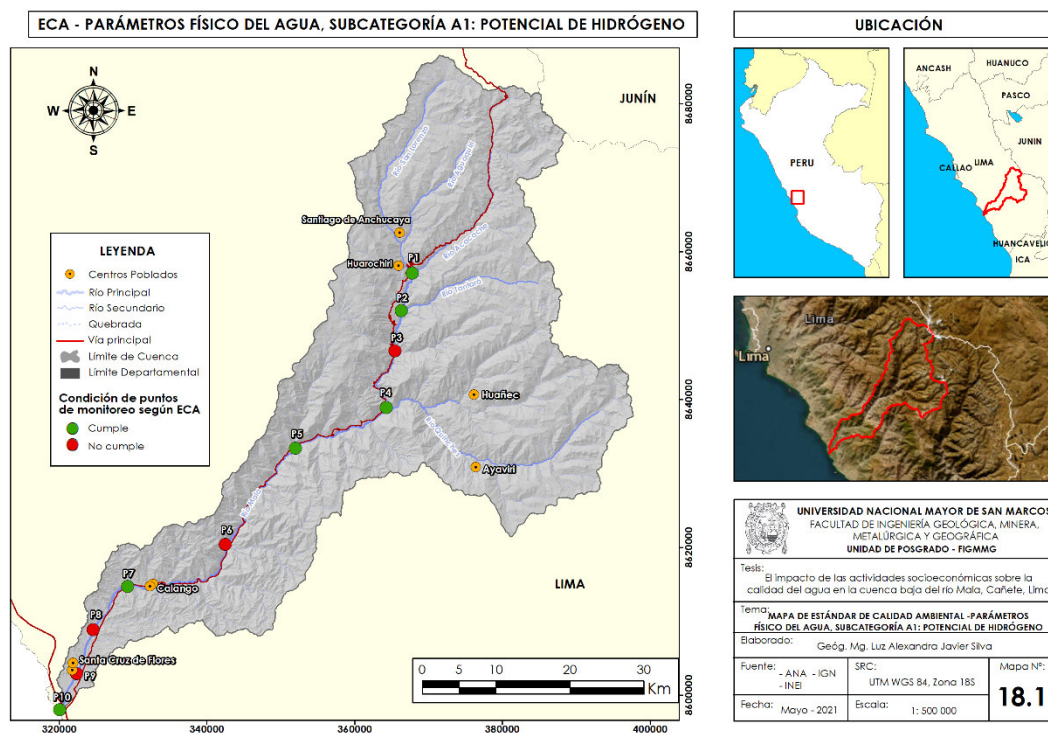


Figura 48. Mapa de los parámetros físico del agua: Subcategoría A1, potencial de hidrógeno

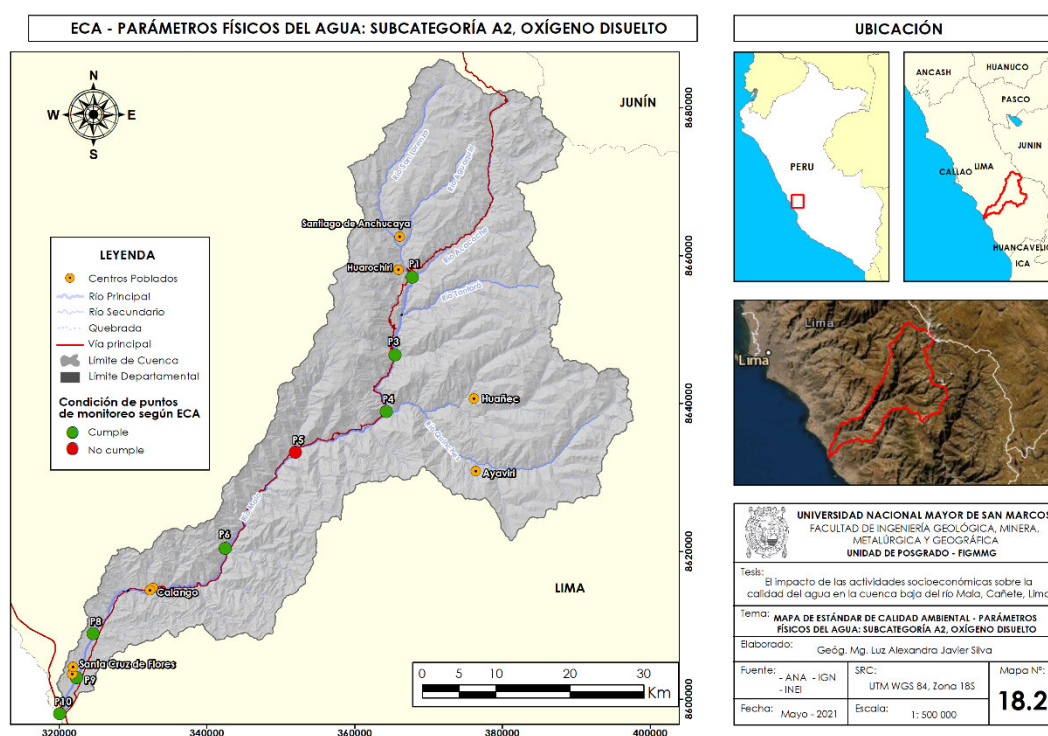


Figura 49. Mapa de los parámetros físico del agua: Subcategoría A2, oxígeno disuelto

Y es así que, el resultado preliminar del monitoreo con fecha 01/07/2021, identificó bajas concentraciones de oxígeno disuelto, en función del estándar de calidad ambiental (≥ 6) para los puntos P1, P3, P4, P5 y P10 en especial los puntos P1, P3 y P5, esto debido al poco movimiento de las aguas que incrementa el contenido de sales generado por materia orgánica y su lenta circulación a razón del poco caudal y ancho del río (máximo de 166 m², 97 m² y 64 m² en la parte baja, media y alta, respectivamente). (Figura 50)

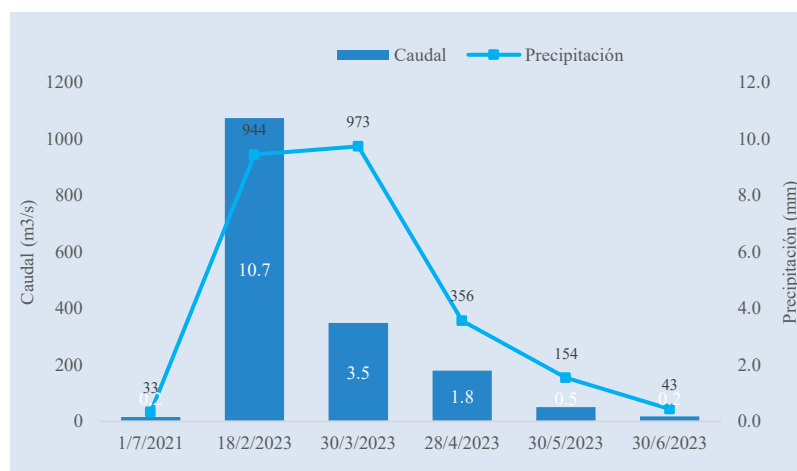


Figura 50. Caudal vs precipitación

El análisis para el potencial de hidrógeno en el mismo mes de monitoreo dio por resultado valores que sobrepasaron el límite para los puntos P3, P6, P8 y P9 y esto probablemente al bajo caudal y precipitación que registra el mes, según la Figura 50; siendo probable que el incremento de salinidad se deba por acumulación de agua en periodos prolongados por la pendiente plana del terreno (0%-7%).

Entonces, en base a la primera medición, se plantearon monitoreos mensuales para los parámetros fisicoquímicos solo para los puntos que registraron valores que sobrepasan los ECA de la subcategoría A1: Aguas que pueden ser desinfectadas por potabilización. (Tabla 34)

Tabla 34. Parámetros fisicoquímicos de febrero a junio para categoría A1

Punto	18/02/2023				30/03/2023			
	CE	pH	OD	T°	CE	pH	OD	T°
P-4	150.0	7.8	9.6	19.3	100.0	8.10	9.7	17.20
P-5	103.0	7.6	9.7	19.5	135.2	8.13	9.6	19.3
P-6	128.9	8.2	9.4	20.5	141.6	8.09	9.1	20.7
P-8	146.0	7.7	8.9	20.9	154.5	8.06	10.4	23.8
P-9	151.8	7.9	9.2	24.1	199.9	8.00	8.2	25.7
P-10	162.6	7.7	8.4	26.3	265.0	7.90	7.2	27.0

Punto	28/04/2023				30/05/2023			
	CE	pH	OD	T°	CE	pH	OD	T°
P-4	251.0	8.24	8.8	19.10	394	7.5	8.5	17.1
P-5	100.2	8.24	10.2	20.9	424	8.6	8.1	19.5
P-6	211.0	8.17	8.6	23.3	436	8.7	8.3	21.9
P-8	313.0	8.30	9.6	24.8	403	8.9	9.8	23.3
P-9	339.0	8.30	8.99	25.4	503	8.9	9.9	21.8
P-10	427.0	8.10	8.4	24.1	711	8.2	7.2	21.7

Punto	30/06/2023			
	CE	pH	OD	T°
P-4	491.0	8.37	7.3	16.80
P-5	478.0	8.44	7.5	19.0
P-6	468.0	8.50	8.9	22.2
P-8	499.0	8.60	9.1	21.9
P-9	717.0	8.4	7.9	22.2
P-10	1176.0	7.7	10.8	22.2

En la Tabla 34 se muestra que los parámetros no sobrepasan los ECA con excepción del potencial de hidrógeno (subcategoría A1: 6.5-8.5) en los meses de junio y julio (época de estiaje); sin embargo, se encuentran dentro de los límites permitidos para la subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (5.5-9). (Figura 50)

Sumado a estas mediciones se tiene el análisis microbiológico, es decir, coliformes fecales; y la presencia de metales donde para todos los puntos se cumplen con los ECA establecidos en la subcategoría A1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. (Tabla 12 y Figura 51)

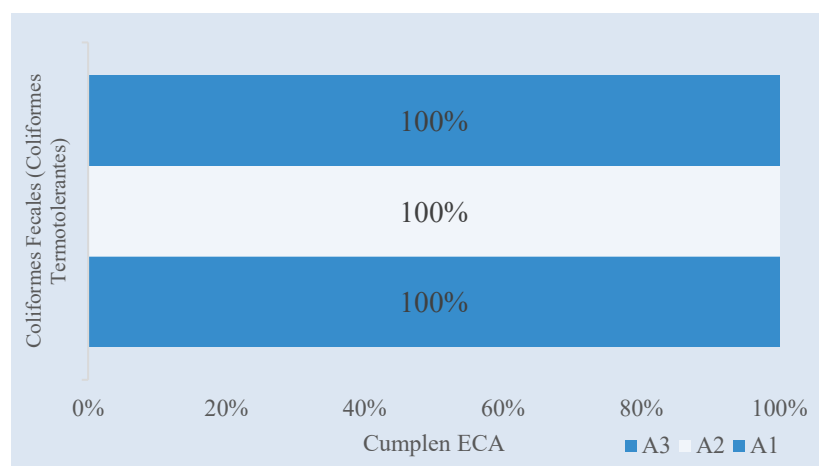


Figura 51. Cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para coliformes fecales

El análisis para los metales pesados analizados y comparados con la normativa son: Al., Sb., As., Ba., Be., B., Cd., Cu., Cr., Fe., Mn., Hg., Mo., Ni., Pb., Se., U. y Zn. donde todos los puntos de muestreo cumplen con los ECA. (Figura 52)

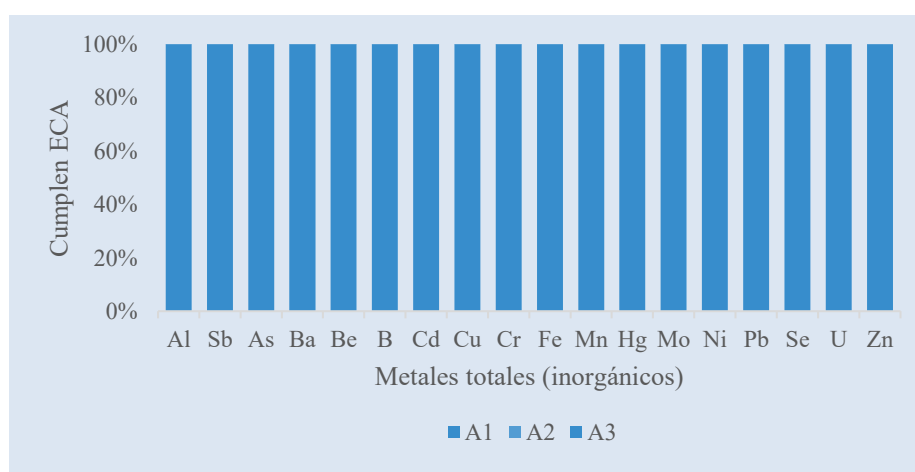


Figura 52. Cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para metales pesados

Respecto con la captura de macroinvertebrados se encontraron en total 19 órdenes con 30 familias entre todos los puntos de muestreo. (Figura 53)

En función de la cantidad de especies por orden, P1 y P5 contienen el 100% seguido de los puntos P7, P9 y P10 (63%); y P6 (32%). (Figura 54)

