

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y
Recursos Naturales**



TESIS

“Evaluación de la calidad del agua de la laguna de Matara, Distrito de
Huaquirca, Provincia de Antabamba- Apurímac, 2020”

Presentado por:

Bach. YASMIN HUARANCCA PUMACAYO

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERA AMBIENTAL

Abancay-Apurímac-Perú

2023

Tesis

“Evaluación de la calidad del agua de la laguna de Matara, Distrito de Huaquirca, Provincia de Antabamba- Apurímac, 2020”

Línea de Investigación

Calidad ambiental

ASESOR:

Dr. Anderson Núñez Fernández



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y RECURSOS
NATURALES

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA DE MATARA,
DISTRITO DE HUAQUIRCA, PROVINCIA DE ANTABAMBA- APURÍMAC, 2020”**

Presentado por la **Bach. Yasmin HUARANCCA PUMACAYO**, para optar el título profesional de: **INGENIERA AMBIENTAL**

Sustentado y aprobado el **19 de mayo del 2023**, ante el jurado:

Presidente : Mg. Vanesa Salas Peña
Primer miembro : Mg. Kristhel Jaylane Calderón Aedo
Segundo miembro : Mg. Jessica Alvarado Ramos
Asesor : Dr. Anderson Núñez Fernández

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicada con el mayor afecto a mis amados padres, Fortunato Huarancca H. y Nancy Raquel Pumacayo C. quienes fueron mis pilares mi mayor motivación incondicional, por brindarme todo el apoyo, esfuerzo, dedicación que depositaron en mí y por brindarme esta carrera profesional para mi futuro, de la misma forma dedico a mis dos hermanos Raúl Jhonatan H. y Roy Fortunato H, a mi compañero de vida Ronald W. quienes también me brindaron su mayor apoyo, asimismo dedico a mi Asesor quien también me apoyo en este proceso, docentes quienes impartieron sus conocimientos y a mis compañeros y todas las personas quienes estuvieron apoyándome y compartiendo conmigo en el proceso en el que me fui formando profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por brindarme la salud, guiarme en este proceso, agradezco a las personas claves en este proceso mis amados padres a Fortunato y Nancy, a mis hermanos a Raúl y Roy a mi compañero Ronald de igual manera a mi abuelita Victoria Quienes significan todo para mí.

Agradezco también a mi Asesor Dr. Anderson NÚÑEZ FERNÁNDEZ, por brindarme y transmitirme su conocimiento. De igual manera a todos mis docentes, compañeros quienes impartieron su conocimiento con mi persona.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada	i
Postportada	ii
Página de Jurados	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de Contenido.....	vi
Índice De Tablas.....	xi
Índice de figuras.....	xiv
Acrónimos	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRAC	xix
INTRODUCCIÓN	xx
CAPÍTULO I.....	1
PLAN DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6

1.4.2.	Objetivos específicos	6
1.5.	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ‘	7
1.5.1.	Ámbito Espacial	7
1.5.2.	Ámbito Temporal	8
1.5.3.	Ámbito Social.....	8
1.5.4.	Ámbito conceptual	8
1.6.	VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.7.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
CAPÍTULO II.....		9
MARCO TEÓRICO		9
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.1.1.	A nivel internacional.....	9
2.1.2.	A nivel nacional.....	12
2.1.3.	A nivel Regional y local.....	18
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	21
2.2.1.	Agua	21
2.2.2.	Calidad del agua.....	22
2.2.2.1.	Importancia de la calidad de agua	23
2.2.3.	Contaminación de agua	23
2.2.3.1.	Causas de la contaminación del agua	24
2.2.4.	Parámetros considerados para la evaluación de la calidad del agua. .	25
2.2.4.1.	Parámetros fisicoquímicos	25
2.2.4.3.	Parámetros microbiológicos.....	34

2.2.5. Laguna.....	35
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	37
CAPÍTULO III.....	39
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.1. HIPÓTESIS.....	39
3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.3. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.4. NIVEL O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	40
3.7. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	42
3.7.1. Población.....	42
3.7.2. Muestra.....	42
3.7.3. Muestreo.....	43
3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	43
3.8.1. Técnicas	43
3.8.2. Instrumentos.....	44
3.9. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	44
3.10. PROCESAMIENTO DE ESTADÍSTICOS	45
3.10.1. Plan de muestreo.....	45
3.10.1.1. Establecimiento del número de la red de puntos de monitoreo	45
3.10.1.2. Codificación de punto de muestreo.....	45

3.10.1.3. Determinación de los parámetros a ser evaluados	46
3.10.1.4. Preparación de materiales y equipos	46
3.10.1.5. Fecha del trabajo de campo (monitoreo).....	47
3.10.1.6. Toma de muestras	48
CAPÍTULO IV.....	60
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
4.1. RESULTADOS POR PARÁMETRO	60
4.1.1. Parámetros físico-químicos.....	60
a. Aceites y grasas	60
4.1.2. Parámetros de inorgánicos	76
4.1.3. Parámetros microbiológicos.....	95
4.2. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA.PE). 01 MONITOREO.....	97
4.2.1. Cálculo del índice de calidad de agua (ICA-PE).....	98
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	104
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	109
ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	109
RECURSOS.....	109
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	110
PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO	111
PRESUPUESTO	111

FINANCIAMIENTO.....	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
MATRIZ DE CONSISTENCIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
RESULTADOS DE LABORATORIO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Índice de tablas

TABLA 1.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	41
TABLA 2.	PUNTOS DE MONITOREO	46
TABLA 3.	PROVISIONES PARA EL MUESTREO DE AGUA	47
TABLA 4.	REPRESENTANTES EN EL MONITOREO DE LA LAGUNA DE MATARA ...	48
TABLA 5.	TIPO DE RECIPIENTE USADO PARA LOS PARÁMETROS	48
TABLA 6.	DATOS DEL ROTULADO	49
TABLA 7.	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	55
TABLA 8.	DATOS DE LA CADENA DE CUSTODIA.....	56
TABLA 9.	DATOS DEL LABORATORIO	59
TABLA 10.	RESULTADOS DE ACEITES Y GRASAS VS ECA	60
TABLA 11.	RESULTADOS DE BICARBONATOS VS ECA.....	61
TABLA 12.	RESULTADOS DE CIANURO WAD VS ECA	62
TABLA 13.	RESULTADOS DE CLORUROS VS ECA	63
TABLA 14.	RESULTADOS DE DBO ₅ VS ECA.....	64
TABLA 15.	RESULTADO DE DQO VS ECA.....	65
TABLA 16.	RESULTADO DE DETERGENTES VS ECA.....	67
TABLA 17.	RESULTADOS DE FENOLES VS ECA.....	68
TABLA 18.	RESULTADOS DE NITRATOS VS ECA	69
TABLA 19.	RESULTADO DE NITRITOS VS ECA.....	70

TABLA 20.	RESULTADO DE SULFATOS VS ECA.....	71
TABLA 21.	RESULTADO DE PH VS ECA.....	72
TABLA 22.	RESULTADO DE TEMPERATURA VS ECA.....	73
TABLA 23.	RESULTADO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA VS ECA.....	74
TABLA 24.	RESULTADO DE OD VS ECA.....	75
TABLA 25.	RESULTADO DE AL VS ECA.....	76
TABLA 26.	RESULTADO DE AS VS ECA.....	77
TABLA 27.	RESULTADO DE BA VS ECA.....	78
TABLA 28.	RESULTADO DE BE VS ECA.....	79
TABLA 29.	RESULTADO DE B VS ECA.....	80
TABLA 30.	RESULTADO DE CD VS ECA.....	81
TABLA 31.	RESULTADO DE CU VS ECA.....	82
TABLA 32.	RESULTADO DE CO VS ECA.....	83
TABLA 33.	RESULTADO DE CR VS ECA.....	84
TABLA 34.	RESULTADO DE FE VS ECA.....	85
TABLA 35.	RESULTADO DE LI VS ECA.....	86
TABLA 36.	RESULTADO DE MG VS ECA.....	87
TABLA 37.	RESULTADO DE MN VS ECA.....	88
TABLA 38.	RESULTADO DE HG VS ECA.....	90
TABLA 39.	RESULTADO DE NI VS ECA.....	91
TABLA 40.	RESULTADO DE PB VS ECA.....	92

TABLA 41.	RESULTADO DE SE VS ECA	93
TABLA 42.	RESULTADO DE ZN VS ECA	94
TABLA 43.	RESULTADO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES VS ECA	95
TABLA 44.	RESULTADO DE ESCHERICHIA COLI VS ECA.....	96
TABLA 45.	CALIFICACIÓN DE CALIDAD DE AGUA	98
TABLA 46.	CÁLCULO DE ICA.....	98
TABLA 47.	RESULTADO E INTERPRETACIÓN DEL ICA.....	102
TABLA 48.	COMPARACIÓN PARÁMETROS ECA VS RESULTADOS DE LA MUESTRA	103

Índice de figuras

FIGURA 1. DELIMITACIÓN DEL ÁMBITO ESPACIAL.....	7
FIGURA 2. LAGUNA.....	36
FIGURA 3. LAGUNA DE MATARA.....	42
FIGURA 4. UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO. LMATA1.....	51
FIGURA 5. MONITOREO DE PARÁMETROS DE CAMPO LMATA1.....	51
FIGURA 6. TOMANDO DATOS DE LOS PARÁMETROS DE CAMPO LMATA1.....	51
FIGURA 7. PARTICIPANTES DE MONITOREO LMATA1.....	51
FIGURA 8. UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO LMATA2.....	52
FIGURA 9. TRABAJOS DE MONITOREO LMATA2.....	52
FIGURA 10. TOMANDO MUESTRAS LMATA2.....	52
FIGURA 11. RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CAMPO LMATA2.....	52
FIGURA 12. UBICACIÓN DE PUNTO DE MONITOREO LMATA3.....	53
FIGURA 13. TOMA DE MUESTRAS LMATA3.....	53
FIGURA 14. TOMA DE DATOS DE PARÁMETROS DE CAMPO LMATA3.....	53
FIGURA 15. RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CAMPO LMATA3.....	53
FIGURA 16. DATOS DEL PUNTO DE MONITOREO LMATA4.....	54
FIGURA 17. TOMA DE MUESTRAS EN LMATA4.....	54
FIGURA 18. AGREGANDO PRESERVANTE A LAS MUESTRAS.....	56

FIGURA 19. ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS	56
FIGURA 20. CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO CON ICE PACK EN COOLERS ...	58
FIGURA 21. TRANSPORTE DE MUESTRAS.....	59
FIGURA 22. RESULTADO DE ACEITES Y GRASAS VS ECA.....	60
FIGURA 23. RESULTADO DE BICARBONATO VS ECA	61
FIGURA 24. RESULTADO DE CIANURO WAD VS ECA.....	62
FIGURA 25. RESULTADO DE CLORUROS VS ECA	63
FIGURA 26. RESULTADO DE DBO ₅ VS ECA.....	64
FIGURA 27. RESULTADO DE DQO VS ECA.....	65
FIGURA 28. RESULTADO DE DETERGENTES VS ECA.....	66
FIGURA 29. RESULTADO DE FENOLES VS ECA	67
FIGURA 30. RESULTADO DE NITRATOS VS ECA	68
FIGURA 31. RESULTADO DE NITRITOS VS ECA.....	69
FIGURA 32. RESULTADO DE SULFATOS VS ECA.....	70
FIGURA 33. RESULTADO DE AL VS ECA.....	76
FIGURA 34. RESULTADO DE AS VS ECA	77
FIGURA 35. RESULTADO DE BA VS ECA	78
FIGURA 36. RESULTADO DE BE VS ECA	79
FIGURA 37. RESULTADO DE B VS ECA.....	80
FIGURA 38. RESULTADO DE CD VS ECA.....	81
FIGURA 39. RESULTADO DE CU VS ECA.....	82

FIGURA 40. RESULTADO DE CO VS ECA.....	83
FIGURA 41. RESULTADO DE CR VS ECA.....	84
FIGURA 42. RESULTADO DE FE VS ECA	85
FIGURA 43. RESULTADO DE LI VS ECA.....	86
FIGURA 44. RESULTADO DE MG VS ECA	87
FIGURA 45. RESULTADO DE MN VS ECA	88
FIGURA 46. RESULTADO DE HG VS ECA.....	89
FIGURA 47. RESULTADO DE NI VS ECA	91
FIGURA 48. RESULTADO DE PB VS ECA	92
FIGURA 49. RESULTADO DE SE VS ECA	93
FIGURA 50. RESULTADO DE ZN VS ECA	94
FIGURA 51. RESULTADO DE PH VS ECA.....	71
FIGURA 52. RESULTADO DE TEMPERATURA VS ECA	72
FIGURA 53. RESULTADO CONDUCTIVIDAD VS ECA.....	73
FIGURA 54. RESULTADO DE OD VS ECA.....	74
FIGURA 55. RESULTADO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES VS ECA	95
FIGURA 56. RESULTADO DE ESCHERICHIA COLI VS ECA	96

ACRÓNIMOS

ECA	Estándar de calidad ambiental
ICA	Índice de calidad ambiental
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
OD	Oxígeno disuelto
PH	Potencial de hidrógeno
UTM	Universal Transverse Mercator
CE	Conductividad Eléctrica

RESUMEN

La investigación, tiene por objetivo evaluar la calidad del agua de la laguna de Matara en el año 2020.

El tipo de investigación es básica, nivel descriptivo. El monitoreo se realizó en 4 puntos de la laguna de Matara, se evaluaron un total de 35 parámetros de categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales y un total de 19 parámetros para la categoría 4 conservación del ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, el monitoreo se realizó en noviembre del 2020, se evaluaron parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos, los resultados obtenidos en cuanto a los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de los valores establecidos en el ECA para agua excepto el DQO que supera el valor establecido en el ECA categoría 3 y DBO5 tiene supera el ECA categoría 4, respecto a los parámetros inorgánicos los resultados reflejan que se encuentran dentro de los valores establecidos en el ECA para agua categoría 3 y 4, excepto manganeso que supera el ECA categoría 3 y los parámetros microbiológicos se encuentran dentro de los ECA categoría 3 y 4.

Se concluye que de acuerdo a los resultados obtenidos solo 2 parámetros trasgreden el ECA categoría 3 y 1 parámetro supera el valor establecido en el ECA categoría 4.

De acuerdo a la metodología aplicada ICA Índice de Calidad Ambiental el agua de la laguna de Matara se encuentra en condiciones EXCELENTES.

PALABRAS CLAVE: Índice de Calidad Ambiental, conservación acuática, riego de vegetales, bebida de animales, calidad de agua.

ABSTRAC

The research aims to evaluate the water quality of the Matara lagoon in 2020. The type of research is basic, descriptive level. The monitoring was carried out in 4 points of the Matara lagoon, a total of 35 parameters of category 3 irrigation of vegetables and animal drink and a total of 19 parameters for category 4 conservation of the aquatic environment E1 were evaluated. Lakes and lagoons, the monitoring was carried out in November 2020, physical-chemical, inorganic and microbiological parameters were evaluated, the results obtained in terms of physicochemical parameters are within the values established in the ECA category 3 and BOD5 has exceeds the RCT category 4, Regarding the inorganic parameters, the results reflect that they are within the values established in the RCT for water category 3 and 4, except manganese that exceeds the RCT category 3 and the microbiological parameters are within the RCT category 3 and 4. It is concluded that according to the results obtained only 2 parameters transgress the RCT category 3 and 1 parameter exceeds the value established in the RCT category 4. According to the methodology applied ICA Environmental Quality Index the water of the Matara lagoon is in EXCELLENT condition.