Finalmente, en cuanto a la cantidad de familias por punto P1 y P5 (93%), P7, P9 y P10 (57%); y P6 (27%). (Figura 55 y Figura 56)

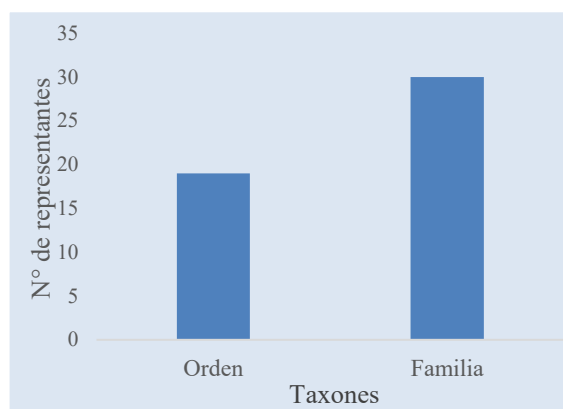


Figura 53. Cantidad Familia y orden de macroinvertebrados

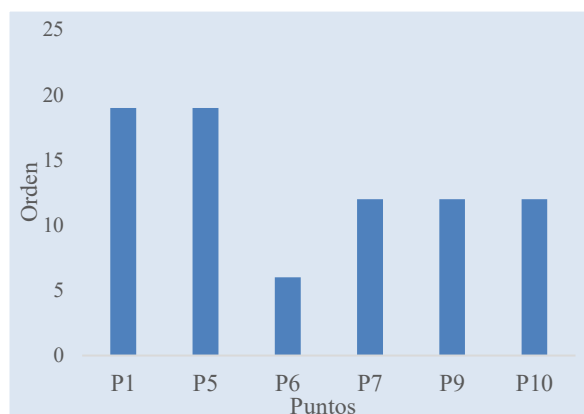


Figura 54. Total de orden por punto de muestreo

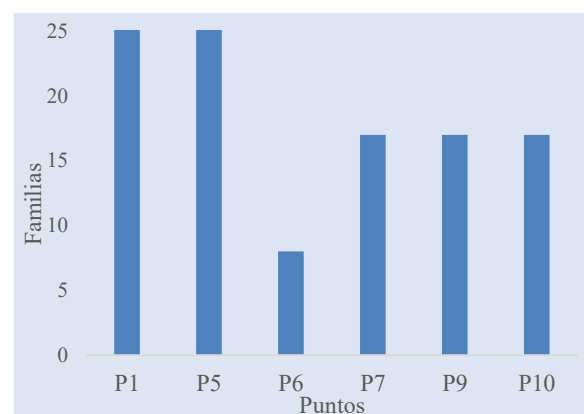


Figura 55. Total de familias por punto de muestreo

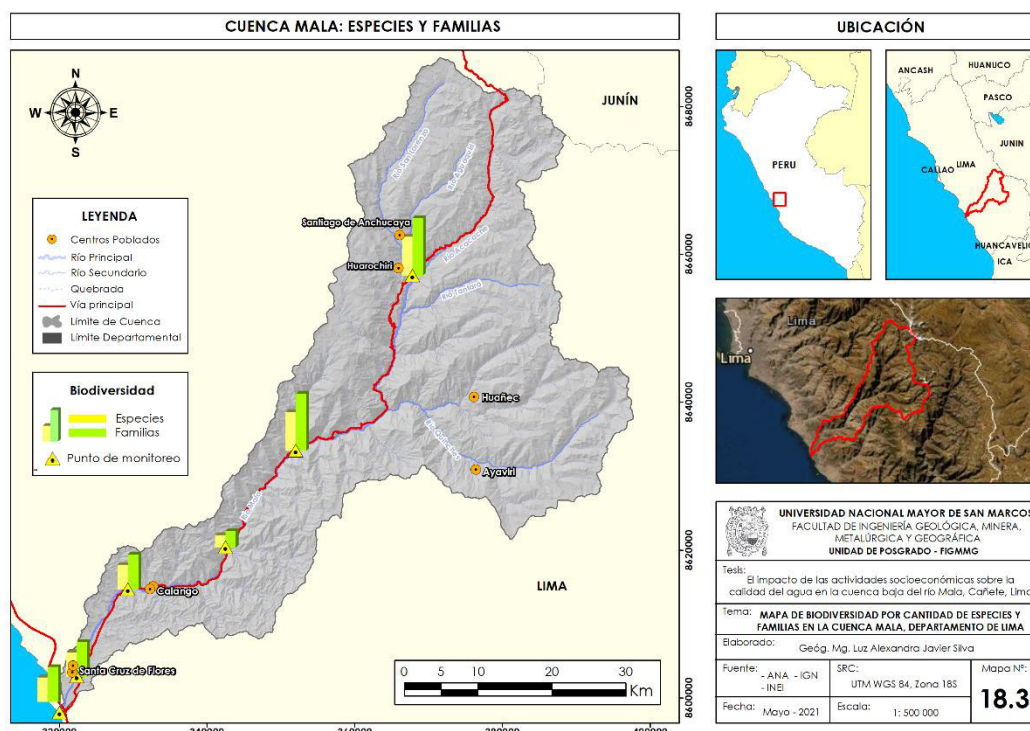


Figura 56. Mapa de biodiversidad por cantidad de especies y familias en la cuenca Mala

Con relación a la interpretación de los macroinvertebrados para la estación P1 y P5 el BMWP es de 137 encontrándose en la clase I con una calidad muy buena significando aguas muy limpias e identificándose en la tabla con el color de azul oscuro. Para la estación P6 el BMWP es de 38 encontrándose en la clase IV con una calidad dudosa significando aguas contaminadas identificándose en la tabla con el color de amarillo. Por último, para la estación P7, P9 y 10 el BMWP es de 82 encontrándose en la clase III con una calidad aceptable significando que son evidentes algunos efectos de contaminación identificándose en la tabla con el color de verde. (Figura 57 y Figura 58)

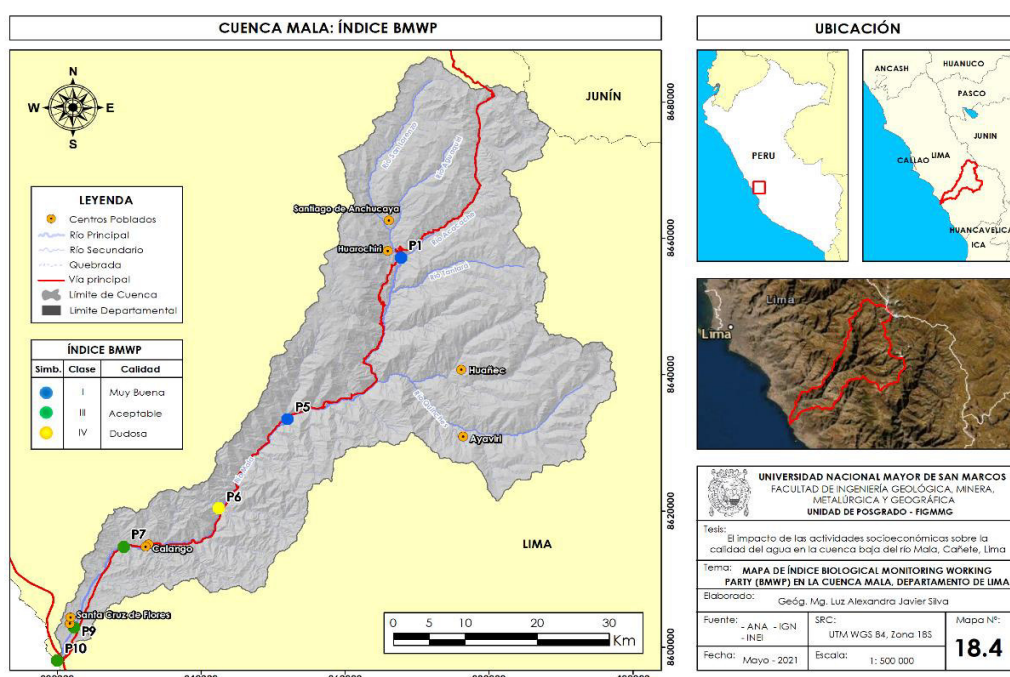


Figura 57. Mapa de índice biológico monitoring working party (BMWP) en la cuenca Mala

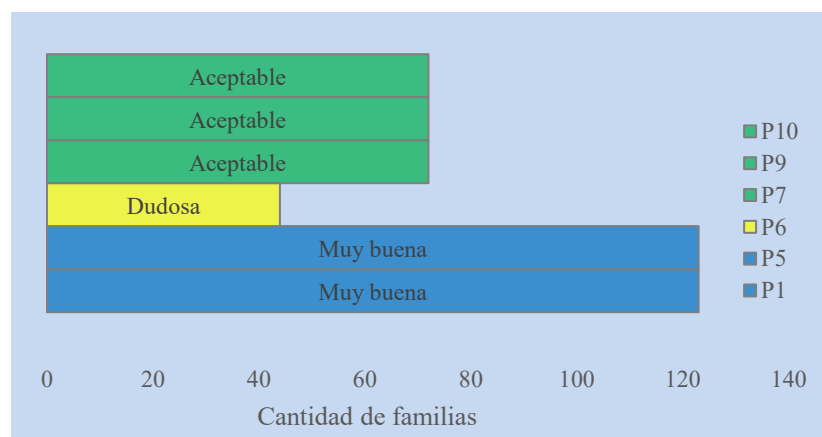


Figura 58. Calidad del agua por el Índice Biológico monitoring working party

Además, se utilizó el índice de Shannon para cuantificar la biodiversidad considerando el grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de la muestra donde se alcanza la máxima diversidad si todas las especies están igualmente presentes. Como resultado se tiene que los puntos P1 y P5 (>3) presentan alta biodiversidad a diferencias de los puntos P6, P7, P9 y P10 (<2) que tienen baja biodiversidad. (Figura 59 y Figura 60)

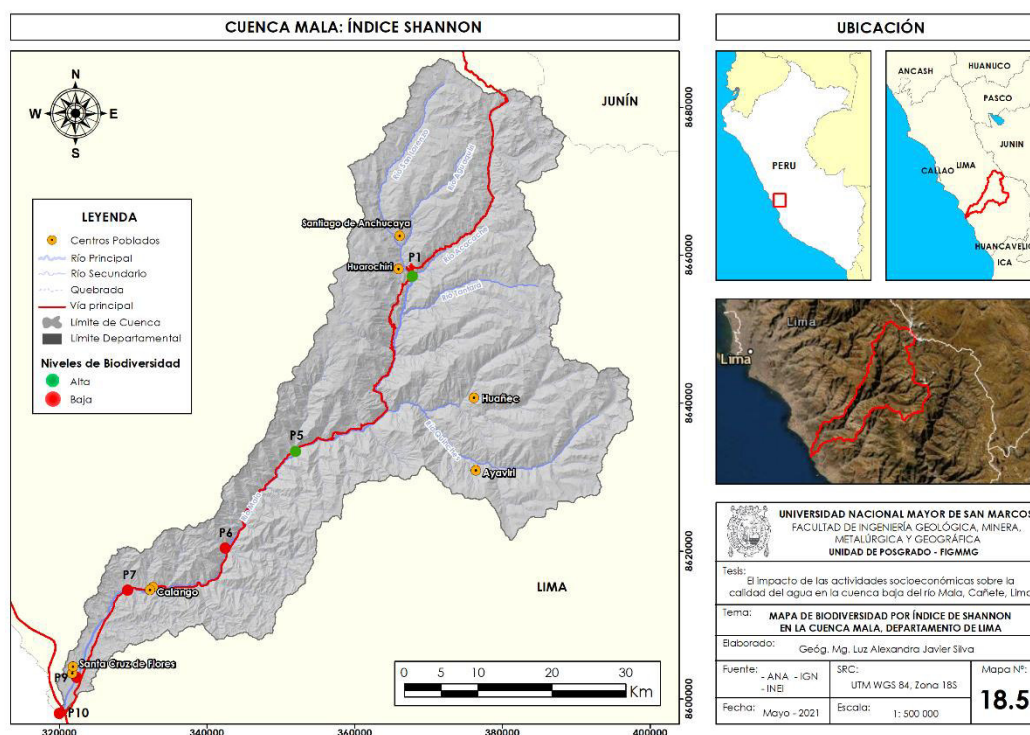


Figura 59. Mapa de biodiversidad por índice de Shannon en la cuenca Mala

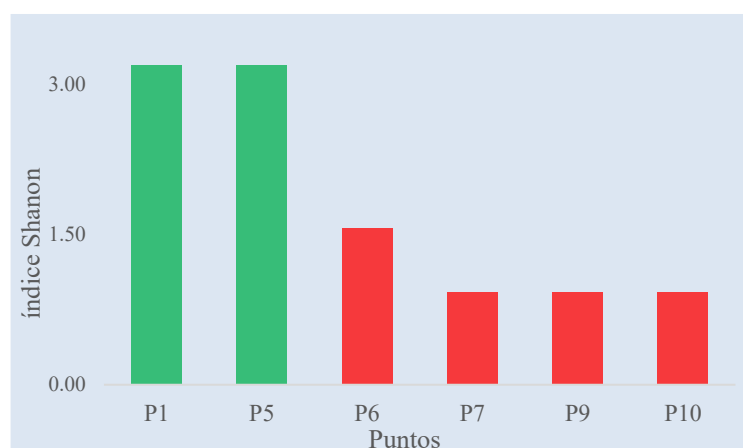


Figura 60. Índice de Shannon

Para verificar el por qué no existe una afectación entre las actividades realizadas por el hombre y la familia de los macroinvertebrados, se tuvo que *in situ* realizar una encuesta de carácter informativa, la cual fue aplicada en cuenca zona baja, debido a la cantidad de población, así como la mayor concentración de actividades socioeconómicas, representando a nivel distrital Calango y Santa Cruz de Flores (47%), San Antonio (38%); y Mala, Mariatana y Quinocay (15%).