KEY WORDS: Environmental Quality Index, aquatic conservation, vegetable irrigation, animal drinking, water quality.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural vital e indispensable para el desarrollo de la vida, este fluido se toma de las fuentes, se transporta, se trata y se consume, la calidad del agua incide sobre la conservación de los ecosistemas y el bienestar de las personas. En los últimos años en el Perú el incremento de las actividades mineras, agrícolas, pesquero, saneamiento, energético, hidrocarburos, y otras actividades son factores que contribuyen al deterioro de la calidad del agua a nivel nacional. Así como también la situación se agrava a consecuencia del cambio climático, las variaciones de los parámetros físico químicos, inorgánicos los cuales no solo están influenciados por la actividad antrópica sino también por la interacción de diversos procesos naturales, condiciones geológicas, erosión natural, etc.

En la localidad de Matara la laguna durante el tiempo ha ido cambiando sus características que se pueden observar visualmente, ha ido apareciendo burbujas blancas o espumas e incluso las aves habitantes en la laguna han ido migrando, también debido a que a la laguna introdujeron un pez llamado carpa, a partir de ese momento han ido variando las características de la laguna. Hecho que ha motivado a realizar la presente investigación, con la finalidad de obtener los datos reales del estado de la calidad del agua de la laguna de Matara.

El presente trabajo de investigación esta establecida de la siguiente manera.

CAPÍTULO I, contempla el plan de investigación, descripción de la realidad problemática, formulación del problema de investigación, justificación, los objetivos de la investigación y delimitación de la investigación.

CAPÍTULO II, contempla el marco teórico, los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y el marco conceptual.

CAPÍTULO III, contempla la metodología de la investigación, la justificación de la hipótesis, método de la investigación, tipo de la investigación, nivel o alcance de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra de la investigación, técnicas e instrumentos de la investigación, técnicas de procesamiento de datos.

CAPÍTULO IV, contempla los resultados, discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

El agua es el elemento clave e integrador y permite el desarrollo de la vida, las actividades productivas, económicas y ambientales. Si se maneja y aprovecha adecuadamente este recurso natural se obtendrá grandes beneficios para la población y el propio desarrollo sostenible de la cuenca: agua potable, riego, pesca, producción de energía, actividades industrial, minera, navegación, turismo, biodiversidad, servicios diversos, etc. Vásquez et al (2016)

El deterioro de la calidad del agua a nivel mundial, ha acaecido por un proceso de alteración, paralelo a las alteraciones de las actividades antrópicas, el incremento poblacional, la urbanización, el predominio de las industrias y las transiciones progresivas en el uso de la tierra. Los contaminantes son cada vez más complicados y pueden estar en una relación directa con la salud humana y con impactos importantes en los ecosistemas. Organización de las Naciones Unidas (2019)

El deterioro de la calidad del agua es una preocupación mundial dado el crecimiento poblacional, la expansión de las actividades industriales, agrícolas y la amenaza del cambio climático que conducirá a cambios profundos en el ciclo del agua. ONU (2015)

A escala global, el principal problema relacionado con la calidad del agua es la eutrofización. La eutrofización es el resultado del aumento de los niveles de nutrientes (generalmente fosforo y nitrógeno) lo que afecta gravemente el uso del agua. Las mayores fuentes de nutrientes son la escorrentía agrícola y las aguas residuales

domésticas (que también contribuyen a la contaminación microbiana), las aguas residuales industriales y las emisiones del aire, la quema de combustibles fósiles y los incendios forestales. Los lagos son particularmente vulnerables a los efectos adversos de la eutrofización debido a su dinámica compleja con tiempos de residencia del agua relativamente largos y al hecho de que acumulan contaminantes de sus cuencas. Las concentraciones de nitrógeno superiores a 5 miligramos por litro de agua a menudo indican contaminación por desechos humanos o animales, escorrentía de fertilizantes de tierras agrícolas. ONU (2015)

De manera similar en el Perú, el crecimiento de la población y las actividades económicas en las unidades hidrográficas están afectando los recursos hídricos. Esto incluye el uso indiscriminado del agua, la producción y manejo impropio de aguas residuales y desechos sólidos, la irresponsabilidad ambiental. De igual manera la minería informal afecta la calidad del agua cuando los residuos son desechados a los cuerpos de agua, esto afecta los diversos usos y a los ecosistemas acuáticos. Nuestro país cuenta con una enorme abundancia de minerales y estas características geológicas contribuyen a que los cuerpos de agua contengan altas concentraciones de minerales. Autoridad Nacional Del Agua (2018)

La ANA (2016) “Durante el periodo 2013-2014, registró un total de 4 147 fuentes de afectación en las tres vertientes hidrográficas; la vertiente del Pacífico registró 2 283 fuentes que corresponde al 55 %, la vertiente del Amazonas 1 602 (39 %) y la vertiente del Titicaca con 262 fuentes (6 %). Siendo, de manera similar al anterior, las descargas de aguas residuales poblacionales la fuente de mayor presión sobre los recursos evaluados (1 709 fuentes, 41 % respecto al total), seguido de la disposición inadecuada de los residuos sólidos (911 fuentes y 22 % del total)”.

La contaminación del agua de las lagunas es un problema muy antiguo en el Perú, el incremento poblacional ha llevado a que este cuerpo de agua sirva como botadero de todo tipo de residuos, vertidos de aguas residuales los cuales constituyen aceites usados, detergentes, etc. Las lagunas mas contaminadas en el Perú son la laguna de Junín, Quiulacocha, Huascacocha, Antauta y Llacsacocha la principal fuente de contaminación de estos cuerpos de agua es la minería. Brack & Mendiola (2006).

A nivel regional las principales fuentes de contaminación identificadas en la laguna de Pacucha, Distrito de Pachucha, Provincia de Andahuaylas son las aguas residuales domesticas y la inadecuada disposición de residuos sólidos, acompañado por las escorrentías agrícolas. La ANA (2019)

De igual manera la laguna de Matara se ve impactada negativamente por las fuentes de contaminación, como son los residuos sólidos (latas, bolsas, descartables, envoltorios, etc.) distintos productos extraños, como son los vertidos de aguas residuales domesticas que los habitantes o ya sea visitantes vierten en la laguna. Por otro lado aproximadamente el año 2010 se ha introducido un tipo de pez (carpa) y a partir de esa acción en los últimos años se ha apreciado que la laguna ha tenido un cambio en su aspecto, los animales habitantes en la laguna empezaron a migrar. En la laguna de Matara ha existido la presencia de musgo el cual a la fecha se ha extinguido, estos hechos motivaron a la realización de la presente investigación en cuanto a la calidad del agua.

1.2. Identificación y formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la calidad del agua en la laguna de Matara, distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba –Apurímac, 2020?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los valores de los parámetros físico-químicos del agua de la laguna de Matara, distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba –Apurímac, 2020?
- ¿Cuáles son los valores de los parámetros inorgánicos del agua de la laguna de Matara, distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba –Apurímac, 2020?
- ¿Cuáles son los valores de los parámetros microbiológicos del agua de la laguna de Matara, distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba –Apurímac, 2020?

1.3. Justificación de la investigación

Con el presente trabajo de investigación se pretende evaluar la calidad del agua de la laguna de Matara, Distrito Huaquirca de la Provincia de Antabamba-Apurímac 2020, con la finalidad de obtener datos reales y confiables mediante la evaluación de cuatro puntos de monitoreo, de este modo conocer la situación actual de la calidad del agua de la laguna de Matara, teniendo en cuenta que la laguna de Matara los últimos años ha venido presentando cambios en su aspecto a la vista, la laguna viene siendo contaminada por residuos como son latas envoltorios plásticos, aparición de burbujas blancas, espuma y aguas residuales que vierten los habitantes en vista de que las viviendas se encuentran alrededor de la laguna. Por ello con la obtención de los resultados se busca contribuir con información respecto a la condición de la calidad de agua, información fundamental para la toma de decisiones eficaces en la gestión del agua y gestión de ecosistemas andinos que permita implementar acciones como zonas de protección, en vista de que el agua de la laguna se usa para diferentes actividades como son riego de vegetales y bebida de animales, recreación y conservación del ambiente acuático. Fortalecer las capacidades técnicas de actores locales interesados, así como también sensibilizar a la población sobre el buen recaudo y cuidado de nuestro medio, el cual posibilite la aminoración y mitigación de impactos perjudiciales sobre el ambiente y de esta manera se reflejaría un ambiente agradable paisajísticamente y limpio a partir de los frutos conseguidos en esta investigación intitulada evaluación de la calidad de la Laguna de Matara, distrito de Huaquirca, provincia Antabamba-Apurímac, 2020. Este trabajo de investigación proporcionará

información necesaria como línea base que favorecerá en la elaboración del Plan de Gestión Ambiental para la provincia en mención.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la calidad del agua de la laguna de Matara, distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba –Apurímac, 2020

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los valores de los parámetros físico-químicos del agua de la laguna de Matara, distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba –Apurímac, 2020
- Determinar los valores de los parámetros inorgánicos del agua de la laguna de Matara, distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba –Apurímac, 2020
- Determinar los valores de los parámetros microbiológicos del agua de la laguna de Matara, distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba –Apurímac, 2020

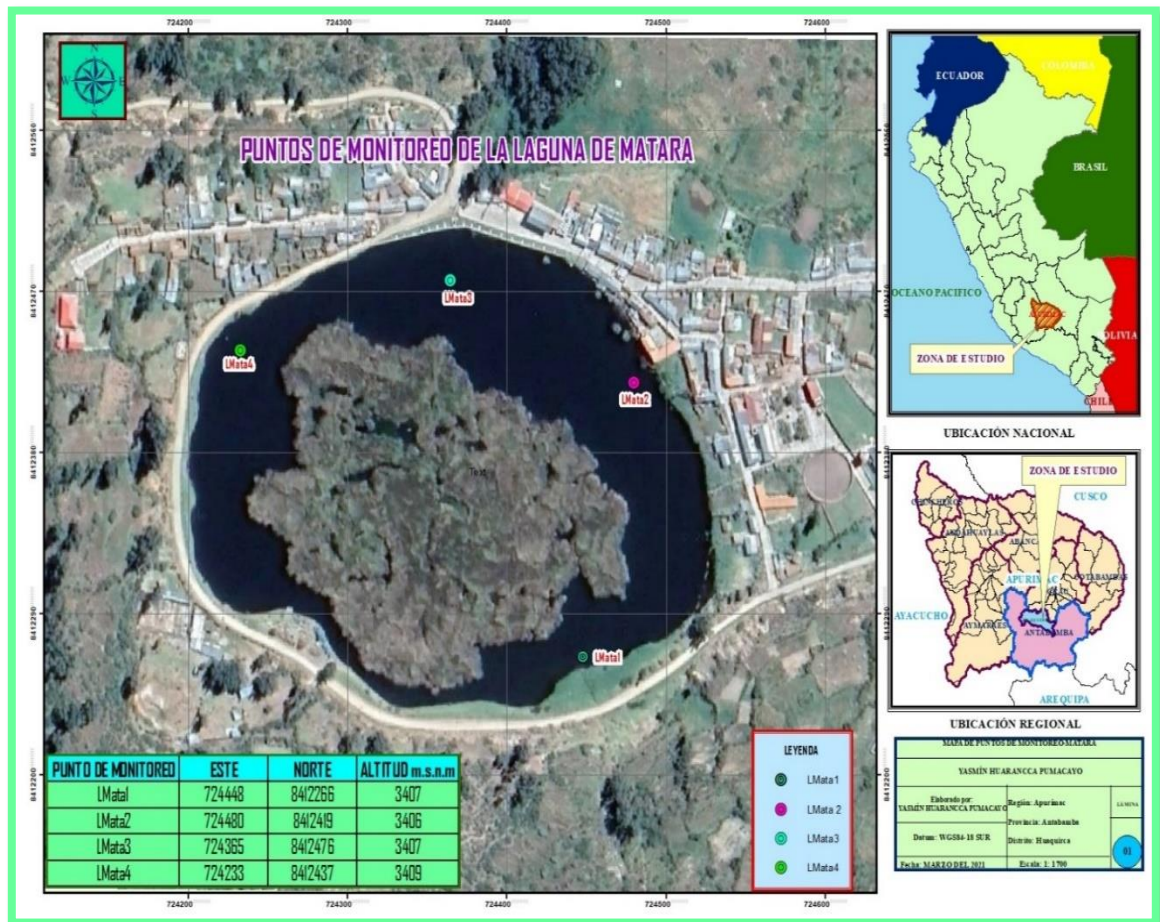
1.5. Delimitación de la investigación

1.5.1. Ámbito Espacial

La zona de estudio para el presente trabajo de investigación comprende la laguna de Matara, ubicada en la comunidad de Matara, distrito de Huaquirca de la provincia de Antabamba, departamento de Apurímac, el área de estudio se ubica en la región sierra, zona meso andina y montañosa, de topografía muy accidentada.

Figura 1.

Delimitación del ámbito espacial



Nota: la figura muestra el ámbito espacial de la presente investigación

1.5.2. Ámbito Temporal

El desarrollo del trabajo de investigación se llevó a cabo entre enero del 2020 y diciembre del año 2022.

1.5.3. Ámbito Social

El desarrollo del trabajo de investigación beneficiará a los pobladores de Matara, puesto que es un trabajo de relevancia social, (la laguna de Matara es una zona turística) ya que los resultados de la investigación contribuirán a resolver los problemas encontrados en esta fuente de agua.

1.5.4. Ámbito conceptual

La presente investigación comprende una variable: Calidad de agua, el cual debe reunir niveles y criterios de aceptabilidad para los diferentes usos de agua.

1.6. Viabilidad de la investigación

El trabajo de investigación se basa en investigación cuantitativa aportará información del estado de la calidad del agua de la laguna de Matara en el año 2020, para lo cual se recolectará muestras en 4 puntos de monitoreo y serán analizadas en laboratorio. Tiene viabilidad económica ya que está financiada por la Autoridad Administrativa del agua- pampas Apurímac.

1.7. Limitaciones de la investigación

- No se encontró antecedentes locales, sin embargo, se utilizará como referencia los antecedentes nacionales.
- El covid-19 fue inconveniente durante el desarrollo de la investigación, respecto a ello el monitoreo no se llevó a cabo en el tiempo establecido.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Flores et al., (2017) en el trabajo de investigación intitulada Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México, plantearon como objetivo analizar los parámetros fisicoquímicos asimismo las concentraciones de metales pesados en agua y en los sedimentos superficiales. Las muestras fueron tomadas al azar en tres sectores distintos, los parámetros fisicoquímicos como son la temperatura, el pH, oxígeno disuelto (DO%) y conductividad eléctrica (CE, dS/m). se midieron en campo, Los resultados que se obtuvieron en el lugar de estudio se reflejan en los siguientes valores de pH en agua oscilan de 8.9 y 9.6, los cuales son considerados como alcalinos, y estos resultados reflejan que se encuentran por encima de los límites (6.5-9.0) establecidos por la *Guía canadiense de la calidad de agua dulce*. Respecto a la temperatura del agua los resultados obtenidos oscilan entre (28.8-29.9°C) dichos valores son inferiores al límite establecido por la normatividad mexicana (40 0C). Los valores del oxígeno disuelto presentaron valores semejantes a los establecidos por la EPA y por la *Guía canadiense de la calidad del agua*. Respecto al valor de DQO indica que el cuerpo de agua está contaminado de acuerdo con Conagua (2012) ($40 < DQO < 200$ mg l-1). Los resultados de conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales reflejan que se encuentran dentro de los valores permitidos por la Sernapam. Y los

resultados de los metales pesados determinados en el agua —Cd, Ni, Cr, Mn, Zn, Al y Pb— están por debajo de la NOM-001-Semarnat-1996 (Semarnat, 1996b).