Figura 61. Equipo de trabajo aplicación de encuestas



Figura 62. Aplicación de encuestas

Según las encuestas, la información de las actividades económicas desarrolladas en la cuenca se distribuye en: la zona baja, principales actividades económicas que se desarrollan son servicios (52%), distribuido en: Calango (24%), Quinocay (13%), San Antonio (9%) y Mala (5%), luego agricultura (41%) y por provincia: Calango (20%), Quinocay (2%), San Antonio (3%), Mala (2%), la actividad pecuaria con 2% donde solo Calango (1%) y Mala (1%) lo practican; y turismo (5%) en Calango (2%), Mala (2%) y San Antonio (1%). (Figura 63)

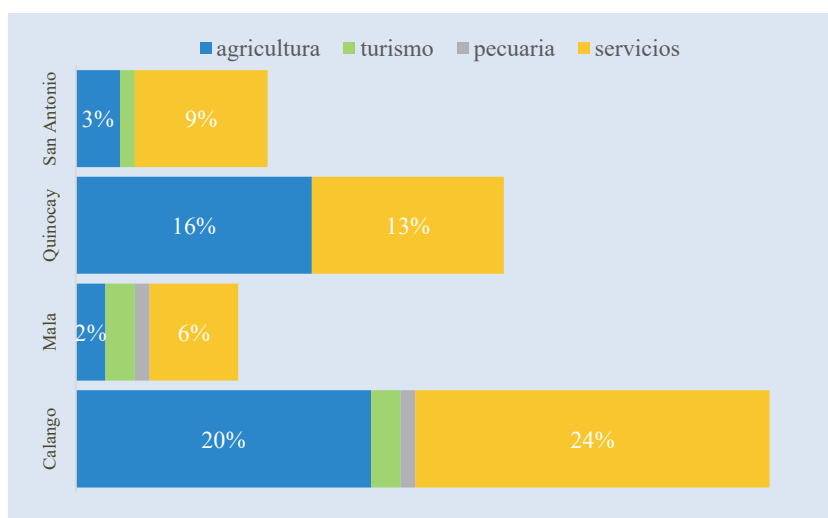


Figura 63. Actividades económicas por distritos

En relación con la agricultura (43%), las parcelas de cultivo comprendidas entre 1 y 3 Hectáreas son utilizadas para uso comercial (36%) en especial seguido del familiar (22%). (Figura 64)

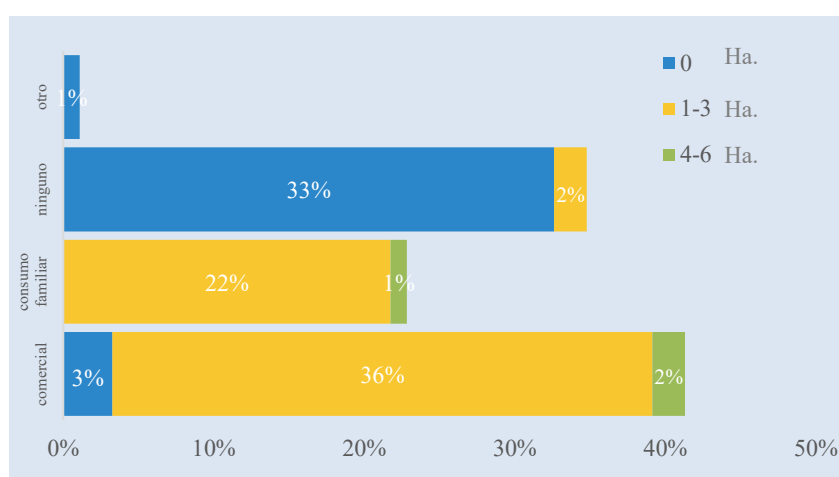


Figura 64. Parcelas de cultivo y finalidad de la producción

Del 27% total de las personas que desarrollan la actividad de servicios, el tipo de servicio comercial (76%) se distribuye por centros poblados como Calango (23%), San Antonio (20%), Quinocay (12%), Santa Cruz de Flores (11%) y Mala (6%), seguido de la actividad de transporte (9%) en Calango (3%), San Antonio (3%), Santa Cruz de Flores (3%) y Mala (1%), los demás servicios como administración pública, educativo, salud y estético, turismo y hotelería se encuentran en cantidades menores al 1%. (Figura 65)

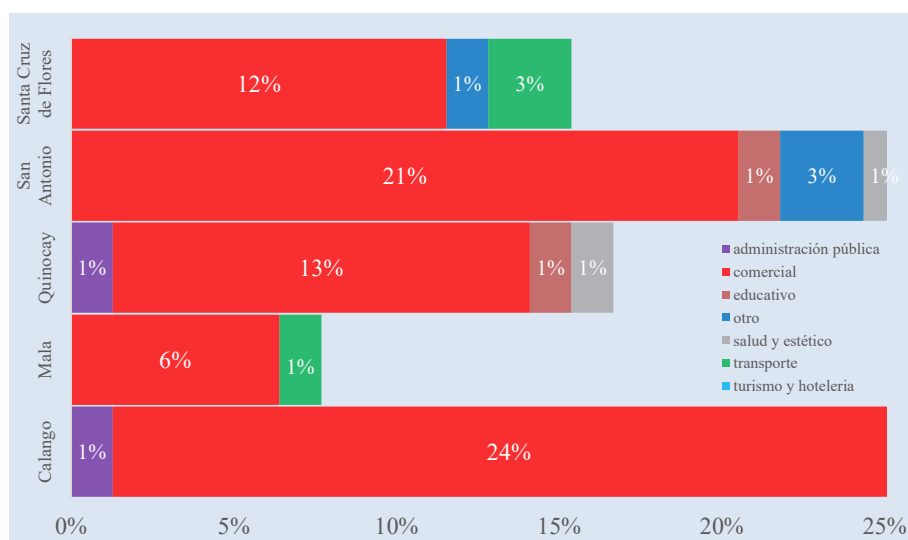


Figura 65. Tipo de actividad de servicios por centro poblado

De los ingresos económicos la distribución de la agricultura es para el mercado local, según la información recolectada respecto a los ingresos económicos de cada hogar se dedican a la actividad agrícola < S/.950 (32%), mientras que los servicios < S/.950 (31%) seguido de los ingresos comprendidos entre S/.959 – S/.1,500 para ambas actividades. (Figura 66)

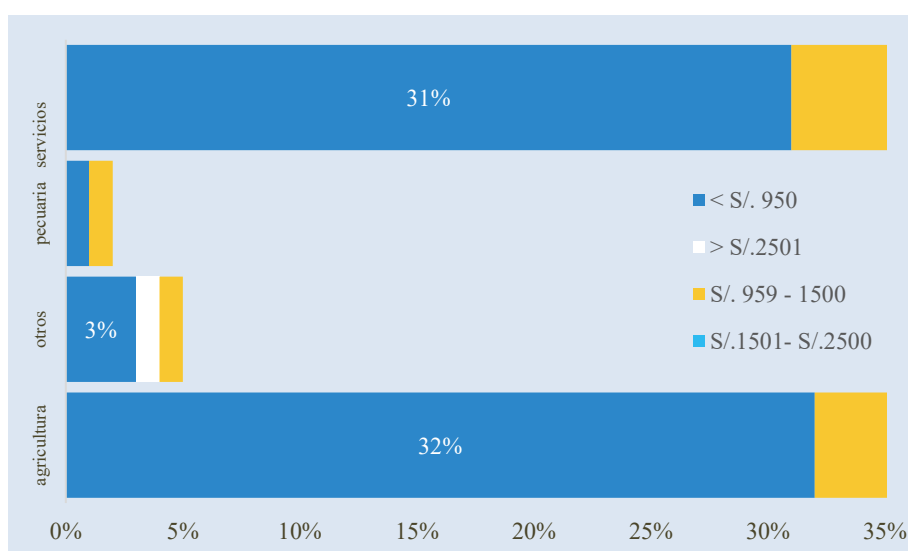


Figura 66. Ingresos familiares por actividades económicas

El 54% de encuestados indica que utiliza su vivienda con fines solo de residencial a diferencia del 46% (Figura 67) que también lo usa para desarrollar una actividad productiva. Por otra parte, el 41% reside más de 11 años en la zona con fines de vivienda al igual que el 38% que incluye otras actividades económicas además de

vivienda. Manifestando que los inmuebles habitacionales solo tienen un uso tradicional, que es la permanencia de la familia, evidencia que no es un lugar de producción mayoritaria (Figura 68).

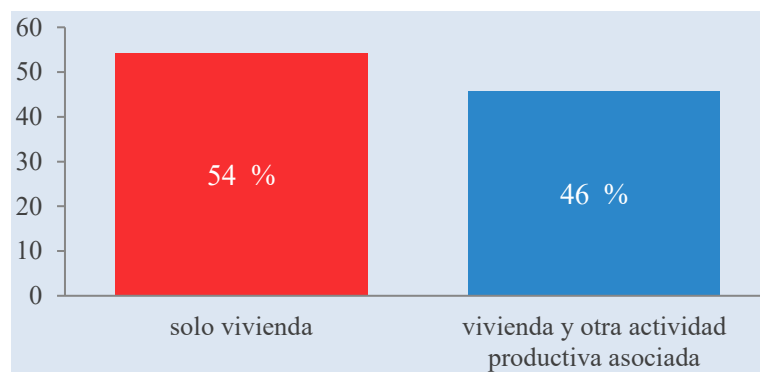


Figura 67. Tipo de uso de la vivienda

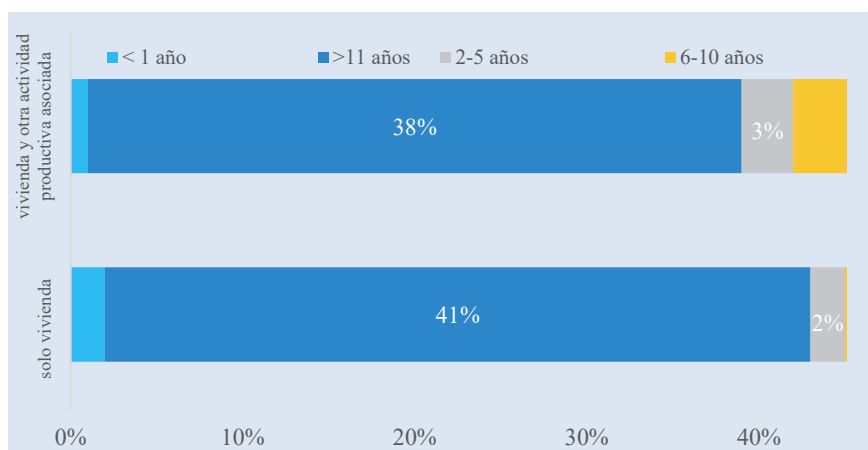


Figura 68. Relación de años residencia y tipo de uso de la vivienda

Los servicios básicos con los que cuenta la población: luz (35%), desagüe (30%), acueducto (27%) y agua potable (8%), siendo este último de extracción en los pozos ubicados en los distritos de Mala y San Antonio a diferencia de los distritos de Santa Cruz de Flores, Calango, Quinocay y Mariatana que se realiza por acueducto trasladando agua de manantial. (Figura 69)

La consulta sobre la fuente alterna que utiliza, con relación a la calidad el 72% de la población piensa que es insuficiente (Figura 70), además de que la mayor parte de la población (53%) usa el acueducto, agua de lluvia (30%) y pozo (16%). El 85% que usa el acueducto lo hace por fines agrícolas y el tipo de fuente alterna pozo, cisterna y otros se encuentran en cantidades menos al 2% (Figura 71).