Amado et al., (2016) En el trabajo de investigación denominado Analisis de la calidad del agua en las lagunas de Buatillos y Mexicanos (CHIHUAHUA, MÉXICO) plantearon como objetivo determinar la calidad agua superficial, a través de una serie de parámetros químicos, físicos y microbiológicos. Para el desarrollo de este trabajo utilizaron la metodología de SMITH (1990), como también utilizaron indices biologicos y obtuvieron los siguientes resultados. OD superior a 5 mg/L, los valores de nitratos (NO_3) han sido los más relevantes puesto que llegan hasta los 380 ppm, También se han detectado valores altos de fósforo (P) procedentes de los desechos de la industria lechera con valores máximos de 142 mg/l, en cuanto al pH se enmarcan niveles extremadamente bajos de pH 3,1 que determinan una alta acidez , asimismo en el bloque de analisis bacteriologico se han encontrado en todas las muestras restos de bacterias coliformes fecales en la mayoría de ellas con magnitudes contaminantes que rebasan los límites especificados. Y concluyeron de que los recursos hidricos de esta laguna según la metodología ICA no superan el valor del 50% el cual determina que el agua se encuentra en una mala calidad.

Gualdrón (2016) En su trabajo denominado Evaluación de la Calidad de Agua de Ríos de Colombia Usando Parámetros Fisicoquímicos y Biológicos, realizó un análisis estadístico descriptivo se evaluaron las características físicas, químicas y microbiológicas de diversos ríos de Colombia, llegando a los siguientes resultados: La temperatura presentó un valor promedio de 22,5 °C, La conductividad eléctrica presentó un valor promedio de 54,5 $\mu\text{s}/\text{cm}$, El pH presentó un valor promedio normal de 7,2. Nitrato presentó un promedio de 3,13 mg/l, La concentración de fosfato tuvo un

promedio de 0.69 mg/l, la (DBO5) demanda bioquímica de oxígeno reflejó un valor promedio de 6,7 mg/l. En conclusión, el índice de calidad de agua (IQA) de los cuerpos de agua (ríos) estudiados. Reflejaron niveles altos de sólidos disueltos totales (SDT) y turbiedad, calificando que el agua de los ríos de Colombia no tiene las características y condiciones óptimas para el desarrollo y la reproducción de los distintos organismos acuáticos. Asimismo, se encontró altos niveles de coliformes fecales, esto asociado con la existencia de vertimientos de aguas residuales, sugiriendo que la mayor parte del agua de los ríos de Colombia, no son aptas para el consumo humano. Además, el índice de BMWP/Col. correspondió a aguas ligeramente contaminadas y el Índice de calidad de agua (IQA) sugirió un recurso hídrico altamente contaminado, existiendo congruencia entre los dos índices anteriormente mencionados y algunas variables fisicoquímicas y biológicas, que presentaron valores superiores a los permisibles establecidos por la normatividad Colombiana.

Martínez (2015) en su trabajo de investigación denominada Calidad del agua y propuestas de conservación del río Chirapaca (Sector Puente) planteó como objetivo estudiar la calidad del agua y formular propuestas para la conservación del río Chirapaca (sector Puente), que forma parte del municipio de Batallas (provincia Los Andes del departamento de La Paz). La investigación se inició con una inspección visual del lugar y la recolección de muestras en cinco puntos a lo largo de un tramo del río. Muestras que fueron analizadas en laboratorio considerando los parámetros fisicoquímicos: temperatura, turbiedad, sólidos totales, conductividad, pH, DBO5, Nitrógeno total y Fósforo total). En el que se llegó a los siguientes resultados, los valores de temperatura de las aguas del río Chirapaca, tienen una ligera variación entre los 5 puntos de muestreo, entre 16,0 y 19,4°C, el valor de conductividad de las

muestras de agua del río Chirapaca, varían en promedio entre 82,04 y 204,26 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, La (DBO5), en los diferentes puntos de muestreo, varían entre 59,19 a 102,83 $\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$, asimismo los de nitrógeno total varían entre 1,93 y 6,01 $\text{mgN}\cdot\text{L}^{-1}$, el fósforo total en los resultados de las aguas del río, varía de 0,70 a 2,22 $\text{mgP}\cdot\text{L}^{-1}$.

Gómez & Rojas (2014) en su trabajo de tesis intitulada “Afectación Ambiental de la Calidad del Agua de la Quebrada Cascabel Generada por la Explotación Minera Artesanal Del Municipio de Marmato Departamento de Caldas” plantearon como objetivo, determinar el grado de afectación ambiental de la calidad de agua de la quebrada cascabel, en relación al impacto originado por las descargas de las actividades desarrolladas en el proceso productivo de las plantas de beneficio de oro o molinos artesanales; a partir de la relación causa - efecto de las áreas de influencia directa de la fuente hídrica. En la elaboración del estudio se utilizaron métodos cuantitativos, los resultados obtenidos fueron los siguientes: temperatura 25.7 °C, conductividad 1970 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$, pH igual a 7.15, DBO5 igual a 9 mg/L, nitrógeno Total igual a 14 mg/ L, Mercurio 3.95 mg/ L, Cianuro 3.26 mg/l. y concluyó que el índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI) presenta resultados de concentraciones altas.

2.1.2. A nivel nacional

Gavidia, et al, (2022) en su trabajo de investigación denominada, Calidad del agua de la cuenca del río Moche utilizando el ICA-PE, La Libertad, tuvo como objetivo comparar la variación de la Calidad del agua de la cuenca del río Moche (La Libertad) utilizando el Índice de Calidad del Agua-Perú (ICA-PE), con base en los resultados de la Autoridad Nacional del Agua en época seca (2013-2018). La investigación fue

descriptiva, con un diseño no experimental. En la metodología se seleccionaron 19 puntos de monitoreo, también se escogieron los parámetros que tenían mayor significación de afectación y se encontraban dentro del ICA-PE. Los datos fueron procesados mediante la metodología ICA-PE y análisis estadístico. Los resultados conseguidos del análisis ANOVA (5%) mostraron variaciones significativas en los parámetros; Además, la comparación de los datos estudiados con el actual ECA-Agua (categoría 3 y 4) reflejó que solamente la conductividad eléctrica y el boro cumplen con el estándar de calidad de agua; en cuanto al ICA-PE en cada uno de las estaciones, los resultados variaron entre Regular, Terrible y Malo en gran parte, lo cual permitió realizar una propuesta de Plan de Manejo de recuperación. En conclusión, el agua de la cuenca del río Moche está siendo contaminada, ya que el ICA-PE en la mayoría de los puntos indicó mala calidad.

López (2018) en su trabajo de investigación intitulada Evaluación de la Calidad de Agua Respecto a Metales Pesados Presentes en el Río Tambo Provincia de Islay 2016-2018, planteó como objetivo determinar la calidad del agua en cuanto a metales pesados (Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio y Plomo) en la parte baja del Río Tambo cruce con la zona agrícola. Este trabajo de investigación se realizó mediante una metodología cuantitativa. Esta investigación ha sido constituida por dos 02 estaciones de muestreo de calidad de agua, los cuales están ubicados en el río Tambo km 42+080 aguas arriba e ingreso a zona agrícola – ganadera. Los resultados del monitoreo ejecutado de la evaluación en el río Tambo, en cuanto a los parámetros in situ, respecto al pH, durante los meses de noviembre 2016, julio 2017 y febrero 2018 no trasgredieron los estándares de calidad de agua, respecto a la conductividad eléctrica solamente en el mes de noviembre 2016, en los dos (0 puntos de muestreo

trasgredieron los estándares de calidad de agua, reduciendo gradualmente durante los meses siguientes, por último respecto al oxígeno disuelto, en los dos 02 puntos de muestreo durante los meses de noviembre 2016, julio 2017 y febrero 2018, se determinó por debajo del nivel mínimo permitido en el estándar de calidad de agua, respecto a los metales pesados, el contenido de Arsénico, en el mes de noviembre 2016, la estación AG-01, estuvo por encima del estándar de calidad de agua con 0.168 mg/L; en el mes de julio 2017, los dos 02 puntos estuvieron por encima del estándar de calidad de agua, y en el mes de febrero 2018, el punto AG-01, pasó el estándar de calidad de agua con 0.11824 mg/L, el contenido de Boro, durante los meses de noviembre 2016, julio 2017 y febrero 2018, en los dos 02 puntos de muestreo sobre pasaron el estándar de calidad de agua, con un contenido máximo de 5.278 mg/L en el punto AG-02, para los otros metales Cadmio, Cromo, Cobre, Mercurio y Plomo, en los dos 02 puntos de muestreo estuvieron por dentro de los niveles permitidos en los estándares de calidad de agua, en conclusión, al establecer el Índice de calidad de agua para los 02 dos puntos de muestreo, refleja que las aguas del río tambo muestran una calidad regular. Y la calidad del agua del Río Tambo en la provincia de Islay, está influenciada por la presencia de Boro y Arsénico, estos metales perturban de forma directa la actividad agrícola-ganadera, consiguiendo bioacumularse de manera silenciosa, en vista de que superan los estándares de calidad ambiental para agua. Categoría 03 tres: Riego de vegetales y Bebida de animales.

Guevara (2018) En su trabajo de investigación intitulada “Evaluación de la Calidad de Agua Superficial y Sedimentos de la Cuenca Nanay – período 2017”, planteó como finalidad evaluar los valores de los parámetros de campo, fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial y sedimentos de la cuenca del río principal (Nanay)

y sus tributarios con el objetivo de conocer el comportamiento. Esta investigación es de tipo cuantitativa, con un diseño de investigación de fuente mixta (documental y campo). En el cual se utilizaron una serie de técnicas e instrumentos de recolección de datos, concretamente el muestreo de la cuenca Nanay de 27 estaciones de monitoreo, asimismo, el análisis de fuentes bibliográficas para el cotejo de resultados. El análisis de agua superficial y sedimentos fueron elaborados por el laboratorio de ensayo ALS LS PERU S.A.C, en el cual se obtuvieron valores y resultados notables para la cuenca; los resultados de pH son ácidos, debido a fuentes de dióxido de carbono (CO₂); asimismo se obtuvo resultados de oxígeno disuelto considerablemente bajos esto se debe a distintos factores como por ejemplo la actividad de los organismos fotosintéticos (respiración) por entrada de la luz, las descargas de aguas residuales municipales y domésticas, etc. Sin embargo, los valores más significativos y alarmantes son del parámetro microbiológico (Escherichia coli y Coliformes termotolerantes) que su fuente principal son las bacterias patógenas de origen fecal, estos resultados se evidenciaron en zonas con bastante actividad humana, y llegó a la conclusión de que las aguas del río Nanay y sus tributarios son de características ácidas y bajo oxígeno. De la misma manera, las aguas residuales municipales y domésticas están perturbando la calidad, por contribución de bacterias patógenas de origen fecal, del agua superficial de la Laguna de Moronacocha principalmente.

Teves (2016) En su trabajo de investigación denominada “Estudio Físicoquímico de la Calidad del Agua del Río Caca, Región Lima”, trazó como finalidad realizar un estudio físicoquímico del agua del río Caca, que pertenece a la cuenca hidrográfica del río Cañete ubicada en la provincia de Yauyos en la Región Lima – Perú, este objetivo con la finalidad de establecer la calidad del recurso con fines de riego de

cultivos agrícolas y bebida de animales en una zona clasificado como pobre extremo, el muestreo se llevó a cabo durante los meses de mayo y julio del 2015, en estación de precipitaciones y sequia respectivamente, tomando en cuenta 6 puntos de monitoreo, y conforme los resultados obtenidos se concluyó que los parámetros evaluados en el río Cacara no son superan los niveles determinados en el estándar nacional de calidad ambiental para agua con fines de riego de vegetales y bebida de animales.

Mendoza (2018) en su trabajo de investigación intitulada “Evaluación Físicoquímica de la Calidad del Agua Superficial en el Centro Poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú”, planteó como objetivo evaluar la calidad del agua superficial empleada para consumo humano en este centro poblado, a través de ciertos indicadores físicoquímicos, relacionando la gestión del agua y el comportamiento del ciclo hidrológico. El muestreo de calidad de agua se lleva a cabo entre los meses junio y setiembre del 2017, y se fijan ocho puntos de monitoreo, ubicadas en el río Caracha, reservorio y efluente de la poza de tratamiento del pueblo, puquial y laguna Urpococcha, para el muestro in situ. Los parámetros que se midieron en campo son sólidos disueltos totales, temperatura, pH y conductividad eléctrica; y los parámetros que se analizaron en laboratorio son sólidos totales, demanda química de oxígeno, nitratos, fosfatos, sulfatos, y metales totales (arsénico, cadmio, calcio, cobre, hierro, magnesio, mercurio, plomo, potasio, sodio y zinc). Se aplicaron técnicas estandarizadas volumétricas, gravimétricas e instrumentales, como espectroscopías UV-Visible y de absorción atómica. Los valores obtenidos en los resultados reflejan que casi la totalidad de los parámetros evaluados no superan los estándares de calidad

ambiental de agua establecidos, a excepción de fosfatos (1,51 ppm) en el puquial, y arsénico (0,13 ppm) en el río Caracha.

Frías & Montilla (2016) En su trabajo de investigación intitulado “Evaluación de los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en el Sector Puerto de Productores Río Itaya, Loreto –Perú 2014 -2015”, plantearon como finalidad evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos estableciendo las variaciones de los parámetros comparando con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua en la categoría 4 conservación del ambiente acuático. Se recolectaron tres muestras en las tres estaciones de monitoreo durante los meses diciembre 2014, julio y diciembre 2015 existiendo durante estos meses un mayor movimiento poblacional en el puerto de Productores debido a las fechas festivas de ambos meses produciendo mayor concentración de diferentes agentes externos. El análisis microbiológico se llevó a cabo por medio de la técnica de los tubos múltiples de fermentación NMP, el análisis físico químico se realizó según el parámetro medido. Los resultados determinaron que el parámetro físico como pH supera los estándares de calidad ambiental para agua, los parámetros químicos aceites y grasas, oxígeno disuelto, fosfato difieren de los estándares de calidad ambiental para agua y los parámetros microbiológicos cuyos promedios difieren significativamente con lo establecido en los estándares de calidad ambiental para aguas. En conclusión, existen variaciones en los puntos de muestreo para los parámetros físicos químicos en el sector puerto productores en comparación con los estándares de calidad ambiental para agua, los parámetros microbiológicos superan significativamente los estándares de calidad ambiental para agua categoría 4 conservaciones de ambientes acuáticos.

2.1.3. A nivel Regional y local

Triveño (2016) en su trabajo de investigación de Influencia Del Agua Del Río Mariño En La Calidad Del Agua Del Río Pachachaca, Abancay 2016 planteó como finalidad determinar en qué medida el agua contaminada del río Mariño, incide en la calidad del agua del río Pachachaca, Abancay 2016. Este trabajo de investigación es de tipo aplicada. El monitoreo se conformó por once parámetros: sólidos suspendidos totales, sólidos totales disueltos, turbidez, potencial de hidrogeno, conductividad eléctrica, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, coliformes fecales y coliformes termotolerantes los cuales fueron llevadas a cabo durante los meses de febrero, junio y setiembre 2016 en el río Mariño y río Pachachaca en tres estaciones de monitoreo en las coordenadas WGS84, PM1 (E 724070.920, N 8487595.010), PM2 (E 723981.000, N 8487603.000) y PM3 (E 723877.020, N 8487543.980) para precisar la calidad y su nivel de incidencia que las aguas del río Mariño tienen sobre el el río Pachachaca. concluyendo que las aguas del río Mariño, si inciden de manera significativa en las aguas del río Pachachaca, y los parámetros que influyen son: la turbidez, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, coliformes fecales y coliformes termotolerantes, según el estadístico de contrastación t de Student, asimismo, se hallaron ciertos parámetros que superan niveles permisibles de los estándares de calidad ambiental para el agua.

La ANA, (2019) en su trabajo intitulado “El Monitoreo participativo de la calidad del agua de la laguna de Pacucha-2019”, plantearon como objetivo. Evaluar el estado de la calidad del agua de la laguna de Pacucha, ubicada en el Distrito de Pacucha,

provincia de Andahuaylas departamento de Apurímac, se tomaron muestras en 9 puntos de monitoreo, los resultados nos muestran los siguientes valores. Aceites y grasas oscilan en valores <1 y 1 mg/l estos valores son menores al establecido en ECA, categoría 4 conservación de ambientes acuáticos cuyo valor es de 5 mg/l de la misma manera la concentración de DBO_5 oscilan entre 3 y 4 mg/l siendo el valor establecido en el ECA 5 mg/l, asimismo la concentración de fenoles oscilan entre <0.001 y 0.001 el cual también está por debajo del ECA 2.56 mg/l, sin embargo la concentración de OD oscila entre 3.13 y 3.99 mg/l cuyos valores se encuentran fuera del valor establecido en el ECA cuyo valor es de ≥ 5 mg/l, la concentración de los metales se encuentran dentro de lo establecido en el ECA. Concluyendo en que la mayoría de los parámetros evaluados se encuentran dentro de los valores establecidos en el ECA.

Córdova (2017) en su investigación intitulada Calidad del Agua en la Microcuenca Del Río Challhuahuacho Comparado Con Los Estándares de Calidad Ambiental Para Riego y Bebedero (ECA 3) en la Zona de Challhuahuacho, Cotabambas – Apurímac – 2016, planteó como propósito determinar la calidad de las aguas de la micro cuenca del río Challhuahuacho. La investigación fue de enfoque descriptivo, correlacional, causal, de tipo transversal, tomando en cuenta el incremento imprevisto y apresurado del distrito ha sido puntual llevar a cabo una evaluación de las aguas y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) categoría 3. Para ellos se tomó las muestras en dos estaciones de monitoreo M-02 ubicado en la parte alta en el inicio de la zona urbana y el punto M-01 ubicado al finalizar la zona urbana en la parte baja, las muestras se enviaron al laboratorio para su pertinente análisis según los ECA categoría 3. En esta investigación se llegó a los siguientes resultados que el punto M-

02 cumple con todos los estándares no siendo así en el punto M-01 el cual supera los niveles de los parámetros referentes a los Coliformes Totales (16000NMP/100ml), Coliformes Termotolerantes (1600NMP/100ml) y Escherichia coli (920 NMP/100ml). Y concluyendo que aguas abajo superan los niveles permitidos en los ECA categoría 3 para riego de vegetales y bebida de animales, están contaminadas con residuos termotolerantes procedente de los seres humanos y de animales reflejando que no es apta para consumo de ningún ser vivo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agua

El agua es considerada como uno de los compuestos que se encuentran en mayor cantidad en la naturaleza, cubre aproximadamente tres cuartas partes de la superficie total de la tierra, sin embargo, hay diferentes factores y motivos por lo cual se limitan la cantidad de disponibilidad de agua para el consumo. (Arellano & Guzmán, 2011)

Así mismo la ANA (2018) define que el agua es un recurso natural más abundante e indispensable para todas las formas de vida, su calidad incide de manera directa en la conservación de los ecosistemas y el bienestar humano.

Según Arellano & Guzmán (2011), alrededor del 97% del agua utilizable se encuentra en los océanos y otros cuerpos de agua salada que no puede ser utilizado para diversos fines. Del 3% restante, casi 2 se distribuyen en icebergs, glaciares, la atmosfera o se mezclan con el suelo, haciéndolos inaccesibles. Alrededor del 0.62% del agua restante está disponible en ríos, lagos y acuíferos de agua dulce para el desarrollo y mantenimiento de la vida humana y para las diversas actividades industriales y agrícolas.

Es un recurso natural renovable que se encuentra altamente degradado debido a la contaminación provocada por el hombre y la degradación ambiental, afectado por la explotación humana y la protección insuficiente. Este recurso puede ser limitado en determinadas temporadas y zonas geográficas, pero en otras también puede ser excesivo y destructivo. de acuerdo (2009)

Sierra (2011) afirma que los océanos contienen la mayor cantidad de agua, pero son inutilizables debido a la alta salinidad, a diferencia del agua dulce de los ríos

y lagunas, que constituyen la menor cantidad de agua. Desafortunadamente, las aguas superficiales son las más contaminadas debido a los diversos efluentes humanos y naturales que distorsionan y amenazan el uso benéfico de este recurso.

2.2.2. Calidad del agua.

La Organización Mundial de la Salud (2006) precisa la calidad del agua: “como un asociado de diferentes características variables fisicoquímicas o microbiológicas, asimismo, sus valores permisibles o de negativa. La calidad físico-química del agua se centra en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden impactar a la salud tras cortos o largos periodos de exposición. La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple con relación a la calidad natural”.

Son las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del elemento, que hacen que sea apto para un uso determinado y no lo sea para otro. Es evidente que no es necesario que reúna los mismos requisitos un agua destinada al consumo humano que una destinada al riego. ECOAVANT (2016)

"La calidad de cualquier cuerpo de agua, ya sea superficial o subterráneo, está determinada por factores naturales y el comportamiento humano". Calidad del agua (2008)

Si no se presenta la actividad humana, la calidad del agua dependerá de factores como la erosión de la matriz mineral, procesos de evaporación atmosférica y sedimentación de lodos y sales, lixiviación natural de materia orgánica y nutrientes del suelo bajo la influencia de factores hidrológicos y de movimiento. en el agua. el medio ambiente puede cambiar los agentes biológicos en la composición física y química del agua. Calidad del agua (2008)

Generalmente, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con las pautas o estándares de calidad del agua. En cuanto al agua potable, estas normas están diseñadas para garantizar el suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, por lo tanto, proteger la salud humana. Estos estándares generalmente se basan en niveles de calidad del agua y toxicidad humana científicamente aceptables (2008).

2.2.2.1. Importancia de la calidad de agua

el agua, como ya sabemos, es esencial para la vida; que tiene una importancia clave para la salud, el desarrollo y, por lo tanto, la reducción de la pobreza. Todos los aspectos de las actividades naturales y humanas tienen relación con el agua, sin embargo, en ese proceso de aprovechamiento, se ha hecho un mal uso del mismo debido principalmente a un contexto global de crecimiento exponencial de la población, con una demanda de alimentos y agua potable en constante incremento. Ordoñez (2011)

Añadiéndole a esta presión de los ecosistemas, la contaminación y el actual cambio climático, que repercuten de manera significativa en la disponibilidad espacial y temporal de los recursos hídricos. Ordoñez (2011)

Hoy, todos los usuarios del agua estamos en la encrucijada: Escasez y deterioro de la calidad de las fuentes, lo cual es un círculo vicioso pues todo lo que se descargue al entorno inexorablemente irá al subsuelo, a los ríos o al océano. Ordoñez (2011)

2.2.3. Contaminación de agua

Se entiende por contaminación del agua a cualquier alteración química, física o biológica en la calidad del agua, que provoca que esta sea apta o no para su uso, el

origen de la contaminación puede darse de forma natural o por actividades antropogénicas. ANA (2015)

2.2.3.1. Causas de la contaminación del agua

Según ANA (2015) La contaminación del agua se debe las diversas actividades que el hombre realiza , es un fenómeno ambiental de importancia, se inicia desde los primeros intentos de industrialización, para transformarse con el tiempo en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial a comienzos del siglo XIX ya que los procesos de producción industrial iniciados en esta época requieren la utilización de grandes volúmenes de agua para la transformación de materias primas, desde entonces dichos procesos se han repetido en todos los países. La contaminación del agua se produce a través de la introducción directa o indirecta en los cauces o acuíferos y representa, además un peligro para las personas y animales.

a. Contaminación Industrial

Según ANA (2015) La contaminación industrial es procedente de los vertidos que las industrias efectúan directamente a las fuentes de agua como los ríos, asimismo a la atmosfera mediante la expulsión de los humos, las partículas expulsadas por el aire se colocan con la lluvia en el suelo y se filtran hacia los acuíferos subterráneos contaminando las aguas

b. Contaminación Agrícola y Ganadera:

Según ANA (2015) La contaminación por las actividades agrícolas y ganaderas se originan por el tratamiento de los productos con abonos químicos y herbicidas, el cual se incorpora al agua por filtración del terreno.

c. Contaminación doméstica urbana

Según ANA (2015) La contaminación doméstica es producida por los Hogares, una vez realizada las actividades se vierte el agua en el desagüe, con ella gran cuantía de restos orgánicos e inorgánicos, de los cuales podríamos indicar o mencionar como son los plásticos, restos de electrodomésticos y muebles, vidrio, cartones, papel, o las ricas en bacteria materias fecales, a la contaminación domestica hay que agregarle la contaminación las emisiones de las industrias, emisiones de humo por el parque automotor ya sea en ciudades y carreteras, los cuales son responsables de la lluvia ácida.

2.2.4. Parámetros considerados para la evaluación de la calidad del agua.

2.2.4.1. Parámetros fisicoquímicos

a. Aceites y Grasas

los aceites y grasas son considerados químicamente como lípidos simples formados por glicéridos. Por lo general el termino grasa comprende a todos los triglicéridos y el aceite se refiere a los lípidos. Vian Ortuño, (1994)

En el agua estes forman una película evitando la oxigenación y de esta manera ocasionando la perdida de flora y fauna a nivel acuático.

b. Bicarbonatos

Los bicarbonatos que contienen el agua son medidos como alcalinidad, el bicarbonato está vinculado al magnesio, sodio, calcio y otros iones disueltos en el agua de riego. Cuando la alcalinidad del agua sea alta el sustrato recibirá una gran cantidad de bicarbonatos, como si se le estaría agregando caliza y lo cual causara que el pH

del sustrato ascienda. Esto puede provocar problemas de biodisponibilidad de nutrientes, las hojas nuevas de las plantas son más propensas a deficiencias de hierro.

PROMIX, (2021)

c. Cianuro Wad

El cianuro de ácido débil disociable (WAD) se considera como una suma de aniones de cianuro y cianuro de hidrogeno, este incluye cianuro libre, metálicos de complejo moderado y débil. Este se considera como un indicador del nivel de toxicidad por cianuro, en vista de que representa una fracción de cianuro en condiciones ligeramente acidas. Sulistyarti & Koliev, (2013)

d. Cloruros

Los cloruros son sales que resulta de la combinación del gas cloro (ion negativo) con un metal (ion positivo). El cloro se considera como altamente toxico usualmente usado como desinfectante, sin embargo, en combinación con un metal como sodio (Na) es imprescindible para la vida, en vista de que pequeñas cantidades de cloruros que requieren para la función celular de los seres vivos. En el ambiente se encuentran distribuidos las sales de cloruro de potasio, sodio y calcio

e. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

La DBO₅ es un parámetro relacionado con el aporte de materia orgánica, que mide la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar, descomponer o estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas, y su determinación se basa en la descomposición oxidativa natural.

Como antecedente, también se puede mencionar que, durante los monitoreos de calidad de agua en cuencas hidrológicas peruanas, se ha detectado la presencia de este parámetro en concentraciones superiores a ECA-Agua. ANA (2018)

f. Demanda Química de Oxígeno (DQO).

La DQO se utiliza como equivalente de oxígeno para medir el contenido orgánico. Es una variable importante que se puede medir rápidamente para determinar la contaminación de cuerpos de agua superficiales naturales por aguas residuales, residuos orgánicos industriales y aguas residuales de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales con alto contenido orgánico. ANA (2018)

g. Detergentes

Los detergentes están formados por un agente tensoactivo (alquilbencensulfonato) el cual actúa modificando la tensión superficial, disminuye la fuerza de adhesión de las partículas (mugre) a una superficie, por los fosfatos que ablandan el agua los detergentes forman sulfatos de calcio y magnesio y estos son solubles en el agua. La gran parte de los detergentes son contaminantes persistentes en vista de que no se biodegradan, a estos se les conoce como detergente duro y a los que tienen la capacidad de biodegradarse como detergentes blandos. El uso de compuestos tensoactivos, al ser vertidos en agua de ríos, lagos, etc. Provocan la disminución de la solubilidad de oxígeno disuelto y por lo cual dificulta la vida acuática inhibiendo el proceso de la fotosíntesis, paso de la luz solar. Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C., (2007)

h. Nitratos NO₃-

Los nitratos son iones formados por tres átomos de oxígeno y un átomo de nitrógeno con una carga negativa, está presente en la naturaleza disuelta en el agua, su presencia en aguas superficiales y subterráneas se debe al ciclo natural del nitrógeno., sin embargos, en determinados lugares hay alteración de este ciclo debido a ello hay incremento en la concentración de nitratos, principalmente debido al uso de fertilizantes nitrogenados y su posterior arrastre por agua de lluvia y riego. Ministerio De Economía y Competitividad, Gobierno de España, (2013)

i. Oxígeno Disuelto (OD)

El oxígeno disuelto es un parámetro transcendental para valorar la calidad del agua superficial, su presencia en el agua se debe al aporte del oxígeno de la atmosfera y de la actividad biológica (fotosíntesis) en la masa de agua.

El oxígeno disuelto, es un parámetro ambiental vital, porque su evaluación permite informar y/o reflejar la capacidad recuperadora de un curso de agua y la subsistencia de la vida acuática. ANA (2018)

j. pH

El pH es una medida de la acidez y la alcalinidad de los iones de hidrógeno en el agua. La evolución química, la solubilidad en agua y la biodisponibilidad de muchos metales están determinadas por el pH. Por lo tanto, es un parámetro muy importante para la evaluación de la calidad del agua. ANA (2018)

k. Temperatura

La temperatura es un indicador que permite medir la sensación de calor o frío en el agua, la flora y fauna acuática son sensibles a los cambios de temperatura y requieren que esta se mantenga en un intervalo determinado, en caso de que el agua permanezca fuera de los intervalos durante un prolongado tiempo, los organismos estarán expuestos a condiciones inadecuadas. Asimismo, el agua influye en la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua, a menor temperatura transporta mayor cantidad de oxígeno.

l. Conductividad Eléctrica

Es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones. Proviene de una base, un ácido o una sal, disociadas en iones. Los valores de la conductividad eléctrica están relacionados y reflejan el grado de mineralización de las aguas y su productividad potencial. Un incremento en la conductividad de las aguas afecta la productividad de los ecosistemas.