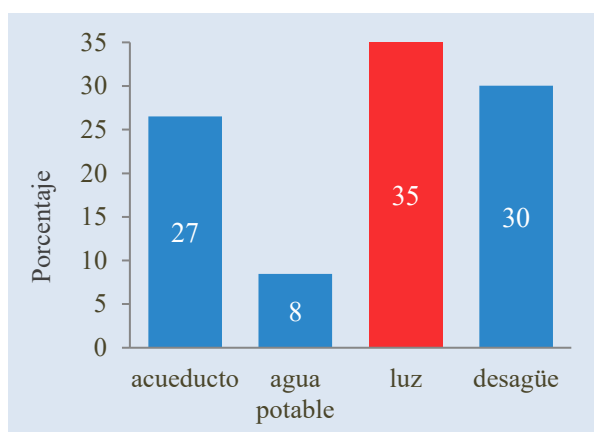


Figura 69. Servicios básicos

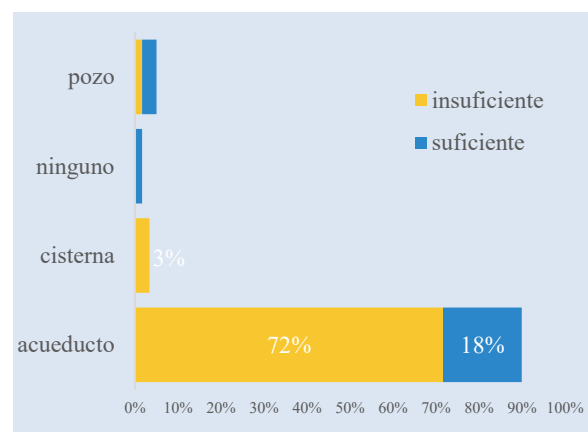


Figura 70. Relación entre el tipo de fuente de agua que utiliza y cantidad

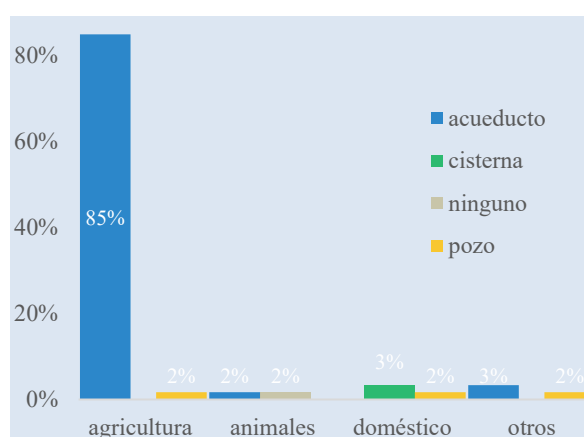


Figura 71. Tipo de fuente de agua alterna y con qué finalidad de uso

En relación con las preguntas de tamaño de parcela, tipo de riego, insumo agrícola, disminución de la producción, tipo animales de cría y lugar de pastoreo, el 55% de la población que desarrolla la actividad agrícola indica que cuenta con dimensiones comprendidas entre 1 a 3 hectáreas donde hace uso de la técnica de riego por gravedad seguido de un 33% de población que no utiliza ninguna técnica de riego (Figura 72). Así mismo, el 45% que utiliza la técnica de goteo por gravedad hace uso de sustancias químicas para la producción mientras que el 34% de personas que no utilizan ninguna técnica utiliza el abono natural (Figura 73). Por otro lado, frente a la pregunta ¿En los últimos años su producción agrícola ha disminuido? El 51% que respondió que sí, cuentan con parcelas comprendidas entre 1 a 3 hectáreas de dimensión (Figura 75). Finalmente, con relación al lugar de pastoreo el 50% de la población indica que lo realiza a otros lugares distintos a los árboles o en el pasto y el 71% de la población indica que no realiza cría de animales (Figura 74).

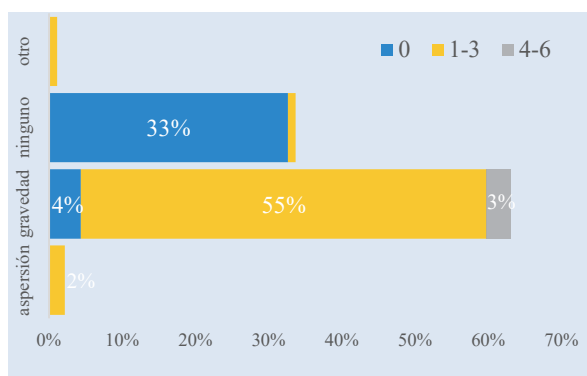


Figura 72. Relación entre el tamaño de parcela y el tipo de riego

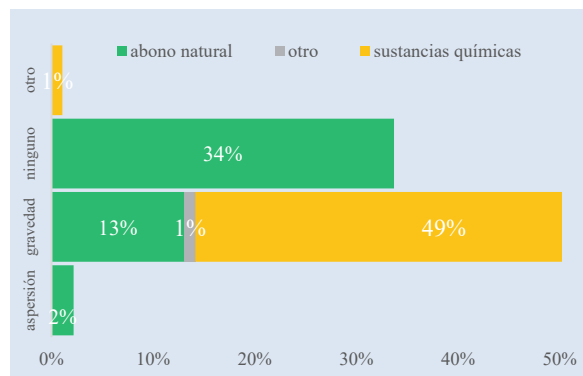


Figura 73. Relación entre el tipo de riego e insumo agrícola

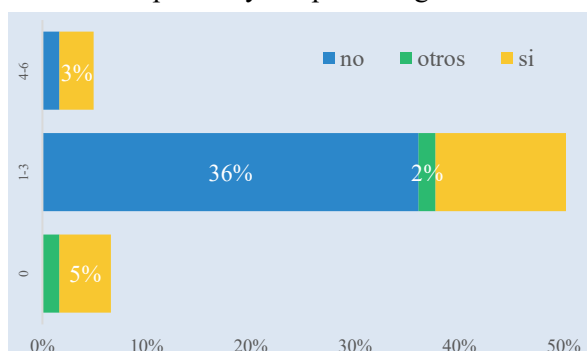


Figura 75. Relación entre la disminución de la producción por tamaño de parcela de cultivo

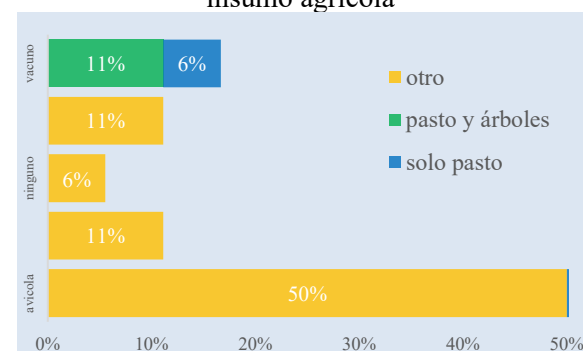


Figura 74. Relación del tipo de cría de animales y lugar de pasteo

Según la opinión emitida por la población acerca de que, si cree que el agua puede causar alguna enfermedad, el 77% indica que sí frente el 23% que indica lo contrario (Figura 77). El 30% de la población que cuenta con desagüe, los que no cuentan con sistema de desagüe el 11% manifiesta que en los últimos meses ha pasado por dolores de estómago y el 12% no presentó ninguna enfermedad, mostrando una relación baja (Figura 76).

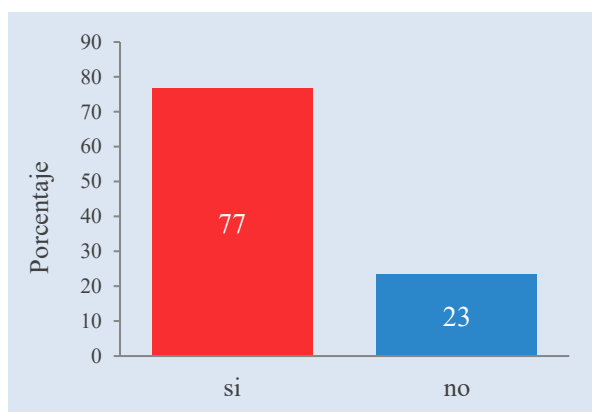


Figura 77. El agua puede causar enfermedades

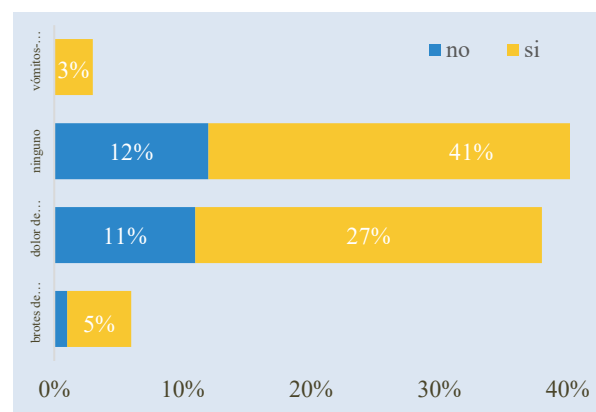


Figura 76. Relación del sistema de desagüe con enfermedades

El 31% de la población tiene conocimiento del tratamiento que recibe el agua para consumo, además de que el 40% opina que la calidad es “buena” frente al 31% que indica que es “regular” (Figura 78). El tipo de fuente de agua alterna que se utiliza el 85% lo hace a partir de acueductos y para fines agrícolas (Figura 79).

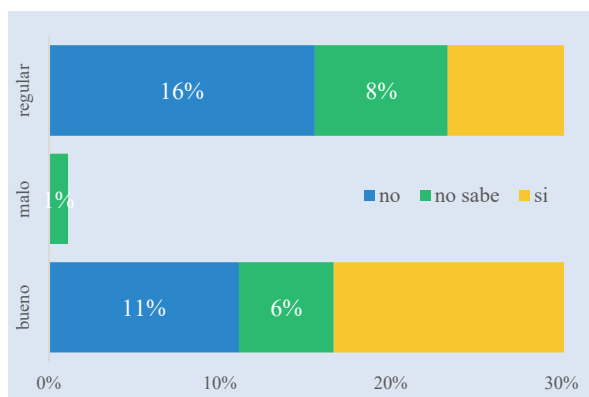


Figura 78. Relación conoce si el agua es tratada y su calidad

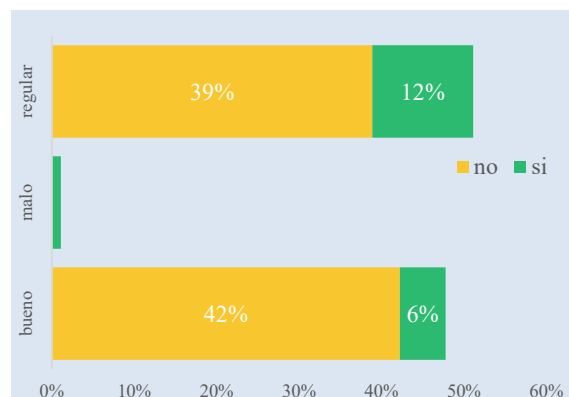


Figura 79. Relación de la calidad de agua para consumo y opinión de que el agua puede causar enfermedades

De la población total encuestada que no cuenta con sistema de drenaje se deshace de sus residuos líquidos por medio de la construcción de letrinas (22%). (Figura 80)

Respecto al servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos de responsabilidad municipal, el 91% asegura que se realiza por recolección municipal, en especial los distritos de San Antonio, Santa Cruz, Mala y Calango; y el 6% se deshace de los residuos mediante quema a cielo abierto. La relación del tiempo de producción de basura “a veces” es de compromiso municipal su recolección y traslado, siendo fuera de la cuenca. (Figura 81)

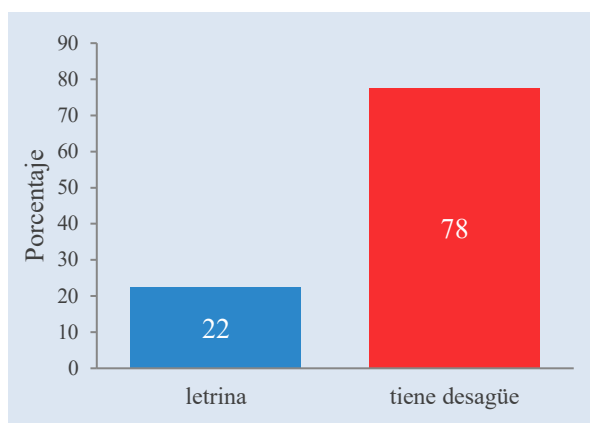


Figura 80. Eliminación de excrementos

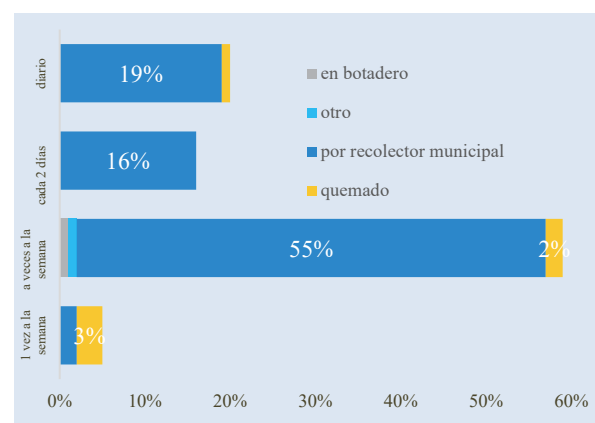


Figura 81. Relación de eliminación de basura y el tiempo

Frente a la pregunta ¿Cree usted que el agua que consume puede causar enfermedades? el 50% de la población afirma que “no” y son los que eliminan la basura cada dos días (23%) (Figura 82) y de esta misma población en consulta el 57% indica que no ha presentado ningún tipo de enfermedad (Figura 83). Finalmente, el 80% del total de la población no cree que el agua pueda causar padecimientos en la salud y el 87% no ha presentado ningún tipo de dolencia (Figura 84).