2.2.4.2. Parámetros Inorgánicos

a. Aluminio (Al)

Es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, pero su presencia en las aguas naturales es insignificante. Debido a que el aluminio está presente en muchas rocas, minerales y arcillas, está presente en todas las aguas superficiales, pero las concentraciones en el agua cercanas al pH natural rara vez exceden algunas décimas de 1 mg/L. ANA (2018)

b. Arsénico (As)

Metales pesados tóxicos y muy tóxicos que se encuentran en el agua natural, como el arseniato (AsO_4^{3-}) y el arsenito (AsO_2^-); su presencia puede estar relacionada con descargas industriales o uso de pesticidas.

De acuerdo con los estudios realizados por la ANA, se detectó la presencia de arsénico en algunos de los sitios de muestreo en las cuencas hidrológicas evaluadas debido a su aporte litológico a la región. Las actividades mineras a veces hacen que el elemento esté presente en el agua. ANA (2018)

c. Boro (B)

El boro es un elemento que se encuentra en el agua natural, la geología natural y/o las descargas de aguas residuales tratadas y no tratadas debido a dos factores. La presencia de este elemento en el agua puede tener un efecto nocivo en algunos productos, incluidos los cítricos. Además, para los residentes que beben agua que contiene boro, puede afectar la salud humana. ANA (2018)

d. Cadmio (Cd)

El cadmio se presenta naturalmente como sulfuros y como impureza en los minerales de zinc y plomo. Su presencia en el agua está asociada a actividades mineras y de fundición. ANA (2018)

e. Cobre (Cu)

El cobre es un oligoelemento muy común en las cuencas hidrográficas, pero debido a que el cobre es absorbido por las fases sólidas, la mayoría de los

minerales de cobre son relativamente insolubles y solo se encuentran en pequeñas concentraciones en las aguas naturales.

La solubilidad del cobre en un ambiente anóxico debería ser menor debido a la presencia de sulfuros. La presencia en concentraciones más altas en las aguas superficiales naturales se puede atribuir a los desechos industriales y/o minería. ANA (2018)

f. Cromo (Cr)

La concentración de cromo en los cuerpos de agua naturales suele ser muy baja. Las actividades mineras y los procesos industriales dan como resultado altas concentraciones de este elemento. Es un metal tóxico para la salud humana. ANA (2018)

g. Hierro (Fe)

Es un elemento abundante en la corteza terrestre, pero generalmente en bajas concentraciones en los sistemas de agua natural. La especificidad y solubilidad del hierro en agua natural depende en gran medida del pH y del potencial redox del agua. El hierro se encuentra en el segundo y tercer estado de oxidación. Fue elegido para detectar su presencia en aguas naturales debido a su naturaleza. ANA (2018)

h. Litio (Li)

El litio es un metal alcalino, metal sólido ligero. El litio metálico en el ambiente reacciona con el nitrógeno, oxígeno y el vapor de agua en el aire, el litio reacciona fuertemente con el agua formando el hidróxido de litio el cual es altamente inflamable

y representa un peligro significativo porque es muy corrosivo. Al cual hay que prestar atención a los organismos acuáticos.

i. Magnesio (Mg)

El magnesio es un elemento químico, metálico es blanco plateado, se conoce como uno de los metales más ligeros, esto por su bajo peso y capacidad para formar aleaciones mecánicamente resistentes. Este elemento se encuentra en grandes cantidades en la naturaleza y en cantidades importantes en los minerales rocosos, el tercer metal más abundante en la corteza terrestre.

j. Manganeso (Mn)

El manganeso es un metal relativamente común en rocas y suelos, que se presenta como óxidos e hidróxidos. Su evaluación es de gran importancia en el control de las concentraciones de diversos metales que se encuentran en los cuerpos de agua naturales. Ha seleccionado este parámetro para confirmar que su presencia es natural. ANA (2018)

k. Mercurio (Hg)

El mercurio es un metal pesado muy tóxico, si bien se encuentra naturalmente en el ambiente, sin embargo, hoy en día la mayor fuente de emisión son las actividades humanas. Es liberado al ambiente por causas naturales como la (meteorización de rocas, actividades volcánicas, etc.) y por la actividad humana (minería, uso y procesamiento de combustible, etc.), estas al liberarse a la atmósfera caen al suelo en forma de gotas de lluvia, polvo o simplemente por gravedad, estas conocidas como deposición atmosférica. EPA, (2021)

Su presencia en las aguas se debe principalmente a la actividad humana (minería, etc.), salvo en contados lugares donde existen yacimientos naturales de este mineral. Suele ser un elemento que no se encuentra en abundancia en la naturaleza (en la corteza terrestre). ANA (2018)

l. Níquel (Ni)

El níquel es un metal de características. Plateado-blanco, duro pero flexible, este metal se puede encontrar en casi todos los tipos de tierra, en el ambiente comúnmente se encuentra combinado con azufre y oxígeno. El níquel y sus compuestos son transportados en el aire como partículas de fuentes naturales como volcanes. Y de la actividad antrópica comúnmente son desprendidos de las industrias que hacen el uso de mismo, de la misma manera son desprendidos de centrales eléctricas de petróleo, carbón e incineradoras de basura. Texas Department Of State Health Service Enviromental, (1964)

m. Plomo (Pb)

El plomo es un elemento relativamente menor en la corteza terrestre, pero está ampliamente distribuido en bajas concentraciones en rocas sedimentarias y suelos no contaminados.

El plomo es tóxico para los organismos acuáticos, pero el grado de toxicidad varía ampliamente según las características de la calidad del agua y las especies estudiadas. ANA (2018)

n. Selenio (Se)

El selenio es un elemento mineral, el cual se encuentra distribuido ampliamente en la naturaleza en su mayoría en rocas y suelos, este elemento generalmente está combinado con minerales como el cobre, plata, plomo y níquel,

El selenio que se encuentra en el agua es liberado a partir de los depósitos atmosféricos o el drenaje del suelo o subsuelo ya que son ricos en selenio. En el agua dulce principalmente está presente como selenato y selenito, las concentraciones altas de este elemento en el agua principalmente se debe a fuentes naturales o antropogénicas, como el uso de fertilizantes con contenido de selenio, en tierras agrícolas.

o. Zinc (Zn)

Es un elemento que abunda en rocas y minerales, pero se encuentra en pequeñas cantidades en aguas naturales porque el metal es insoluble. Está presente en pequeñas cantidades en casi todas las aguas superficiales alcalinas, pero su concentración aumenta en aguas ácidas.

En concentración moderada, se considera un parámetro básico de la nutrición humana. Se considera tóxico para los organismos acuáticos porque su concentración y factores dependen de las características de calidad del agua y de las especies estudiadas. ANA (2018)

2.2.4.3. Parámetros microbiológicos

a. Coliformes termotolerantes (fecales)

La presencia de este parámetro en los cuerpos de agua superficiales está asociada a la contaminación fecal, cuya fuente puede ser el vertimiento doméstico no

tratado a las áreas receptoras (ríos, arroyos) y otros factores relacionados con la disposición inadecuada de los desechos. sólidos depositados en el lecho. ANA (2018)

b. Escherichia Coli

Son bacterias gran-negativo son un tipo de bacterias coliformes fecales, que se encuentran en los intestinos de los humanos y los animales. Escherichia coli en el agua es una indicación de una contaminación reciente. Importante tener en cuenta que Escherichia coli y los residuos de humanos y animales pueden entrar en el agua de diferentes maneras, por ejemplo. Durante la lluvia, fosas sépticas inadecuadas, animales cerca de las fuentes de agua, etc. Griffit J, Weisberg S, & McGee C, (2003)

2.2.5. Laguna

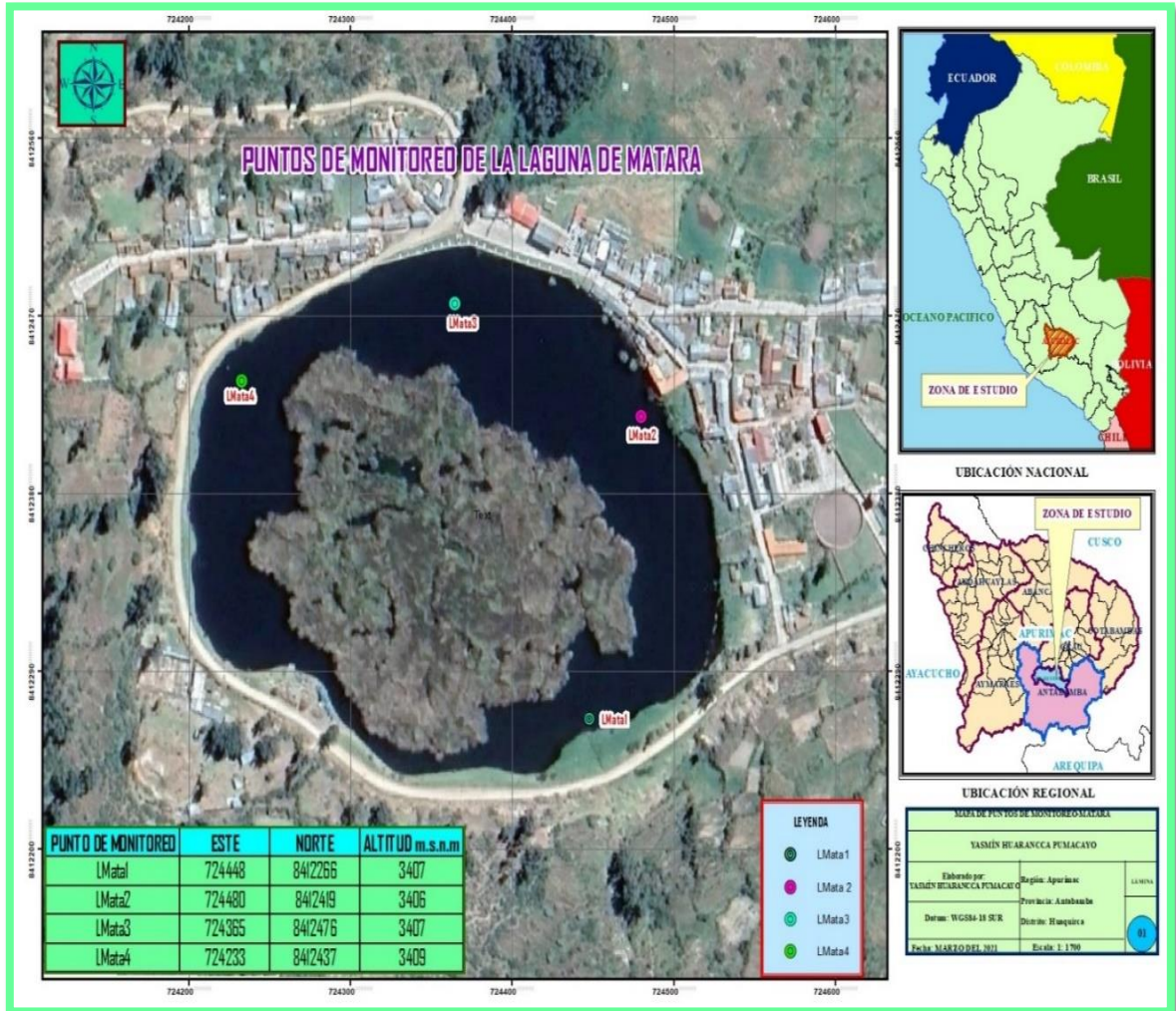
Una laguna es un cuerpo de agua que es menos profundo y extenso que un lago. Sus aguas son generalmente dulces y sustentan una gran variedad de flora y fauna tanto en ambientes terrestres como acuáticos. Suelen estar formados por el hundimiento del terreno y la presencia de lluvias o la influencia de los ríos más que de los lagos, su formación suele atribuirse a la influencia de los glaciares y su actividad. En algunos casos, las lagunas se forman artificialmente por manos humanas; tales casos pueden ser el resultado de diversas actividades económicas, como la necesidad de almacenar agua para cultivos o producir energía hidroeléctrica. MX, Editorial Definición, (2014)

Las lagunas tienen una variada vida animal y vegetal. En efecto, las mismas proveen de humedad para el desarrollo de una intensa variedad biológica en sus alrededores como asimismo ponen el fundamento para la vida en el ámbito acuático. Es por ello que este tipo de espacios suelen ser utilizados tanto para pesca como para

caza de tipo recreativa. Los deportes acuáticos también pueden ser llevados a cabo en algún caso, pero por lo general para este tipo de actividades se prefieren las lagunas artificiales. MX, Editorial Definición, (2014)

Figura 2.

Laguna



Nota: la figura muestra una laguna

2.3. Marco conceptual

- **Conservación acuática:** es un cuerpo natural de agua superficial que forma parte de ecosistemas frágiles
- **Índice de calidad de agua:** el índice de calidad expresa la condición o el estado de la calidad del agua comparando los resultados con los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental, expresa el estado del agua en rangos como (excelente, bueno, regular, malo y pésimo)
- **Lagunas y lagos:** son aquellos cuerpos naturales de agua lenticos, los cuales no presentan corriente continua.
- **Bebida de animales:** son las aguas utilizadas para la bebida de animales mayores y menores
- **Riego de vegetales:** aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales
- **Calidad de Agua:** Esta referida a las características físicas, químicas, biológicas y radiológicas en un estado natural.
- **Contaminación:** es la introducción por el hombre de agentes extraños al medio que alteran las características físicas, químicas, o biológicas del medio.
- **Estándar de Calidad Ambiental:** es la medida del nivel de concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos en los cuerpos receptores como es agua, suelo y aire.
- **Muestreo de Agua:** consiste en obtener una cantidad representativa del cuerpo de agua para su posterior análisis y determinar su situación actual.
- **Laguna:** son depósitos naturales de agua por lo general agua dulce, de baja profundidad

- **Agua:** sustancia que está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, esta sustancia se encuentra en estado sólido, líquido y gaseoso, es uno de los componentes más abundantes de la superficie terrestre.
- **Calidad:** es un conjunto de propiedades y virtudes los cuales permiten valorar y caracterizarla e indican las condiciones en las que se encuentran.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis

En el presente trabajo de investigación no se considera la hipótesis por ser un trabajo de nivel descriptivo en vista de que no se trabaja con relaciones de causa efecto, tal como lo indica Kerlinger & Lee, (2002) describe que los enunciados de hipótesis deben contener dos o más variables, a la vez están deben ser medibles en vista de que estas especifican como están relacionadas ambas variables.

3.2. Método de la investigación

El presente trabajo de investigación cumple con las características del método inductivo puesto que se partirá de casos particulares a lo general, en este caso se determinará los valores de los parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos y se llegará a un enunciado general el cual se traduce en lo que es la calidad de agua. es decir que, de los datos o elementos individuales; por semejanzas, se sintetiza y se llega a un enunciado general; que explica y comprende a esos casos particulares. (Caballero, 2000)

3.3. Tipo de la investigación

El presente trabajo de investigación de acuerdo a su finalidad pertenece al tipo de investigación básica o pura que tiene como finalidad el mejor conocimiento y comprensión de los fenómenos educativos. Mantiene como propósito recoger información de la realidad para enriquecer el conocimiento científico. (Sanchez,1998)

3.4. Nivel o alcance de la investigación

El presente trabajo de investigación cumple con las características del nivel descriptivo puesto que en este trabajo de investigación describiremos la situación actual de la calidad del agua en la laguna de Matara. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

3.5. Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación cumple con las características del diseño no experimental transeccional o transversal puesto que no se manipulará deliberadamente las variables, se recolectarán datos en tiempo único con el propósito de describir y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

3.6. Operacionalización de variables

Tabla1.

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índices
CALIDAD DE AGUA	Son las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del elemento, que hacen que sea apto para un uso determinado y no lo sea para otro. Es evidente que no es necesario que reúna los mismos requisitos un agua destinada al consumo humano que una destinada al riego. ECOAVANT, (2016)	Los análisis de los parámetros establecidos se desarrollarán de acuerdo al protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (resolución jefatural N° 010-2016-ANA)	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	Aceites y grasas	mg/L
				Bicarbonatos	mg/L
				Cianuro Wad	mg/L
				Cloruros	mg/L
				DBO ₅	mg/L
				DQO	mg/L
				Detergentes	mg/L
				Fenoles	mg/L
				Nitratos NO ₃ -	mg/L
				Nitritos NO ₂	mg/L
				Sulfatos	mg/L
				Potencial de hidrogeno pH	Unid. pH
				Temperatura	° C
				Conductividad	uS/cm
				Oxígeno disuelto OD	mg/L
PARÁMETROS INORGANICOS	Aluminio Al	mg/L			
	Arsénico	mg/L			
	Bario	mg/L			
	Berilio	mg/L			
	Boro	mg/L			
	Cadmio	mg/L			
	Cobre	mg/L			
	Cobalto	mg/L			
	Cromo Total	mg/L			
	Hierro	mg/L			
	Litio	mg/L			
	Magnesio	mg/L			
	Manganeso	mg/L			
	Mercurio	mg/L			
	Níquel	mg/L			
Plomo	mg/L				
Selenio	mg/L				
Zinc	mg/L				
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml			
	Escherichia coli	NMP/100ml			

Nota: la tabla muestra la operacionalización de variables

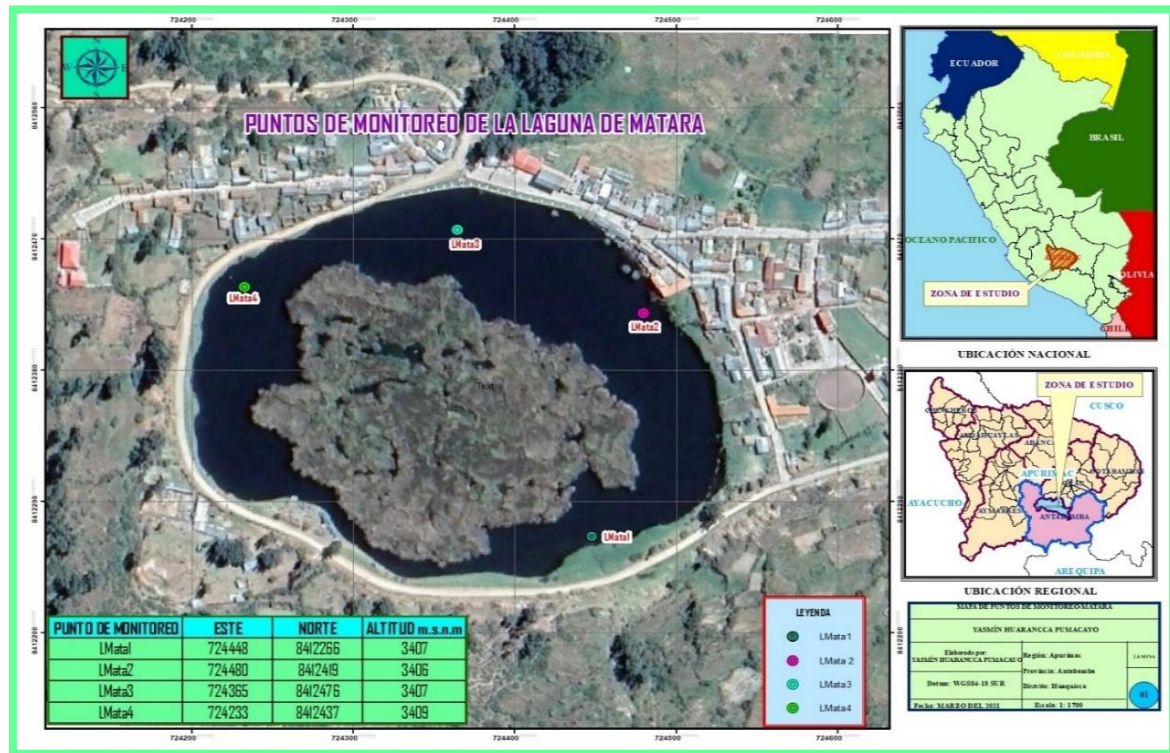
3.7. Población, muestra y muestreo

3.7.1. Población

La población en estudio es la laguna de Matara, el cual es perteneciente al distrito de Huaquirca, Provincia de Antabamba.

Figura 3.

Laguna de Matara



Nota: la figura muestra la población en estudio

3.7.2. Muestra

Las muestras para el análisis fueron las aguas obtenidas de 4 puntos de monitoreo, las cuales se distribuyen de la siguiente manera. Primer punto de muestra LMata1 corresponde al primer punto de monitoreo el cual es la entrada de agua a la laguna es alimentada por medio de un canal la ubicación geográfica en coordenadas UTM según el datum WGS-84 está ubicada de la siguiente manera (E 724448, N 8412266),

segundo punto de muestra LMata2 este punto de monitoreo fue ubicada en vista de que en esta zona hay existencia de viviendas, asimismo zona donde hay presencia de animales menores, ubicada en las siguientes coordenadas (E 724480, N 8412419), tercer punto de muestra LMata3 este punto es la zona donde desemboca la laguna con fines de riego de vegetales, con las siguientes coordenadas (E 724365, N 8412476) y cuarto punto de muestra LMata4 zona de bebida de animales (E 724233, N 8412437) los puntos de monitoreo se establecieron de acuerdo al protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

3.7.3. Muestreo

El desarrollo del muestreo se desarrolló en noviembre del 2020, el procedimiento del muestreo fue basada en el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Autoridad Nacional del Agua.

3.8. Técnicas e instrumentos

3.8.1. Técnicas

Las principales técnicas para la recolección de información son:

- Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales
- La revisión bibliográfica (tesis referidas a la investigación, normas técnicas, etc.)
- Observación directa
- Monitoreo
- Toma de datos *in situ* (parámetros de campo)

3.8.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados en esta investigación son los siguientes.

- **Software (Microsoft Word, Microsoft Excel ArcGIS, Google Earth):** El Word se empleó para la redacción del trabajo de investigación, asimismo el Excel para procesar los resultados del trabajo, el ArcGIS se empleó para crear el mapa del ámbito de evaluación, Google Earth se utilizó para identificar la red de puntos de monitoreo.
- **GPS:** Se empleo este equipo para identificar las coordenadas de la red de puntos de monitoreo.
- **Multiparámetro:** Este equipo fue empleado para tomar datos de los parámetros de campo, como es temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.
- **Frascos de muestra:** Proporcionadas por el laboratorio.
- **Cadena de custodia:** para acompañar las muestras a laboratorio
- **Coolers:** Para la conservación de las muestras.

3.9. Consideraciones éticas

La presente investigación se desarrolló sin experimentación en humanos, pero si se realizó en monitoreo en un cuerpo de agua en coordinación con representantes de la Autoridad Administrativa del Agua-Pampas Apurímac. Los resultados obtenidos fueron custodiados sin revelar hasta la realización del informe final.

3.10. Procesamiento de estadísticos

3.10.1. Plan de muestreo.

El trabajo de planificación se realizó en gabinete, con el propósito de establecer el diseño del trabajo de monitoreo, que incluyen establecer el ámbito de evaluación, puntos de monitoreo, lugares de acceso y la ubicación de las zonas de muestreo mediante el uso de las herramientas informáticas (Google Earth), asimismo respecto a los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo y logística necesaria para el traslado del equipo de trabajo.

3.10.1.1. Establecimiento del número de la red de puntos de monitoreo

Se estableció 04 puntos de monitoreo, considerando como punto de inicio LMata 1 el cual está en el afluente a la laguna, el segundo punto es LMata 2 es considerado debido a que en esta zona existen viviendas y crianza de animales menores, el tercer punto es LMata 3 ubicada porque es la zona por la cual desemboca el agua con fines de riego y el último punto es LMata 4 punto ubicado por ser zona de bebida de animales.

3.10.1.2. Codificación de punto de muestreo.

Los puntos de muestreo se codificaron de acuerdo al protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. El cual indica que el código de muestreo estará conformado por los siguientes elementos.

- Sigla del tipo de cuerpo de agua = Para laguna natural, artificial y lago = L
- Sigla del nombre del cuerpo de agua = compuesta por las primeras 4 letras iniciales Mata
- Numeración continua = los números se asignan en orden creciente

Tabla2.

Puntos de monitoreo

Puntos de muestreo codificados
LMata1
LMata2
LMata3
LMata4

Nota: la tabla muestra los puntos de monitoreo codificados

3.10.1.3. Determinación de los parámetros a ser evaluados

Los parámetros a ser evaluados fueron determinados en gabinete y recomendadas del representante del área de calidad de recursos hídricos de la Autoridad Administrativa del Agua- Pampas Apurímac.

Un total de 35 parámetros a evaluar para el ECA categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, un total de 19 parámetros a evaluar para el ECA categoría 4 conservación del ambiente Acuático E1. Lagos y lagunas.

3.10.1.4. Preparación de materiales y equipos

para llevar a cabo el monitoreo se preparó los materiales de trabajo como son: soluciones estándar de pH, conductividad, formatos (cadena de custodia), de la misma forma los equipos de muestreo operativos.

Tabla3.*Provisiones para el muestreo de agua*

Medio de transporte	➤ Camioneta
Logística	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mapa de localización de la red de puntos de monitoreo ➤ Marcadores de tinta indeleble ➤ Cinta de embalaje ➤ Balde transparente de 4 y 20 litros ➤ Cámara digital ➤ Cadena de custodia ➤ Multiparámetro ➤ GPS
Muestreo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Coolers grandes y pequeños ➤ Ice pack ➤ Preservantes ➤ Frascos de vidrio transparente y/o ámbar ➤ Frascos de plástico ➤ Pizetas
Limpieza y eliminación de impurezas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Papel tissue (secante)
Equipo de protección personal básico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Guantes descartables ➤ Mascarillas descartables

Nota: la tabla muestra la logística necesaria para el monitoreo

3.10.1.5. Fecha del trabajo de campo (monitoreo)

El monitoreo se llevó a cabo el día 19 de noviembre del 2020, actividad programada en coordinación con el área técnica de calidad de los recursos hídricos de la autoridad administrativa del agua Pampas Apurímac AAA-PA y la Dirección de calidad y evaluación de los recursos hídricos (DCERH) de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), este monitoreo fue ejecutada juntamente con la Administración Local del Agua Bajo Apurímac (ALA-BAP).

- **Participantes en el monitoreo**

Tabla4.

Representantes en el monitoreo de la laguna de Matara

Representantes en el monitoreo de la calidad del agua de la laguna de Matara	
Tesista	Yasmin HUARANCCA PUMACAYO
Profesional de AAA-PA/ALA-BAP	Ing. Berta ATAYUPANQUI YLLA

Nota: la tabla muestra los participantes en el monitoreo

- **Recipientes utilizados para el muestreo**

Los frascos que se usaron para el monitoreo fueron proporcionados por el laboratorio ALS LS S.A.C. estos frascos fueron debidamente etiquetados para su identificación.

Tabla5.

Tipo de recipiente usado para los parámetros

PARÁMETROS	ENVASE
Aceites y Grasas, bicarbonatos y fenoles	Vidrio ámbar de boca ancha
Metales (Al, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Co, Cr, Fe, Li, Mn, Mg, Hg, Ni, Pb, Se, Zn)	Polietileno de alta densidad PE-HD
DBO, DQO, Cianuro wad, nitratos, nitritos, sulfatos	Plástico
Microbiológicos (coliformes termotolerantes y Escherichia coli)	vidrio

Nota: la tabla muestra los frascos usados por cada parámetro a evaluar

3.10.1.6. Toma de muestras

- **Rotulado y etiquetado**

Los frascos fueron rotulados antes de tomar las muestras, con plumón indeleble, con el propósito de que los datos no se borren, estos frascos se han etiquetado con etiquetas autoadhesivas, cada muestra de agua con los siguientes datos.

Tabla6.

Datos del rotulado

Datos del rotulado

- Nombre del solicitante
- Código del punto de muestreo
- Fecha y hora de muestreo
- Nombre del responsable de la toma de muestra
- Tipo de análisis requerido

Nota: la tabla muestra los datos a considerar en el rotulado

• **Procedimiento de la toma de muestras**

- ✓ Como medida de protección usamos las mascarillas y guantes descartables en vista de manipulamos los frascos, preservantes etc.
- ✓ El trabajo inició georreferenciando cada punto de monitoreo usando el GPS
- ✓ Se prosiguió con la medición de los parámetros de campo como son: OD, pH, temperatura y conductividad eléctrica, para ello se utilizó un balde de 4 litros al cual se sumergió el multiparámetro y se tomó los datos. Una vez tomada los datos se procedió a realizar la limpieza adecuada del multiparámetro utilizando agua destilada y papel tissue para secar esto a fin de evitar posibles contaminantes y deterioro del equipo.
- ✓ Se procedió a retirar la tapa y contratapa de los frascos para después enjuagar como mínimo 2 veces.
- ✓ Se tomo el frasco por debajo del cuello y se sumergió el frasco a una profundidad de 20 cm bajo el agua, orientado la boca del frasco a contracorriente del flujo de agua y evitando coleccionar suciedad u otras partículas de la superficie.

- ✓ Para los parámetros orgánicos como Aceites y Grasas la toma de muestra se realizó en la superficie de la laguna.
- ✓ Para los parámetros que requieren preservación se consideró un espacio del 1 % de la capacidad del frasco.
- ✓ Para las muestras microbiológicas se consideró un espacio del 10 % del volumen del envase para asegurar la adecuada oxigenación para las bacterias.
- ✓ Para el parámetro DBO₅ el envase fue llenado lentamente en su totalidad para evitar que se generen burbujas.
- ✓ **Punto de monitoreo LMata 1:** Este punto se localiza en la zona de afluencia de la laguna ubicada con las siguientes coordenadas UTM por el Este 724448, Norte 8412266 a 3407 m.s.n.m.

Figura 4.
ubicación del punto de
monitoreo. LMata1

LMata 1	
FECHA: 19.11.20	HORA: 09:50
O.D: 5.11	E: 724448
T.C°: 17.66	N: 8412266
pH: 7.74	ALT: 3407
COND: 381.2	ZONA: 18L.

Figura 5.
Monitoreo de parámetros de
campo LMata1



Figura 6.
Tomando datos de los
parámetros de campo LMata1



Figura 7.
participantes de monitoreo LMata1

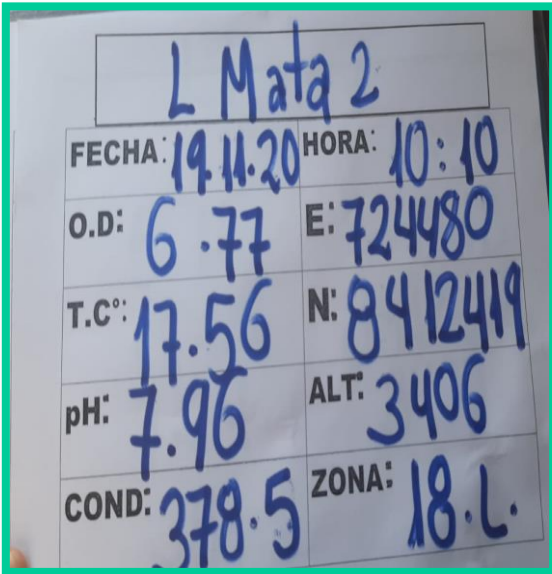


Nota: las figuras muestran el monitoreo en LMata1

- ✓ **Punto de monitoreo LMata 2:** Este punto es zona de presencia de viviendas y animales menores, localizado en las siguientes coordenadas UTM **Este**724480, **Norte** 8412419, a una altitud de 3406 m.s.n.m.