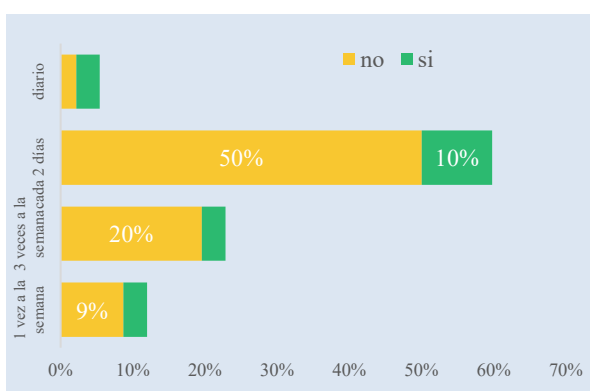


Figura 82. Relación con la frecuencia de eliminación de la basura con las últimas enfermedades

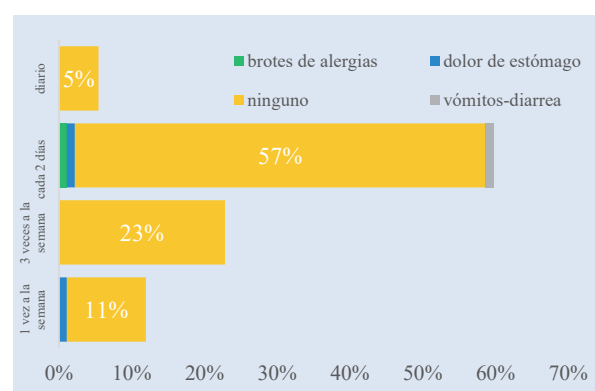


Figura 83. Relación entre eliminación de basura y opinión de que el agua puede causar enfermedades

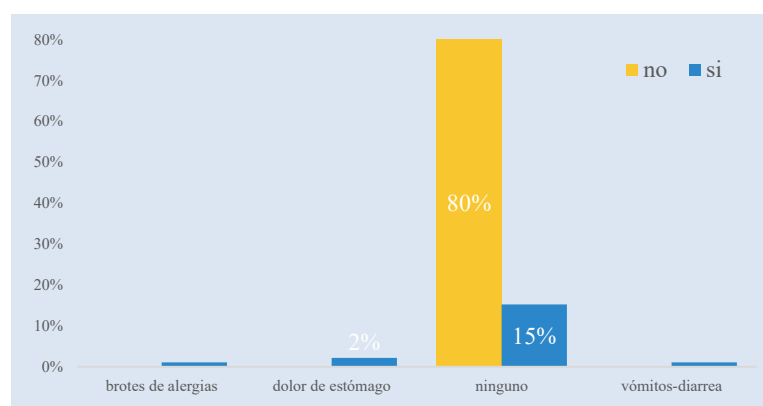


Figura 84. Relación entre la opinión si cree que el agua puede causar enfermedades con últimas dolencias

4.3 Análisis, interpretación y discusión de resultados

El presente trabajo tiene como objetivo la identificación y análisis del impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la Cuenca baja del Río Mala, Cañete.

Entre los puntos convergentes de los análisis de investigaciones con temática similar tenemos a Obando, et al. (2019), quien en su trabajo alega que la calidad del agua ocasionó un impacto social, ya que se encontraba contaminada por herbicidas, fuentes domésticas, de construcción, entre otros, producto de las actividades humanas que fueron permeando el subsuelo en la ciudad de Villavicencia. Además, a través de una encuesta se conoció que la población se encontraba de acuerdo en que el consumo del agua podía producir enfermedades siendo considerada como “No apta”, esto a partir de que el 37% de la población presentó dolencias intestinales en los últimos tres años, por tanto, es relevante la participación social para asumir responsabilidades en la comunidad. Y es así que, se consideró pertinente a partir del trabajo de Obando el cruce del análisis de laboratorio en conjunto con este proceso de consulta, siendo valioso debido a que la población es capaz de identificar las posibles afecciones que puede conllevar a la contaminación del agua en relación con sus actividades socioeconómicas, permitiendo así reforzar la concientización poblacional.

En la investigación de Rojas, et al. (2018) por medio de una simulación hidrológica identificaron que la creciente producción de alimentos produjo la saturación de

contaminantes agrícolas en las aguas del Río Mayo (Perú) siendo determinante para causar la insostenibilidad del desarrollo de la acuicultura, esto quiere decir que el desarrollo de una actividad económica puede perjudicar a otra. De manera similar, en la investigación de Boyd (2001) se determinó que la disminución de la producción de camarones se debía a la saturación de nitrógeno, incremento anormal de la temperatura, variaciones en el potencial de hidrógeno (pH) a razón del uso de fertilizantes agroquímicos. La actividad principal de del área de estudio es la agricultura (54%), mientras que solo el 2% se dedica a la acuicultura como la cría de camarones para consumo familiar y en menores cantidades para venta local, además de que el 56% de la población considera que sus actividades de extracción y consumo no se han visto disminuidas en el tiempo. Esto nos lleva a suponer que siendo la agricultura la que tiene predominancia en las actividades socioeconómicas, se convierte en el mayor contaminante, como lo expuesto por los autores; no obstante, su impacto no ha dañado el ecosistema del río Mala según los análisis físico-químicos, metales pesados y macroinvertebrados.

Ibarrará, et, al. (2016) en base a las variables independientes: econometría, actividades económicas y densidad poblacional; y la variable dependiente calidad del agua se determinó que el agua superficial se encontraba contaminada a pesar de tener planta de tratamiento en la ciudad. A partir del diseño de un modelo las estimaciones mostraron que entre más elevada sea la actividad económica, la densidad poblacional y el caudal tratado, menor es la calidad del agua, esto quiere decir, que el agua requiere de mayor tratamiento cuando hay mayor actividad económica y densidad poblacional debido a la generación de residuos y descargas que se generan en ámbito municipal. En la cuenca del río mala se desarrolla en mayor medida la actividad de servicios (52%), agricultura (41%), turismo (4%) y pecuaria (2%); y se conoce que la densidad poblacional es en general baja con excepción de los centros poblados de Calango, San Antonio y Santa Cruz de Flores que no pasan de los 8,394 habitantes para un área total de 2,332 Km², esto quiere decir según la investigación de Ibarrá et al., las variables densidad poblacional y actividades económicas no afectarían a la calidad del agua.

Torres, et, al. (2009) realizó una comparación de índices de calidad del agua superficial [ICA] parámetros como OD; pH, nitratos, coliformes fecales, temperatura, turbiedad y sólidos disueltos, para consumo humano a partir de la distribución de pesos con el fin de evaluar riesgos sanitarios (agudo o grave) que conlleven a la toma de acciones

tanto a nivel de control y mitigación. El análisis indicó que la alteración y deterioro de la calidad del agua era producto de las actividades socioeconómicas llevado a cabo por los asentamientos poblacionales como las descargas de aguas residuales y por fenómenos naturales como el arrastre de material particulado. Por esto, se consideró el monitoreo de los parámetros físico-químicos, que permitieron realizar comparaciones con la normatividad vigente sumado al uso del análisis microbiológico BMWP, sabiendo que considera variaciones de tiempo y espacio; y encuesta poblacional donde los resultados indicaron una calidad de agua “buena” es decir, las actividades socioeconómicas son sostenibles en relación con el recurso hídrico.

Finalmente, debemos señalar que en nuestro país existen pocas investigaciones relacionadas al uso del índice BMWP para la evaluación de la calidad del agua de las cuencas hidrográficas, puesto que no se cuenta con una guía técnica para su práctica, por tanto, se tuvo que recurrir a documentos y experiencias internacionales.

Capítulo V : Conclusiones

- El impacto de las principales actividades socioeconómicas registradas en la cuenca media y baja a partir de la encuesta poblacional son: servicios (52%), agricultura (41%), turismo (4%) y pecuaria (2%); además estas presentan una relación “Buena” con la calidad del agua, constatado por los monitoreos mensuales comparados con el ECA para los parámetros fisicoquímicos (OD, pH, CE y TDS) donde los valores de los puntos que sobrepasaron el umbral límite se debieron al cambio de estación del año (invierno-verano), según el análisis estadístico; sumado a ello el índice BMWP indicó “calidad agua limpia” con excepción de P6 “calidad dudosa” donde el nivel de pH es alto solo durante el periodo de estiaje, esto quiere decir que la calidad de agua se presenta en general como buena, y que las actividades económicas no causan su alteración sino las condiciones naturales como precipitación (<25.7 mm.) e incremento de caudal (<0.08 mm³/s).
- Los parámetros fisicoquímicos como el oxígeno disuelto presentan una influencia respecto a la precipitación y caudal con p-valor de 0.00503 y el potencial de hidrógeno con la precipitación y caudal con un p-valor de 0.0002298, sin embargo, estos mismos no presentan afectación con relación al tipo de suelo ni actividades económicas.
- El comportamiento de los metales pesados en las aguas de la zona baja indica que ninguno de los puntos de muestreo sobrepasa los ECA, presentando un 100% de cumplimiento.
- La abundancia en especies (19) y familias (30) de macroinvertebrados nos permite definir la calidad del agua dentro de tiempos prolongados llegando a caracterizarse como aceptable P7, P9 y P10 (60%), muy buena P1 y P5 (40%); y dudosa P6 (20%), además según el índice de Shannon los P1 y P5 tienen alta biodiversidad a diferencia de los puntos P6, P7, P9 y P10 baja biodiversidad. Además, las especies para P6 presentaron una alta tolerancia a la contaminación, mientras que los demás con tolerancia aceptable frente a la alteración natural.

Capítulo VI : Recomendaciones

Se debe tomar medidas preventivas en contra la contaminación del agua ya que, la salud humana tiene correlación directa con los peligros ambientales ya sea por descargas residuales, actividad agrícola por el uso de agroquímicos, estiércol, además; se debe implantar políticas de forestación para contribuir en mantener la cuenca en buen estado suavizando el impacto del agua de lluvia al suelo (erosión y sedimentación) aumentando la infiltración y evaporación.

El mayor porcentaje de las enfermedades son provocadas por la mala nutrición, además de calidad del agua por la falta de saneamiento, excremento animal o cantidad de químicos, que son trasladados a grandes distancias a causa del drenaje superficial o subterráneo. Los distritos de Mala, Santa Cruz de Flores y San Antonio utilizan pozos de agua destinado para la ingesta del poblador siendo necesario pasar por un tratamiento para evitar contaminación bacteriana o química antes de consumida.

La gestión municipal debe asegurar el aprovisionamiento de agua y saneamiento por el riesgo alto de la exposición de residuos sólidos que son mayores para la población que habita en centros poblados dispersos de la parte baja de la cuenca por no presentar cobertura provocando que la población practique la quema, por ende, contaminación del aire generando intoxicaciones o infecciones; además de que su escasez puede provocar enfermedades como tracoma, dermatitis de contacto, entre otras.

Finalmente, las nuevas condiciones ambientales entorno al enfoque de cambio climático generan la proliferación de vectores infecciosos quienes están desarrollando resistencia a los insecticidas, como los mosquitos, por tanto; se tiene que desarrollar políticas de control para estos vectores dentro del manejo de salud pública para evitar futuras infecciones como la malaria, fiebre amarilla, dengue, etc.

Referencias bibliográficas

- Alba, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA)*, 2, 203-213. <https://acortar.link/KgKvWm>
- Armitage, P. D. (1983). El rendimiento de un nuevo sistema biológico de puntuación de la calidad del agua basado en macroinvertebrados en una amplia gama de sitios de agua corriente no contaminada. *Investigación del agua*, 17(3), 333-347. <https://bit.ly/3GcdnoQ>
- Baque, R., Simba, L., González, B., Suatunce, P., Díaz, E. y Cadme, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Ciencia UNEMI*, 9(20), 109-117. <https://doi.org/https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp109-117p>
- Bassols, A. (1979). *Geografía subdesarrollo y regionalización*. México: Nuestro tiempo. <https://bit.ly/3INWbHV>
- Bassols, A. (1979). *Por una Geografía Humanista*. México: UNAM. <https://bit.ly/3AI3KNs>
- Bordino, J. (26 de marzo de 2011). *Cuencas hidrográficas: qué son, tipos e importancia*. Retrieved 15 de junio de 2021, from Ecología verde: <https://cutt.ly/aQyOFVj>
- Boyd, C. E. (2001). Prácticas de manejo para reducir el impacto ambiental del cultivo de camarón. *Department of Fisheries and Allied Aquacultures*, 267-295. <https://bit.ly/3s3CTsE>
- Cardenas, E. L. (2018). Aplicación del índice biótico de familias de macroinvertebrados para la caracterización del agua del Río Teusacá, afluente del Río Bogotá. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 587-597. <https://doi.org/https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1004>
- Carreño-Mendoza A., Lucas-Vidal L., Hurtado E., Barrios-Maestre R. y Acuña R. (2019). Características socioeconómicas y problemas sanitarios asociados a la calidad del agua en las comunidades de Balsa en medio, Julián y Severino del Ecuador. *Revista Científica UNEMI*, 12(30), 23-34. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol12iss30.2019pp23-34p>

- Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 304-308.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Chuquimbalqui Pulce Y. (2018). Determinación de parámetros físico-químicos y biológicos del agua del río Tío Yacu, para uso recreacional y riego de vegetales, del distrito de Elias Soplín Vargas - Rioja 2015. *Universidad Nacional de San Martin*.
<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/2514/1/INFORME%20DE%20TESIS%20-%202017%20YHEOL.CH.P%20PARA%20CD.pdf>
- Clark, G. y. (Noviembre de 2001). Technology in the Great Divergence. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*(8596).
<https://www.nber.org/system/files/chapters/c9591/c9591.pdf>
- Congreso de la República. (2017). Ley N°30588. *Diario Oficial El Peruano*.
<https://cutt.ly/bQyOSRn>
- Derecho Ambiente y Recursos Naturales. (2017). *Calidad del agua en el Perú: Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales*. (1 ed.).
<https://bit.ly/3u8d8c8>
- Domínguez, A.J y Aledo, A. (2020). *Teoría para una sociología ambiental*. Alicante : Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes.
<https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc0983682>
- Espinoza, P. (2017). Calidad del Agua en el Perú. *Derecho Ambiente y Recursos Naturales*. <https://cutt.ly/PQyOYrP>
- Espitia N. M. (2019). Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros físicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/10715/Espitia_in.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Estándares Nacionales de calidad de ambiental para agua D.S N° 004-2017-MINAM. (2017). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Federovisky, S. (2011). Historia del Medio Ambiente.
- Figuerola, R., Valdovinos, C., Araya, E. y Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile.