Figura 8.

Ubicación del punto de muestreo LMata2



L Mata 2	
FECHA: 19.11.20	HORA: 10:10
O.D: 6.77	E: 724480
T.C°: 17.56	N: 8412419
pH: 7.96	ALT: 3406
COND: 378.5	ZONA: 18.L.

Figura 9.

Trabajos de monitoreo LMata2



Figura 10.

Tomando muestras LMata2



Figura 11.

Resultados de parámetros de campo LMata2



Nota: las figuras muestran el monitoreo en LMata2

- ✓ **Punto de monitoreo LMata 3:** El punto de monitoreo 3 está ubicado en el efluente de la laguna, zona por el cual desemboca el agua con fines de riego.

Ubicada con las siguientes coordenadas UTM Este 724365, Norte 8412476 con una altitud de 3407 m.s.n.m.

Figura 12.
ubicación de punto de monitoreo LMata3

LMata 3	
FECHA: 19.11.20	HORA: 10:30
O.D: 7.63	E: 724365
T.C°: 18.53	N: 8412476
pH: 8.00	ALT: 3407
COND: 377.0	ZONA: 18 L.

Figura 13.
Toma de muestras LMata3

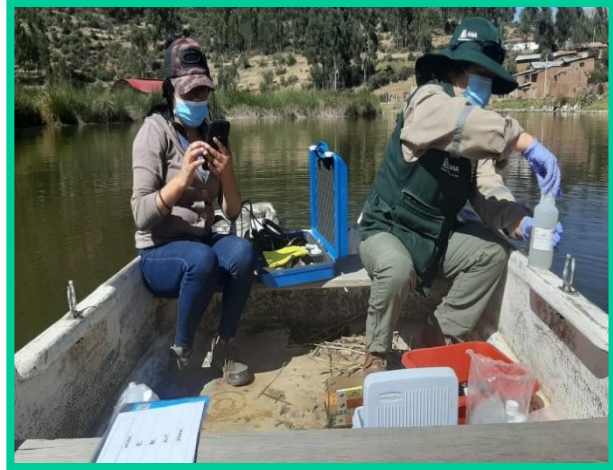
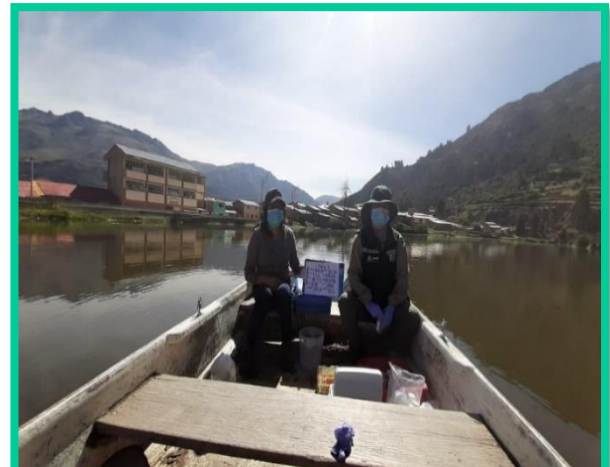


Figura 14.
Toma de datos de parámetros de campo LMata3



Figura 15.
Resultados de parámetros de campo LMata3

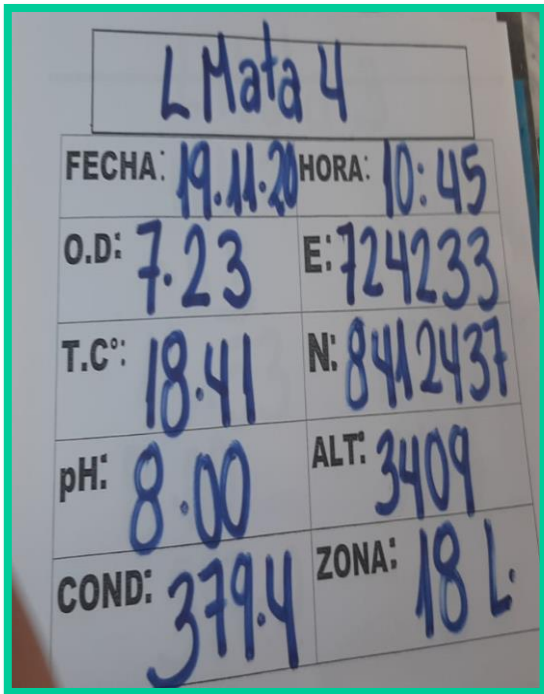


Nota: las figuras muestran el monitoreo en LMata3

- **Punto de monitoreo LMata 4:** El último punto de monitoreo fue ubicado en criterio a que la zona es donde los animales consumen el agua. Con las

siguientes coordenadas UTM Este 724233, Norte 8412437 con una altitud de 3409 m.s.n.m.

Figura 16.
Datos del punto de monitoreo
LMata4



LMata 4	
FECHA: 19.11.20	HORA: 10:45
O.D: 7.23	E: 724233
T.C°: 18.41	N: 8412437
pH: 8.00	ALT: 3409
COND: 379.4	ZONA: 18 L.

Figura 17.
Toma de muestras en LMata4



Nota: las figuras muestran el monitoreo en LMata4

- **Preservación y Almacenamiento**

Después de haber tomado las muestras se procedió a adicionarle preservante un promedio de 5 gotas, la cantidad fue en función al pH de conservación de cada parámetro evaluado tal como indica en el anexo VII (conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado) del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

Tabla7.*Condiciones de preservación y almacenamiento*

Parámetro	condiciones de preservación y almacenamiento
Oxígeno disuelto, pH, Temperatura y Conductividad eléctrica	Análisis <i>in situ</i>
Aceites y grasas	Se agrego el ácido nítrico (HNO₃) hasta pH 1 - 2
Bicarbonatos	Sin preservante , conservada entre 5° C ± 3° C
Cianuro WAD	Se agrego hidróxido de sodio (NaOH) hasta pH > 12
Cloruros	Sin preservante , conservada entre 5° C ± 3° C
Demanda bioquímica de oxígeno	Sin preservante , llenar el frasco y sellar sin burbujas
Demanda química de oxígeno	Se agrego de ácido sulfúrico (H₂SO₄) hasta pH 1 - 2
Detergentes (SAAM)	Sin preservante , conservada entre 5° C ± 3° C
Fenoles	Se agrego de ácido sulfúrico (H₂SO₄) hasta pH < 2
Nitratos	Se agrego de ácido sulfúrico (H₂SO₄) hasta pH 1 - 2
Nitritos	Se agrego de ácido sulfúrico (H₂SO₄) hasta pH 1 - 2
Sulfatos	Sin preservante , conservadas entre 5° C ± 3° C
Metales (Al, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Co, Cr, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, Se, Zn)	Para preservar los metales se usó 5 gotas de ácido nítrico (HNO₃) pH 1-2
Coliformes termotolerantes y Escherichia coli	Sin preservante , se dejó un espacio para la aireación

Nota: la tabla muestra la preservación por cada parámetro

Figura 18.
Agregando preservante a las muestras



Figura 19.
Almacenamiento de las muestras



Nota: la figura muestra la preservación de muestras

- **Llenado de cadena de custodia.**

Una vez culminado la toma y preservación de las muestras se procedió con el llenado de la cadena de custodia, que contienen los siguientes datos.

Tabla8.

Datos de la cadena de custodia

Datos del contenido de la cadena de custodia
➤ Nombre de la institución que realiza el monitoreo
➤ Nombre de la persona, correo de quien realizó el monitoreo
➤ Nombre del proyecto
➤ Nombre del responsable de la toma de muestra.
➤ Código del punto de monitoreo
➤ Fecha y hora del monitoreo
➤ Parámetros a analizar

Nota: la tabla muestra datos para el llenado de cadena de custodia

Figura 20.
Cadena de Custodia

FOP 048

CADENA DE CUSTODIA - MONITOREOS AGUAS Y/O MUESTRAS ACUOSAS - CLIENTES

Nº de Documento _____ de _____ Hoja Nº _____ de _____

Grupo Nº 59049/2020
Orden de Servicio Nº _____
Proceso Nº _____

Sede CERCADO
Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde, Lima
Teléfono: 01- 488 9500
SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede AREQUIPA
Av. Dolores Nº 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa
Teléfono: 054-424570
SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

ENVIAR INFORME DE ENSAYO A:

CLIENTE : Autoridad Nacional del Agua
CONTACTO : Percy Perez Diaz
DIRECCIÓN : Ca 17 N°355, urb El Palomar, Sn Isidro
E-MAIL : pperez@ana.gob.pe

FACTURAR A:

RAZÓN SOCIAL : Autoridad Nacional del Agua
DIRECCIÓN : Ca 17 N°355, urb El Palomar, Sn Isidro
RUC : 2052 07 11 865
CONTACTO : Percy Perez Diaz
TELÉFONO : _____

DATOS DEL PROYECTO:

PROYECTO : Monitoreo de la calidad de Agua Superficial de la laguna MATAZA
COTIZACIÓN : _____
MUESTREO POR : Berta Atayupanqui y Ila

ESTACIÓN DE MUESTREO	Tipo de Muestra (1)	FECHA DE MUESTREO	HORA (h:mm)	CODIGO DE LABORATORIO	Atm	Amo	Me	SAPE	Cianuro	Fenoles	fosforo total	Nitratos + Nitritos	SSA	C. coli	Coliformos termofilos	PRESERVANTE	PARÁMETRO	OBSERVACIONES
L Mata 1	A.S	19.11.20	09:50	500665	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			
L Mata 2	A.S	19.11.20	10:10	500666	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			
L Mata 3	A.S	19.11.20	10:30	500667	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			
L Mata 4	A.S.	19.11.20	10:45	500668	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			

OBSERVACIONES:

DATOS DE ENVÍO: (INDICADOS POR EL CLIENTE):
Entregado por : Berta Atayupanqui y Ila
Fecha : 19.11.2020
Hora (h:mm) : 17:07

DATOS A SER LLENADOS POR EL LABORATORIO:
Recibido en Laboratorio por : VICTOR WOUNA
Fecha : 20/11/2020 Hora (h:mm) : 13:05
Revisado por : _____

CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):

En buen estado:	SI	No	Datos Muestreo Hidrobiológico	
Recipiente apropiado:	SI	No	Volúmen (Litros)	Área Muestreo : Macrobentos(m ²) / Perifiton (cm ²)
Dentro del tiempo de conservación:	SI	No		
Correctamente preservadas:	SI	No		

(1) Tipo de muestra:
ASUB=Aguja Subterránea, AM=Aguja Manantial, AT=Aguja Terminal, AS=Aguja Superficial, R=Rio, L=Laguna, Lago, *ALL=Aguja de Lluvia, *APL=Aguja Pluvial, ARD=Aguja Residual Doméstica, ARI=Aguja Residual Industrial, ARM=Aguja Residual Municipal, AB=Aguja de Bebida, **AP=Aguja potable, **AMS=Aguja de Mesa, **AE=Aguja Envasada, APS=Aguja de Piscina, ALA=Aguja de Laguna Artificial, AMR=Aguja de Mar, ASO=Aguja Salobre, ASA=Aguja Salmuera, AIR=Aguja de Inyección y Reinyección, ACE=Aguja de Circulación o enfriamiento, AAC=Aguja de Alimentación para calderas, ACL=Aguja de Calderas, ALX=Aguja de Lixiviación, APJ=Aguja purificada, AD=Aceite Dieléctrico.

(2) Información llenada en recepción de muestras.

(3) Códigos parámetros en el POS 017-ANEXO I.

* Agua de lluvia o Agua Pluvial corresponde al tipo de Agua de Deposition Atmosférica.
** Agua Potable, Agua de Mesa y Agua Envasada corresponden al tipo de Agua de Bebida.

Nota: la figura muestra la cadena de custodia

Las muestras fueron acompañadas con la cadena de custodia, el cual fue llenado y debidamente protegido en un sobre plastificado con la finalidad de evitar su deterioro. Fueron enviadas al laboratorio dentro del Coolers junto con las muestras.

- **Conservación y transporte de muestras.**

Las muestras se almacenaron en el Coolers los cuales fueron colocados de forma vertical para evitar derrames, los envases de vidrio han sido forradas con bolsas poliburbujas para evitar rotura y derrame, para mantener el sistema de enfriamiento entre $5^{\circ} \text{C} \pm 3^{\circ} \text{C}$ se usó el refrigerante (**Ice Pack**) cubos de hielo seco dentro del Coolers. Para el transporte se selló adecuadamente el Coolers con rollo film para asegurar las muestras, posteriormente las muestras han sido transportadas inmediatamente hacia el laboratorio por medio terrestre.

Figura 21.

Conservación y almacenamiento con Ice Pack en Coolers



Nota: conservación y almacenamiento de muestras en coolers

Figura 22.
Transporte de muestras



Nota: la figura muestra el transporte de muestras a laboratorio

El laboratorio de ensayo y al que fue enviada las muestras es el siguiente.

Tabla9.
Datos del laboratorio

Nombre de Laboratorio	ALS LS S.A.C. laboratorio de ensayo acreditado por INACAL-DA con registro N° LE-029
-----------------------	--

Nota: la tabla muestra los datos del laboratorio

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

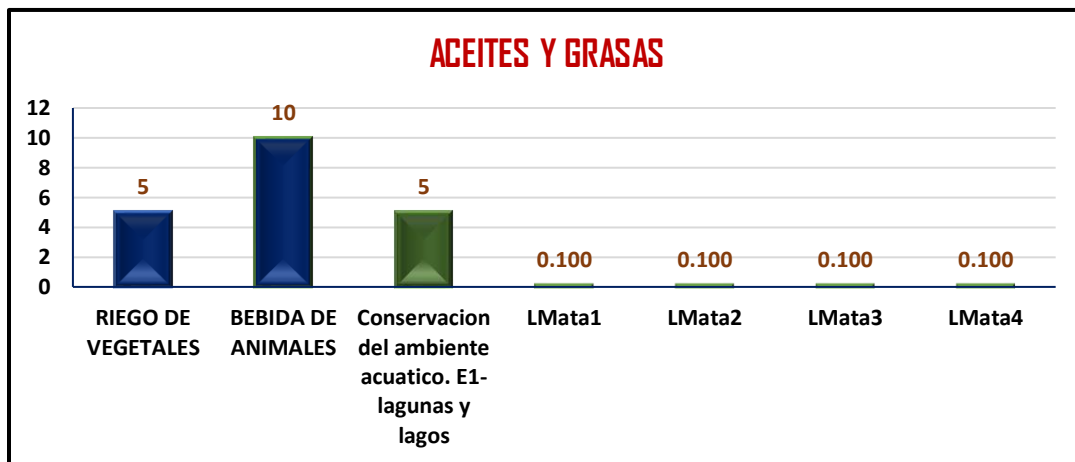
4.1. RESULTADOS POR PARÁMETRO

4.1.1. Parámetros físico-químicos

a. Aceites y grasas

Figura 23.