- Revista chilena de historia natural*, 275-285.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000200012>
- Fuentes, E. (s.f.). Agua y pueblos indígenas: una asignatura pendiente. *iAgua*.
<https://cutt.ly/1QyOHSN>
- Gianoli A. M. (2018). Estudio microbiológico y fisicoquímico de la calidad del agua en seis puntos de la Bahía de Sechura - Piura. *Universidad Peruana Cayetano Heredia*.
https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/1441/Estudio_GianoliGianoli_Ariana.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hannigan, J. A. (1995). *Environmental Sociology. A Social Constructionist Perspective*. Londres: Routledge.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=7840353&pid=S0188-2503201100010000100045&lng=es
- Hernández, O., Mancilla, O. R. Palomera, C., Olguín, J. L., Flores, H., Can, A., Ortega, H. M. y Sánchez, E. I. (2020). Evaluación de la Calidad del Agua y de la ribera en dos cuencas tributarias del río Tuxcacuesco, Jalisco, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 689-701.
<https://doi.org/https://doi.org/10.20937/rica.53595>
- Ibarrarán, M. E., Mendoza, A., Pastrana, C. y Manzanilla, E. J. (2016). Determinantes socioeconómicos de la calidad del agua superficial en México. *Región y sociedad*, 89-125. <https://doi.org/https://doi.org/10.22198/rys.2017.69.a325>
- Ingold, T. (1992). *Culture and the perception of the environment* (1st ed.). Londres: Routledge.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Perú: Crecimiento y distribución de la población total, 2017. Población censada más población omitida*. Lima.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1673/libro.pdf
- Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. (2015). La Gestión de las Cuencas Hidrográficas para asegurar los servicios ecosistémicos en las laderas del neotrópico. <https://acortar.link/dP7ml>
- Leff, E. (coord.). (1986). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*. México: Siglo XXI Editores.

- https://www.researchgate.net/publication/48212492_Los_problemas_del_conocimiento_y_la_perspectiva_ambiental_del_desarrollo
- Ley de recursos hídricos. (2017). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>
- Ley general de aguas N° 17752. (1969). [https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2004/Ambiente_2004.nsf/Documentosweb/8C45B66E6815D2DE05256F320055052B/\\$FILE/DL17752.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2004/Ambiente_2004.nsf/Documentosweb/8C45B66E6815D2DE05256F320055052B/$FILE/DL17752.pdf)
- Ley general de salud N° 26842. (1997). <http://www.essalud.gob.pe/transparencia/pdf/publicacion/ley26842.pdf>
- Ley general del ambiente N° 28611. (2005). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Ley N° 30588. (06 de 22 de 2017). Ley de reforma constitucional que reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional.
- Machado V., Granda R. y Endara A. (2018). Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano. *Universidad Tecnológica Equinoccial*, 9(4), 154-167. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.369>
- Martínez Ortiz S. (2018). Evaluación de las condiciones de calidad del agua para la formulación de estrategias de aprovechamiento y conservación de la microcuenca quebrada La Argentina, Villavicencio - Meta. *Universidad Santo Tomás*. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/12064?show=full>
- Ministerio de Agricultura. (2007). *Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del Río Mala*. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3891>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2013). Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables. <https://acortar.link/5Axc0g>
- Ministerio de Salud. (2007). *Río Mala y tributarios*. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2007/R%C3%8DO%20MALA%20Y%20TRIBUTARIOS%20-%202007.pdf>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2017). Ley N° 30588 - Ley de reforma constitucional que reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional. <https://cutt.ly/IQyOjIB>

- Mite, R. B, Osorio B. G., Suatunce, P., Ocampo, E. D., y Arevalo, L.C. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Ciencia Unemi*, 109-117. <https://doi.org/https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp109-117p>
- North, D. y Thomas R.P. . (1973). Tice Rise of the Western World: a New Economic History. *Cambridge University Press*.
- Nunes A. C., Silva do Nascimento A. C., Souza Correa S., Menezes, L., Borges, P. J. P., Lima, M. C. R. y Figueiredo, U. A. (2021). Tecnología para acceso al agua en la cuenca amazónica: impactos positivos en la vida de comunidades ribereñas del Médio Solimões, Amazonas, Brasil. *Cad. Saúde Pública*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/0102-311X00084520>
- Núñez, J. C., y Fragoso, P. J. (2020). Uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en la cuenca media del río Guatapurí (Valledupar, Colombia). *Información tecnológica*, 207-2016. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000600207>
- Obando, J. A., Mora, E. L., Lievano, L. T., Hernandez, M. A., y Cardenas, D. (2019). La calidad del agua y su impacto social. *Espacios*, 13. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n43/a19v40n43p13.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [FAO]. (2002). *Agua y cultivos*. Roma. <https://bit.ly/3s1MjUf>
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [FAO]. (2002). *Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala*. Guatemala. <https://cutt.ly/sQyOO2m>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2007). *Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala*. Serviprensa S.A. <https://cutt.ly/dQyOEKX>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2010). *Informe sobre Desarrollo Humano Perú 2009*. Lima. <https://cutt.ly/yQyOCfZ>
- Protocolo Nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales R.J N° 010-2016-ANA. (2016). http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf

- Red de Municipalidades Urbanas y Rurales del Perú [REMURPE]. (2013). *Guía de la Gestión integrada de los Recursos Hídricos para Gobiernos Locales*. Lima: Corporación Master Print Master, S.A.C. <https://cutt.ly/1QyOVVt>
- Rojas I. S. y Salazar, V. (2018). La acuicultura frente a los impactos de la actividad agrícola en la calidad de los servicios ambientales de la Cuenca del Río Mayo. Una propuesta para su abordaje desde la economía ecológica. *Estudios Sociales*, 2-26. <https://doi.org/https://doi.org/10.24836/es.v28i51.507>.
- Roldán, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 245-274. <https://doi.org/doi:http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Salazar Huánuco J. E. (2020). Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el periodo 2015-2019. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7893>
- Sanabria, L., Jacobo, J., y Pérez, D. (2020). Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP/BOL (bioindicadores ecológicos) del Río Trancas, Municipio de Entre Ríos - Tarija. *Acta Nova*, 567-591. Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP/BOL (bioindicadores ecológicos) del Río Trancas, Municipio de Entre Ríos - Tarija (scielo.org.bo)
- Santos, M. (1996). Metamorfosis del espacio habitado. https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1lPekS3_V0yAUKqWWqi0ucT94rdERAKKX
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2013). Cuenas Hidrográficas. Fundamnetos y perspectivas para su manejo y gestión. *SEMARNAT*. <https://cutt.ly/UQyON8f>
- Sierra, R. (1994). Técnicas de investigación social: Teoría y Ejercicios. https://significanteotro.files.wordpress.com/2017/08/docslide-com-br_tecnicas-de-investigacion-social-r-sierra-bravo.pdf
- Torres, P., Hernán C. y Patiño P. J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 79-94. <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/59/43>
- Trujillo, C. A., Moncada, J. A., Aranguren, J. R., y Lomas, K. R. (2018). Significados del agua para la comunidad indígena Fakcha Llakta, Canon Otavalo, Ecuador.

Ambiente & Sociedade, 21, 1-20. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0100r3vu18L1AO>

Valdivieso, A. (s.f). ¿Qué es el agua? <https://cutt.ly/vQyO0nm>

Vidal de la Blache, P. (1977). Geografía, ciencia humana. *Centro Editor de América Latina*.

Villena, J. A. (26 de 06 de 2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. 35(2). <https://acortar.link/Yexg4P>

World Vision. (s.f). Manual de Manejo de Cuencas. <https://acortar.link/IP8ohg>

Yanguas, E., Hall, J. S. y Kirn, V. (2015). *La Gestión de las Cuencas Hidrográficas para asegurar los servicios ecosistémicos en las laderas del neotrópico*. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. <https://acortar.link/dP7ml>

Anexos

Anexo A. Categoría 1 – Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable				
Parámetros	Unidad de medida	A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A3 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Físicoquímico				
Aceites y grasas	mg/L	0.5	1.7	1.7
Cianuro total	mg/L	0.07	**	**
Cianuro libre	mg/L	**	0.2	0.2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color				
Color (b)	verdadero	15	100 (a)	**
	Escala Pt/Co			
Conductividad	(μ S/cm)	1,500	1,600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0.003	**	**
Fluoruros	mg/L	1.5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0.1	0.15	0.15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃) (c)-	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)-	mg/L	3	3	**
Amoniac- N	mg/L	1.5	1.5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1,000	1,000	1,500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	$\Delta 3$	$\Delta 3$	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
Inorgánicos				
Aluminio	mg/L	0.9	5	5
Antimonio	mg/L	0.02	0.02	**
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.15
Bario	mg/L	0.7	1	**
Berilio	mg/L	0.012	0.04	0.1
Boro	mg/L	2.4	2.4	2.4
Cadmio	mg/L	0.003	0.005	0.01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo total	mg/L	0.05	0.05	0.05
Hierro	mg/L	0.3	1	5
Manganeso	mg/L	0.4	0.4	0.5
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.002
Molibdeno	mg/L	0.07	**	**
Níquel	mg/L	0.07	**	**
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable				
Parámetros	Unidad de medida	A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A3 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Selenio	mg/L	0.04	0.04	0.05
Uranio	mg/L	0.02	0.02	0.02
Zinc	mg/L	3	5	5
Orgánicos				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C8 - C40)	mg/L	0.01	0.2	1
Trihalometanos	(e)	1	1	1
Bromoformo	mg/L	0.1	**	**
Cloroformo	mg/L	0.3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0.1	**	**
Bromodiclorometano	mg/L	0.06	**	**
I. Compuestos orgánicos volátiles				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0.2	0.2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0.03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0.03	0.03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0006	0.0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0.04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0.004	0.004	**
Tricloroetano	mg/L	0.07	0.07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0.01	0.01	**
Etilbenceno	mg/L	0.3	0.3	**
Tolueno	mg/L	0.7	0.7	**
Xilenos	mg/L	0.5	0.5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0.0007	0.0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0.009	0.009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0.19	0.0001	**
Organoclorados				
Aldrín + Dieldrín	mg/L	0.00003	0.00003	**
Clordano	mg/L	0.0002	0.0002	**
Dicloro Difenil				
Tricloroetano (DDT)	mg/L	0.001	0.001	**
Endrin	mg/L	0.0006	0.0006	**
Heptacloro + Heptacloro				
Epóxido	mg/L	0.00003	0.00003	**
Lindano	mg/L	0.002	0.002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0.01	0.01	**
II. Cianotoxinas				
Microcistina-LR	mg/L	0.001	0.001	**
III. Bifenilos policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0.0005	0.0005	**
Microbiológicos y parasitológicos				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2000	20000
Formas Parasitarias	Nº	0	**	**
	Organismo/L			

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable				
Parámetros	Unidad de medida	A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A3 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	Nº Organismo/L	0	<5x106	<5x106

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de filtración simple

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃ - -N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃ -).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N (NO₂ - -N), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO₂ -).

(**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- Δ3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM.

humano y para la vida acuática.	presentan un alto riesgo de afectación.	Molibdeno [mg/l]
		Níquel [mg/l]
		Plomo [mg/l]
		Selenio [mg/l]
		Uranio [mg/l]
		Zinc [mg/l]
	Fisicoquímicos	Conductividad [μS/cm]
		Oxígeno disuelto [OD]
		Potencial de Hidrógeno [pH]
		Temperatura [C°]
		Sólidos disueltos totales [TDS]
	Microbiológico y parasitológico	Coliformes termotolerantes [NMP/100ml]

Elaboración propia.

Anexo C. Matriz de consistencia

Título	Problemas Problema general	Objetivos Objetivo general	Hipótesis Hipótesis general	Variables Variable dependiente	Operacionalización
El impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima	P.G: ¿Cuál es el impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima?	O.G: Identificar el impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima.	H.G: El impacto de las actividades socioeconómicas en la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima sobre la calidad del agua es moderado.	La calidad del agua	Inorgánico Físicos químicos Microbiológico y parasitológico
	Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable independiente	
	P.E 1: ¿Cuáles y dónde se ubican las principales actividades socioeconómicas en la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima?	O.E 1: Identificar y ubicar las principales actividades socioeconómicas en la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima.	H.E 1: Las principales actividades socioeconómicas se ubican en la parte baja de la cuenca y se encuentran asociadas a la agricultura y servicios		
	P.E 2: ¿Cuál es el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima?	O.E 2: Caracterizar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima.	H.E 2: Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la cuenca baja del río Mala presentan afectaciones producto de la geoquímica natural de las rocas del cauce y/o de las actividades económicas	Las actividades socioeconómicas	Agricultura Pecuaria Pesca Industria Servicios
	P.E 3: ¿Cuál es el comportamiento de los metales pesados de las aguas de la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima?	O.E 3: Caracterizar el comportamiento de los metales pesados de las aguas de la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima.	H.E 3: La Cuenca baja del río Mala no presenta alteración significativa por presencia de metales pesados		
	P.E 4: ¿Cuáles son las familias de macroinvertebrados presentes y su nivel de abundancia en las aguas de la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima?	O.E 4: Identificar las familias de macroinvertebrados presentes y su nivel de abundancia en las aguas de la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima.	H.E 4: Las principales familias de macroinvertebrados presentan tolerancia entre media y baja a la contaminación y con un aceptable nivel de abundancia		

Anexo D. Encuesta Socioeconómica

Encuesta de actividades socioeconómicas y manejo del agua

El objetivo de la encuesta es obtener información de primera mano sobre las actividades socioeconómicas y manejo del agua en los medios de vida o en la seguridad alimentaria de las familias para analizar y examinar respuestas e identificar potenciales agentes contaminantes

Coordenada encuesta (X, Y)

Encuestador

Fecha

Edad del entrevistado

Género

A. Información sobre la vivienda

A.1 Tipo de uso de la vivienda

☐ solo vivienda ☐ vivienda y otra actividad productiva asociada ☐ otro

A.2 Tiempo que vive en la casa

☐ <1 ☐ 2-5 ☐ 6-10 ☐ >11

A.3 Tenencia de la vivienda

☐ propia ☐ alquilada ☐ alquiler venta ☐ otro

A.4 Material predominante en la casa

☐ adobe ☐ madera ☐ material noble ☐ quincha ☐ estera ☐ otro

A.5 La vivienda pertenece al nivel económico

☐ Alto ☐ Medio ☐ Bajo

A.6 La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico

☐ Alto ☐ Medio ☐ Bajo

A.7 ¿Con qué servicios cuenta?

☐ agua potable ☐ luz ☐ desagüe ☐ agua de pozo

☐ acueducto ☐ internet ☐ otro

A.8 ¿Paga por el servicio de agua?

☐ Sí ☐ No ☐ Otro

A.9 ¿Cuánto paga al mes por el consumo de agua?

☐ S/. 5-20 ☐ S/. 21-40 ☐ > S/. 41

B. Información sobre la familia y actividades

B.1 ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?

☐ 1-3 ☐ 4-7 ☐ 8-12 ☐ > 13

B.2 ¿Cuántas personas trabajan en su familia?

☐ 1-3 ☐ 4-7 ☐ 8-12 ☐ > 13

B.3 ¿Número de personas de la familia que actualmente buscan empleo?

☐ 1-3 ☐ 4-7 ☐ 8-12 ☐ > 13

B.4 Detallar el salario del jefe de hogar

☐ < S/. 950 ☐ S/. 959 - 1500 ☐ S/.1501- S/.2500 ☐ > S/.2501

B.5 ¿Qué tipo de actividad económica principal desarrolla?

☐ agricultura ☐ ganadería ☐ acuicultura ☐ industria

☐ servicios ☐ minería ☐ otro

* Si practica acuicultura ¿Con qué finalidad lo realiza?

☐ consumo familiar ☐ comercio local ☐ comercio externo

C. Información sobre la actividad agrícola

C.1 ¿Cuántas parcelas de cultivo tiene?

☐ 1-3☐ 4-6☐ > 7**D. Información sobre la actividad ganadera**

D.1 ¿En los últimos años qué tipo de animales ha criado?

☐ vacuno☐ porcino☐ caprino☐ cunicultura☐ cunicultura☐ avicultura☐ otros

D.2 Si cría ganado ¿Dónde realiza el pasteo?

☐ pasto y árboles☐ solo pasto☐ otro**E. Información sobre la actividad minera**

E.1 Conoce usted si se practica actividad minera

☐ si☐ no☐ no sabe

* Si en caso sabe que se realiza la actividad minera, ¿Sabe usted qué tipo de mineral se extrae?

☐ oro☐ cobre☐ yeso☐ otro**F. Impacto de la actividad agrícola sobre el agua**

F.1 ¿Con qué finalidad realiza su producción agrícola?

☐ consumo familiar☐ comercial☐ otro

F.2 ¿Qué tipo de riego realiza?

☐ aspersión☐ goteo☐ inundación☐ otro

F.3 ¿Qué tipo de insumo agrícola utiliza?

☐ sustancias químicas☐ abono natural☐ otro

F.4 ¿En los últimos años su producción agrícola ha disminuido?

☐ si☐ no☐ otro

* Si la respuesta es sí, ¿Cuál cree que sea la razón?

☐ inundación☐ minería☐ turismo☐ Otro**G. Impacto de las actividades domésticas**

G.1 ¿Cuántos días al mes no dispone de agua para uso doméstico?

☐ < 4☐ 5-9☐ > 10

G.2 ¿Sabe usted si el agua para uso doméstico es tratada?

☐ si☐ no☐ no sabe

G.3 ¿Cómo calificaría la calidad del agua para uso doméstico?

☐ bueno☐ regular☐ malo

G.4 ¿Qué otro tipo de fuente de agua utiliza?

☐ río☐ manantial☐ acueducto☐ lluvia☐ otro

G.5 ¿Para qué utiliza el agua de fuente alterna?

☐ domestico☐ animales☐ agricultura☐ forestal☐ otro

G.6 Con esta otra fuente adicional, la cantidad de agua que dispone es

☐ suficiente☐ insuficiente**H. Impacto del servicio de saneamiento y residuos sólidos**

H.1 ¿Tiene conexión al sistema de desagüe?

☐ si☐ no☐ otro

* Si la respuesta es no, ¿Cómo elimina los excrementos y aguas residuales?

☐ letrina☐ suelo☐ rio☐ otro

H.2 ¿Cómo se elimina la basura en su vivienda?

☐ por recolector municipal☐ enterrado☐ en botadero☐ quemado☐ otro

H.3 ¿Con qué frecuencia elimina la basura de su vivienda?

☐ diario☐ a veces a la semana☐ cada 2 días☐ 1 vez a la semana**I. Enfermedades por el consumo de agua**

I.1 ¿Cree usted que el agua que consume puede causar enfermedades?

☐ Si

☐ No

☐ Otro

I.2 ¿En los últimos meses ha presentado alguna enfermedad?

☐ dolor de estómago

☐ vómitos-diarrea

☐ alergias

☐ parásitos

☐ otros

Anexo E. Información del especialista

Información del especialista N°1	
Título de investigación	El impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua en la cuenca baja del Río Mala, Cañete, Lima
Nombres y Apellidos:	
Sexo:	Hombre ☐ Mujer ☐ Edad años
Profesión:	
Especialidad:	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Años de experiencia:	
Cargo que desempeña actualmente:	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Institución donde labora:	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Firma:	

Formato de validación

Para validar el Instrumento debe colocar en el casillero las puntuaciones: 4 = cumple, 3 = regular, 2 = bajo y 1 = no cumple, según corresponda su evaluación de acuerdo con la rúbrica de los criterios: claridad (se comprende el planteamiento de la pregunta), relevancia (la pregunta es necesaria), pertinencia (la pregunta guarda relación con el tema de investigación) y coherencia (la pregunta guarda relación con la dimensión e indicador).

Anexo F. Criterios de validación para el cuestionario

Nombre del Instrumento		Cuestionario				
Autor del Instrumento		Luz Alexandra Javier Silva				
Variable 1		Actividades Económicas				
Definición Conceptual		Son aquellas actividades relacionadas con la producción, el intercambio y el consumo de bienes o servicios e incluso información. Son parte importante de la identidad de una población y contribuyen con la economía de un país.				
Población		9,831 pobladores de la cuenca del río Mala durante el año 2022, Lima, Perú, distribuidos en 98 centros poblados.				
Muestra		370 pero por tratarse de una zona rural se aplicó el 20% siendo un total de 100 pobladores en la cuenca del río Mala durante el año 2022, Lima, Perú.				
Dimensión / Indicador		Ítems	Claridad	Relevancia	Pertinencia	Coherencia
Observaciones y/o recomendaciones						
D1 Impacto de las actividades socioeconómicas sobre la calidad del agua	I1 Impacto de la actividad agrícola sobre el agua	1	Fines de la producción agrícola			
		2	Tipo de riego			
		3	Tipo de insumo agrícola			
		4	La producción agrícola ha disminuido			
	I2 Impacto de las actividades domésticas sobre el agua	5	Número de días que no dispone de agua para consumo doméstico			
		6	Conoce si el agua para uso doméstico es tratada			
		7	Calificación para la calidad del agua para uso doméstico			
		8	Otro tipo de fuente de agua que utiliza			

Dimensión / Indicador		Ítems	Claridad	Relevancia	Pertinencia	Coherencia	Observaciones y/o recomendaciones
D2 Identificación y ubicación de las principales actividades económicas	I3 Impacto del servicio de saneamiento y residuos sólidos	9	Fines de uso para la fuente alterna de agua				
		10	La fuente adicional es suficiente para sus actividades				
		11	Cuenta con conexión al sistema de desagüe				
		12	Forma de eliminación de la basura				
		13	Frecuencia de la eliminación de basura				
	I4 Enfermedades por el consumo de agua	14	Considera que el agua que consume puede causar enfermedades				
		15	Tipo de enfermedad que ha presentado en los últimos meses				
		16	Número de personas que habitan en la vivienda				
	I5 Información sobre la familia y actividades	17	Número de personas que trabajan para el hogar				
		18	Número de personas que actualmente buscan empleo				
		19	Salario del jefe de hogar				
		20	Tipo de actividad económica				
	I6 Agricultura	21	Número de parcelas de cultivo				
		22	Tipo de animales que cría				
	I7 Ganadería	23	Lugar donde realiza el pastoreo				
		24	Conoce si en la zona se practica la minería				

Anexo G. Puntos de monitoreo fecha 01/07/21

Punto 1		Punto 2		Punto 3		Punto 4		Punto 5	
									
X	367811	X	365153	X	363303	X	362721	X	355591
Y	8656972	Y	8645412	Y	8642724	Y	8637371	Y	8635014
Punto 6		Punto 7		Punto 8		Punto 9		Punto 10	
									
X	345129	X	329252	X	324554	X	322427	X	319948
Y	8623384	Y	8614709	Y	8608723	Y	8603038	Y	8598148

Anexo H. Registro topográfico muestreo para macroinvertebrados

Punto 1	Punto 5	Punto 6
		
Punto 7	Punto 9	Punto 10
		

Anexo I. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros fisicoquímicos - Subcategoría A1 con fecha de toma 01/07/21

Parámetros	Unidad	Valor ECA (A1)	Subcategoría A Valor ECA (A1)									
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Conductividad	uS/cm	1500	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/l	≥ 6	No cumple	cumple	No cumple	No cumple	No cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	No cumple
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5	cumple	cumple	No cumple	cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	cumple
T°	°C	Δ 3	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple
Solidos Disueltos Totales (TDS)	mg/l	1000	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple	cumple

Informe de Ensayo N° 153256-2021

(**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría
Elaboración propia.**Anexo J.** Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros microbiológicos - Subcategoría A1 con fecha de toma 01/07/21

Parámetros	Unidad	Valor ECA (A1)	Subcategoría A Valor ECA (A1)									
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Numeración de Coliformes Fecales (Coliformes Termotolerantes)	NMP/100 ml	50	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple

Anexo K. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros metales totales inorgánicos - Subcategoría A1 con fecha de toma 01/07/21

Parámetros	Unidad	Valor ECA (A1)	Subcategoría A									
			Valor ECA (A1)									
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Aluminio (Al)	mg/l	0.9	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Antimonio (Sb)	mg/l	0.02	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Arsénico (As)	mg/l	0.01	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Bario (Ba)	mg/l	0.7	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Berilio (Be)	mg/l	0.012	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Boro (B)	mg/l	2.4	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Cadmio (Cd)	mg/l	0.003	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Cobre (Cu)	mg/l	2	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Cromo (Cr)	mg/l	0.05	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Hierro (Fe)	mg/l	0.3	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Manganeso (Mn)	mg/l	0.4	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Mercurio (Hg)	mg/l	0.001	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Molibdeno (Mo)	mg/l	0.07	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Níquel (Ni)	mg/l	0.07	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Plomo (Pb)	mg/l	0.01	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Selenio (Se)	mg/l	0.04	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Uranio (U)	mg/l	0.02	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple
Zinc (Zn)	mg/l	3	cumple	-	-	-	cumple	cumple	cumple	-	cumple	cumple

Informe de Ensayo N° 153256-2021

(**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría

Elaboración propia.

Anexo L. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros fisicoquímicos - Subcategoría A2 con fecha de toma 01/07/21

[illegible]

Informe de Ensayo N° 153256-2021

(**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría

Elaboración propia.

Anexo M. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros microbiológicos - Subcategoría A2 con fecha de toma 01/07/21

[illegible]

Anexo N. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros metales totales inorgánicos - Subcategoría A2 con fecha de toma 01/07/21

Parámetros	Unidad	Valor ECA (A2)	Subcategoría A									
			Valor ECA (A2)									
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Aluminio (Al)	mg/l	5	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Antimonio (Sb)	mg/l	0.02	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Arsénico (As)	mg/l	0.01	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Bario (Ba)	mg/l	1	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Berilio (Be)	mg/l	0.04	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Boro (B)	mg/l	2.4	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Cadmio (Cd)	mg/l	0.005	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Cobre (Cu)	mg/l	2	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Cromo (Cr)	mg/l	0.05	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Hierro (Fe)	mg/l	1	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Manganeso (Mn)	mg/l	0.4	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Mercurio (Hg)	mg/l	0.002	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Molibdeno (Mo)	mg/l	-	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Níquel (Ni)	mg/l	-	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Plomo (Pb)	mg/l	0.05	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Selenio (Se)	mg/l	0.04	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Uranio (U)	mg/l	0.02	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Zinc (Zn)	mg/l	5	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple

Informe de Ensayo N° 153256-2021

(**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría

Elaboración propia.

Anexo O. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros fisicoquímicos - Subcategoría A3 con fecha de toma 01/07/21

[illegible]

Informe de Ensayo N° 153256-2021

(**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría

Elaboración propia.

Anexo P. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros microbiológicos - Subcategoría A3 con fecha de toma 01/07/21

[illegible]

Anexo Q. Resultados emitidos por el laboratorio para los parámetros metales totales inorgánicos - Subcategoría A3 con fecha de toma 01/07/21

Parámetros	Unidad	Valor ECA (A3)	Subcategoría A									
			Valor ECA (A3)									
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Aluminio (Al)	mg/l	5	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Antimonio (Sb)	mg/l	**	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Arsénico (As)	mg/l	0.15	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Bario (Ba)	mg/l	**	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Berilio (Be)	mg/l	0.1	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Boro (B)	mg/l	2.4	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Cadmio (Cd)	mg/l	0.01	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Cobre (Cu)	mg/l	2	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Cromo (Cr)	mg/l	0.05	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Hierro (Fe)	mg/l	5	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Manganeso (Mg)	mg/l	**	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Mercurio (Hg)	mg/l	0.002	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Molibdeno (Mo)	mg/l	**	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Níquel (Ni)	mg/l	**	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Plomo (Pb)	mg/l	0.05	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Selenio (Se)	mg/l	0.05	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Uranio (U)	mg/l	0.02	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple
Zinc (Zn)	mg/l	5	cumple				cumple	cumple	cumple		cumple	cumple

Informe de Ensayo N° 153256-2021

(**) No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría
Elaboración propia.

Anexo R. Puntuación Biological monitoring working party [BMWP]

Orden	Familia	Puntos					
		P1	P5	P6	P7	P9	P10
Atopsyche	Atopsyche	8	8	8			
Basommatophora	tanypodinae	2	2		2	2	2
Ceratopogonidae	palpomyiinae	4	4				
	alotanypus	2	2	2	2	2	2
Chironomidae	cricotopus	2	2				
	larsia	2	2				
	orthoclauiinae	2	2	2	2	2	2
	elminae	6	6		6	6	6
Coleoptera	hydrophilidae	3	3				
	simuliidae	5	5		5	5	5
Diptera	blephariceridae	10	10				
	chironomidae	2	2		2	2	2
	chelifera	4	4				
Empiridae	neoplasia	4	4				
	hemerodromiinae	4	4		4	4	4
Ephemeroptera	baetidae	6	6	6	6	6	6
	leptohyphidae	7	7	7	7	7	7
Gasteropoda	physidae				3	3	3
Hemerodromia	hemerodromia				4	4	4
Hidrophricidae	smicridea	5	5				
Hydrachnidae	hydrachna	2	2				
	hydrachnidae				2	2	2
Meridialaris	meridialaris	10	10				
Metrichia	metrichia	8	8		8	8	8
	hydroptilidae	8	8	8	8	8	8
Microcylloepus	microcylloepus			6	6	6	6

Orden	Familia	Puntos					
		P1	P5	P6	P7	P9	P10
Oligochaeta	oligochaeta	1	1				
Plecoptera	gripopterygidae	10	10				
Sinicridea	hydropsychidae			5	5	5	5
Trichoptera	leptoceridae	6	6				
19	30	123	123	44	72	72	72
Clase BMWP		I	I	IV	III	III	III
Calidad BMWP		Muy buena	Muy buena	Dudosa	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Significado		Agua muy limpia	Agua muy limpia	Aguas contaminadas	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Son evidentes algunos efectos de contaminación

Informe de Ensayo N° 153393-2021
Elaboración propia.

Anexo S. Certificado de acreditación del Instituto Nacional de Calidad

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación a:

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Naciones Unidas N° 1565, Urb. Chacra Ríos Norte, distrito de Cercado de Lima, departamento de Lima.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 25 de marzo de 2021

Fecha de Vencimiento: 24 de marzo de 2025



Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU
20600283015 soft
Fecha: 2021-03-26 14:44:02
Motivo: Soy el Autor del Documento

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0135-2021-INACAL
Contrato N° : N° 012-2021/INACAL-DA
Registro N° : LE-047

Fecha de emisión: 26 de marzo de 2021

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

Anexo T. Certificado de calibración

HANNA
instruments

Instrument Quality Certificate

Instrument: HI98194 SN: 07250050101 Software version: 1.08

Description: Multiparameter Waterproof Meter

Hanna Instruments certifies that this instrument has been produced, calibrated and tested to meet all applicable Hanna Instruments procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally acceptable national physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001. The following tests have been performed according with the reference from the QC Procedure of the meter.

The results are listed below:

	Reference	Result
A. Functionality tests		
A.1. Switch On/Off test	5.	Passed
A.2. LCD test	5.1.	Passed
A.3. Sound test	5.2.	Passed
A.4. Keyboard test	5.3.	Passed
A.5. Real time clock test	5.4.	Passed
A.6. Eeprom test	5.5.	Passed
A.7. Measurement test (pH, ORP, EC, DO, T)	5.6.	Passed
A.8. USB Port test	5.7.	Passed
A.9. Power consumption test	5.8.	Passed
A.10. Factory calibration test	6.	Passed
B. Aesthetic Control	Reference	Result
B.1. Visual Inspection	4.	Passed
B.2. Labeling and Marking	4.	Passed

Calibration, functionality test, aesthetic control and packing have been met.

Date: 2022.06.21 QC Inspector: Tudor Coman / Engineer
(Name / Title of Signatory)

Signature: 

IQC_HI98194_rev03.1_April 2019

Hanna Instruments Inc. 584 Park East Drive Woonsocket, RI 02895
www.hannainst.com



Electrode Quality Certificate

Electrode:
HI7698194-1

Parameter:
pH/ORP

SN:
K75569

Recommended for:
HI98194

Description: pH/ORP sensor with screw type connector

Hanna Instruments certifies that this electrode has been produced, calibrated and tested to meet all applicable Hanna Instruments Procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally acceptable national physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001.

Standard Reference Materials: pH: 185i, 186g, 191d [NIST]
ORP: Certified ORP Standard Solution
External/Internal Reference Devices*: KΩ/MΩ: SN#148047ADH [Megohmmeter]

Tests performed using reference devices:

mV pH (@ 25 °C):	Offset (7.01 pH) [mV]:	0.0	
	Tolerance [mV]:	±10	
	Reading [mV]:	2.1	Passed
	Slope (4.01 pH) [mV]:	177.5	
	Tolerance [mV]:	170.4 - 177.5	
ORP (@ 25 °C):	Reading [mV]**:	172.8	Passed
	Standard value [mV]***:	234	
	Tolerance [mV]:	±10	
mV pH response time (4.01 pH → 7.01 pH)****:	Reading [mV]:	237	Passed
	Standard time [s]:	<1	Passed
	Tolerance [s]:	1	
Glass impedance (@ 25 °C):	Tolerance [MΩ]:	50 - 150	Passed
Reference impedance (@ 25 °C): Maximum value [KΩ]:		10	Passed

*) All references are periodically checked and are used only if are inside certification interval; NP = not performed.

**) Offset compensated.

***) Value taken from certificate.

****) Evaluated for 90 % of step.

Quality control and testing criteria have been met.

Date: 2022.06.20

QC Inspector: Coman Andrei / Engineer
[Name / Title of Signatory]

Signature: _____

EQC_87698194-1_rev.0.1_December 2019

Hanna Instruments Inc. 584 Park East Drive Woonsocket, RI 02895
www.hannainst.com



Probe Quality Certificate

Probe:
HI7698194

SN:
K3533592

Software version:
1.01

Description: Digital probe with three connections for pH (ORP), EC and DO sensors and integral temperature sensor

Hanna Instruments certifies that this instrument has been produced, calibrated and tested to meet all applicable Hanna Instruments procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally acceptable national physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001. The following tests have been performed according to the test instruction WP7698194, Rev.0.6.

The results are listed below:

External references devices*: mV: SN US36095802 [HP, 34401A]
Ω: SN 06111204 [resistors box, IET]

Factory calibration: mV (pH): 2022.06.18 mV (ORP): 2022.06.18
EC: 2022.06.18 DO: 2022.06.18
°C: 2022.06.20

Tests performed using reference devices:

Temperature:	RES [Ω], 0.1%:	32650	10000	3603	
	Tolerance [°C]:	0.00 ± 0.10	25.00 ± 0.10	50.00 ± 0.10	
	Reading [°C]:	0.00	25.00	50.00	Passed
mV [pH input]:	Ref. mV*:	-500.0	-177.5	0.0	177.5 500.0
	Tolerance [mV]:	± 0.2	± 0.1	± 0.1	± 0.1 ± 0.2
	Reading [mV]:	-500.0	-177.5	-0.0	177.5 500.0
mV [ORP input]:	Ref. mV*:	-1900.0	1900.0		
	Tolerance [mV]:	± 1.0	± 1.0		
	Reading [mV]:	-1900.2	1900.0		Passed
EC [with simulator]:	EC [μS/cm]:	1403	2000	x	
	EC [mS/cm]:	x	x	12.80	
	Tolerance [μS/cm]:	± 4	± 4	x	
	Tolerance [mS/cm]:	x	x	± 0.04	
	Reading [μS/cm]:	1405	2000	x	Passed
	Reading [mS/cm]:	x	x	12.81	Passed
DO (@ 20 °C) [with simulator]:	DO [mV]:	0	45		
	Tolerance [%]:	0.0	100.0 ± 1.0		
	Reading [%]:	0.0	100.0		Passed

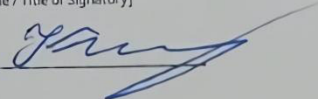
*) All external references are periodically checked and are used only if are inside certification interval; NP = not performed; RES = Resistance value

Calibration and testing criteria have been met.

Date: 2022.06.20

QC Inspector: Coman Andrei / Engineer

[Name / Title of Signatory]

Signature: 

EQC_HI7698194_rev.0.1_April 2019

Hanna Instruments Inc. 584 Park East Drive Woonsocket, RI 02895

www.hannainst.com

Anexo U. Validación de los jueces expertos**Información de especialista 1**

Nombres y Apellidos:	Olga Huancas Choquehuanca
Sexo:	Hombre (☐) Mujer (☒)
Profesión:	Ingeniería Ambiental
Especialidad:	Ingeniería Ambiental
Años de experiencia:	11 años
Cargo que desempeña actualmente:	Consultor Ambiental
Institución donde labora:	Independiente
Firma:	

Información de especialista 2

Nombres y Apellidos:	William's Erick Castro Mandujano
Sexo:	Hombre (☒) Mujer (☐)
Edad	39
Profesión:	Economista
Especialidad:	
Años de experiencia:	16 años
Cargo que desempeña actualmente:	Especialista Administrativo
Institución donde labora:	Programa de desarrollo productivo agrario rural – Agro Rural.
Firma:	



Professional stamp of William's Erick Castro Mandujano, Economist (ECONOMISTA), CEDEJ. 893.

Información de especialista 3

Nombres y Apellidos:	Ricardo Angel Yuli Posadas
Sexo:	Hombre (X) Mujer ()
Edad	51
Profesión:	Ing. Químico
Especialidad:	En temas de Calidad; Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo y Responsabilidad Social.
Años de experiencia:	27
Cargo que desempeña actualmente:	Docente universitario y consultor
Institución donde labora:	UNMSM
Firma:	

Información de especialista 4

Nombres y Apellidos:

Sexo:

Hombre (☒)

Mujer (☐)

Edad:

82

Profesión:

Geógrafo

Especialidad:

Planificación urbano Regional

Años de experiencia:

35

Cargo que desempeña actualmente:

Docente universitario

Institución donde labora:

UNMSM

Firma:



Información de especialista 5

Nombres y Apellidos: MARIA MANUELA ROSA CHAVEZ ALVA

Sexo: Hombre (☐) Mujer (☒)

Edad: 82 AÑOS

Profesión: ARQUITECTA URBANISTA

Especialidad: PLANIFICADORA URBANO REGIONAL

Años de experiencia: 52 AÑOS

Cargo que desempeña actualmente: *CONSULTORA*

Institución donde labora: *INDEPENDIENTE*

Firma: Maria M R Chaves