Resultado de Aceites y grasas vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de aceites y grasas

Tabla 10.

Resultados de Aceites y Grasas vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Aceites Y Grasas	mg/L	5	10	5	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100

Nota: la tabla muestra resultados de aceites y grasas vs ECA

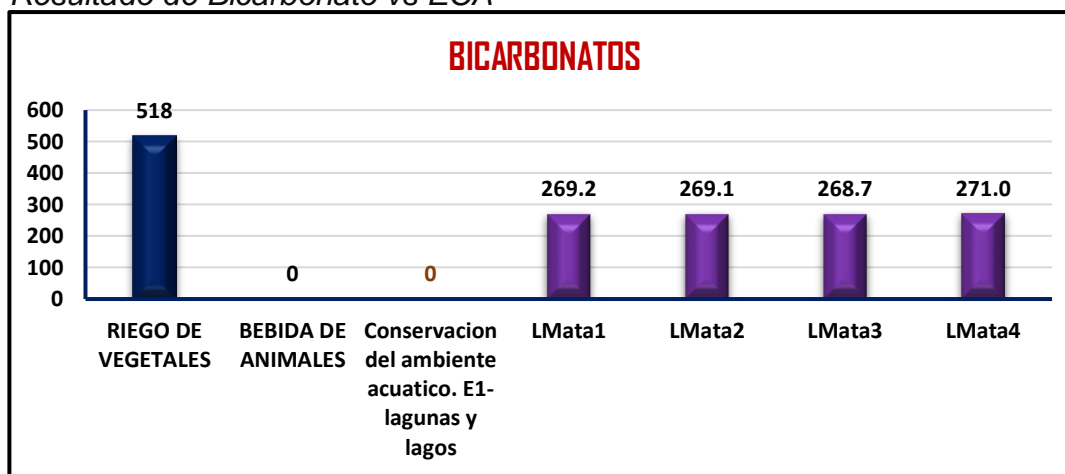
Los resultados de aceites y grasas se muestran en la tabla 10 y figura 23, donde los valores de los cuatro puntos de muestra oscilan por debajo del estándar de calidad ambiental (ECA) de la categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, por lo cual

está dentro de lo establecido que es 5 mg/l para riego de vegetales y 10 mg/l para bebida de animales. Asimismo, los resultados se encuentran por debajo de los valores establecidos en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas (cuerpos naturales de agua lenticos que no presentan corriente continua) con un valor de 5 mg/l, por lo tanto, el parámetro aceites y grasas se encuentran dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua)

b) Bicarbonatos

Figura 24.

Resultado de Bicarbonato vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de bicarbonatos vs ECA

Tabla 11.

Resultados de Bicarbonatos vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Bicarbonatos	mg/L	518	**	no existe	269.2	269.1	268.7	271

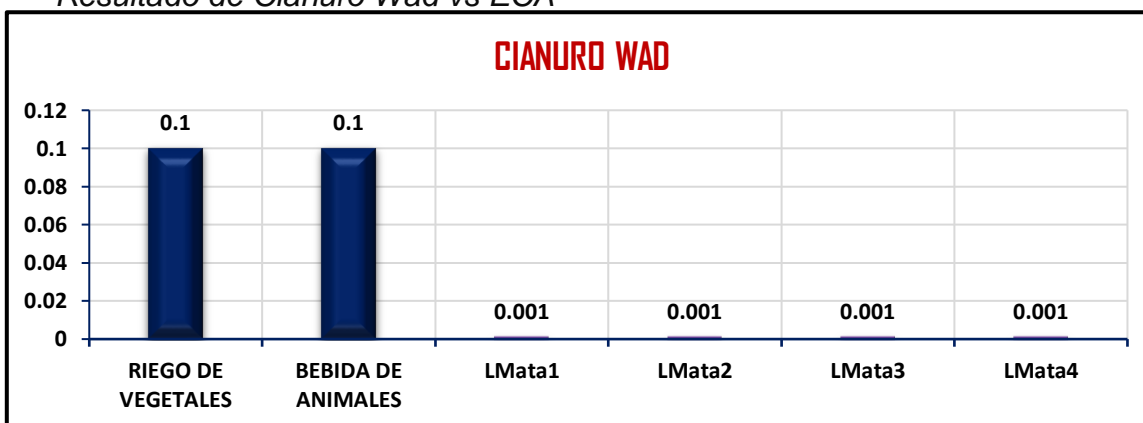
Nota: la tabla muestra resultados de bicarbonatos vs ECA

Los resultados de bicarbonatos se muestran en la tabla 11 y figura 24 donde los valores reflejan que se encuentran por debajo de lo establecido por los estándares de calidad ambiental categoría 3, considerada para riego de vegetales 518 mg/l y en caso de bebida de animales el parámetro no aplica (**), al igual que para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas no aplican, por lo cual el resultado del parámetro bicarbonatos se encuentra dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

c) Cianuro Wad

Figura 25.

Resultado de Cianuro Wad vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de Escherichia coli vs ECA

Tabla 12.

Resultados de Cianuro Wad vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Cianuro Wad	mg/L	0.1	0.1	No existe	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

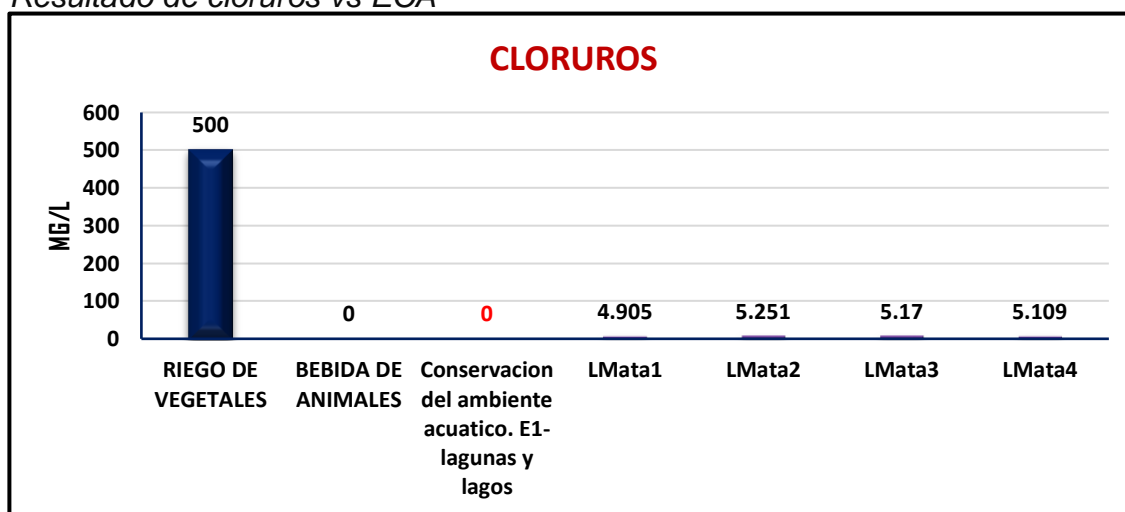
Nota: la tabla muestra resultados de cianuro wad vs ECA

Los resultados de Cianuro Wad se muestran en la tabla 12 y figura 25, en la cual refleja resultados de los 4 puntos de monitoreo oscilan por debajo de los valores establecidos en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Riego de vegetales 0.1 mg/l de igual manera para bebida de animales 0.1 mg/l por lo cual el resultado del parámetro cianuro wad se encuentra dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

d) Cloruros

Figura 26.

Resultado de cloruros vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de cloruros vs ECA

Tabla13.

Resultados de Cloruros vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Cloruros	mg/L	500	**	no existe	4.905	5.251	5.17	5.109

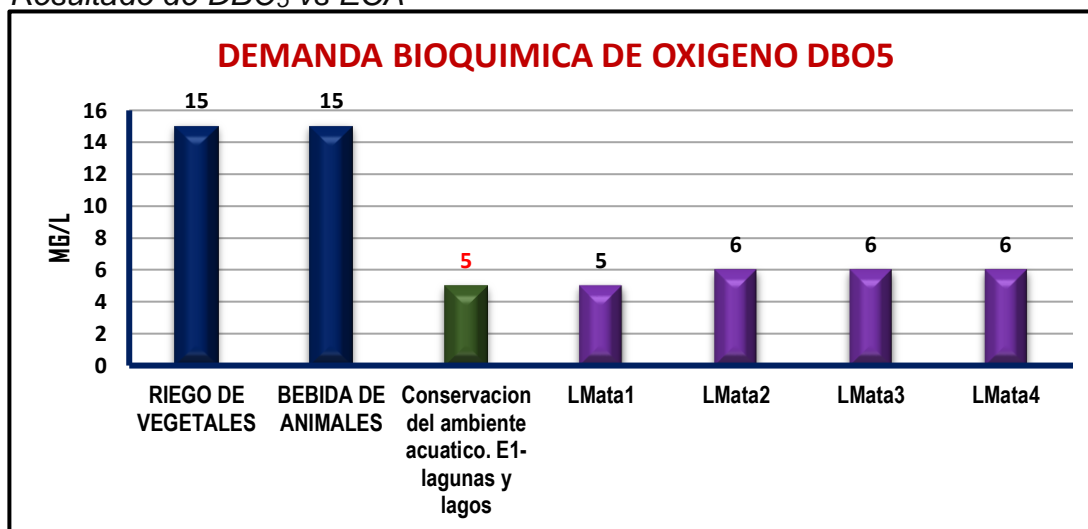
Nota: la tabla muestra resultados de cloruros vs ECA

Los resultados de cloruros se muestran en la tabla 13 y figura 26, en el cual refleja que los resultados de los cuatro puntos de monitoreo se encuentran dentro de los valores permitidos por el estándar de calidad ambiental categoría 3 son. Riego de vegetales 500 mg/l y respecto a bebida de animales este parámetro no aplica, de igual manera para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, no aplica por lo cual el resultado del parámetro cloruros se encuentra dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

e) Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅

Figura 27.

Resultado de DBO₅ vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de DBO5 vs ECA

Tabla14.

Resultados de DBO₅ vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
DBO 5	mg/L	15	15	5	5	6	6	6

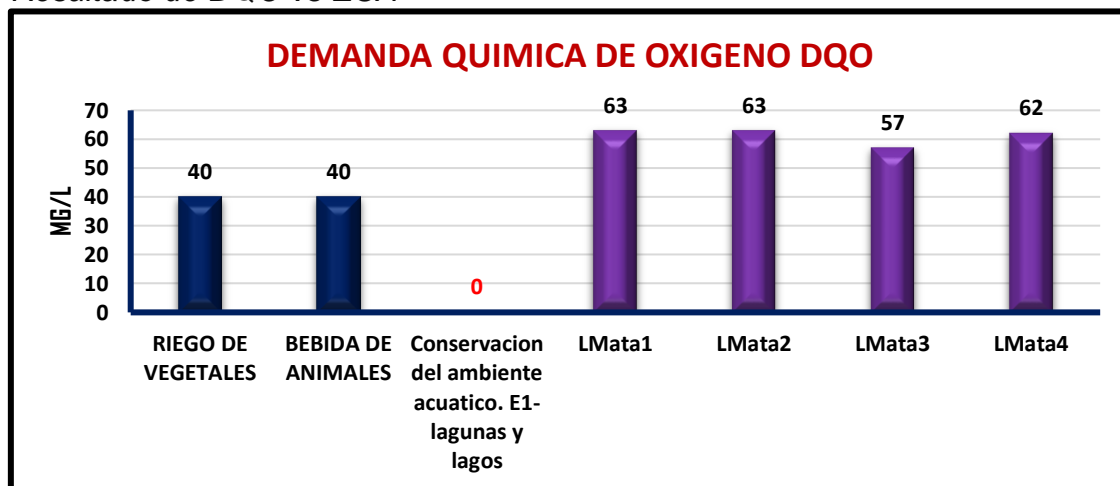
Nota: la tabla muestra resultados de DBO5 vs ECA

Los resultados de DBO₅ se muestran en la tabla 14 y figura 27 los cuatro puntos de monitoreo reflejan valores por debajo de lo establecido en los estándares de calidad ambiental, categoría 3. Cuyos valores son: riego de vegetales 15 mg/l, bebida de animales 15 mg/l. sin embargo, los resultados en el punto de monitoreo Lmata1 es igual al valor de la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, (5 mg/l) los resultados de los puntos de monitoreo LMata2, LMata3 y LMata es de 6 mg/l valores que superan al valor establecido de la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, 5 mg/l, por lo cual el parámetro demanda bioquímica de oxígeno estaría excediendo 3 puntos de monitoreo a los valores permitidos de la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, sin embargo, se encuentra dentro del rango permitido de la categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

f) Demanda Química de Oxígeno DQO

Figura 28.

Resultado de DQO vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de DQO vs ECA

Tabla 15.

Resultado de DQO vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
DQO	mg/L	40	40	no existe	63	63	57	62

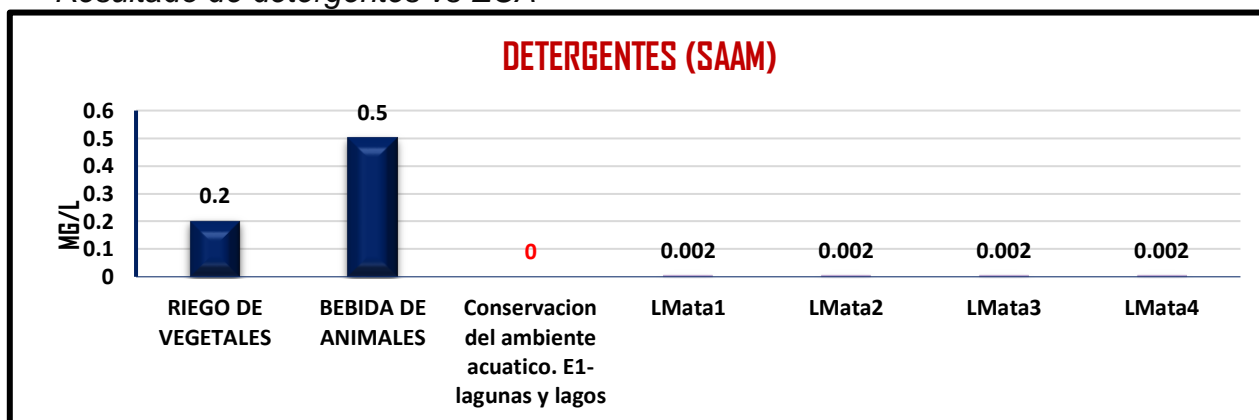
Nota: la tabla muestra resultados de DQO vs ECA

Los resultados de DQO se muestran en la tabla 15 y en la figura 28, los resultados reflejan valores por encima de lo establecido en los estándares de calidad ambiental, categoría 3 los cuales están considerados, para riego de vegetales 40 mg/l asimismo para bebida de animales 40 mg/l. sin embargo Las muestras LMata 1 y LMata 2 reflejan los valores más altos con 63 mg/l, la muestra LMata 3 es el que tiene el menor valor de 57 mg/l. para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, no aplica por lo cual el resultado del parámetro demanda química de oxígeno estaría superando del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua). De la categoría 3.

g) Detergentes SAAM

Figura 29.

Resultado de detergentes vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de detergentes vs ECA

Tabla 16.

Resultado de Detergentes vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Detergentes	mg/L	0.2	0.5	no existe	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

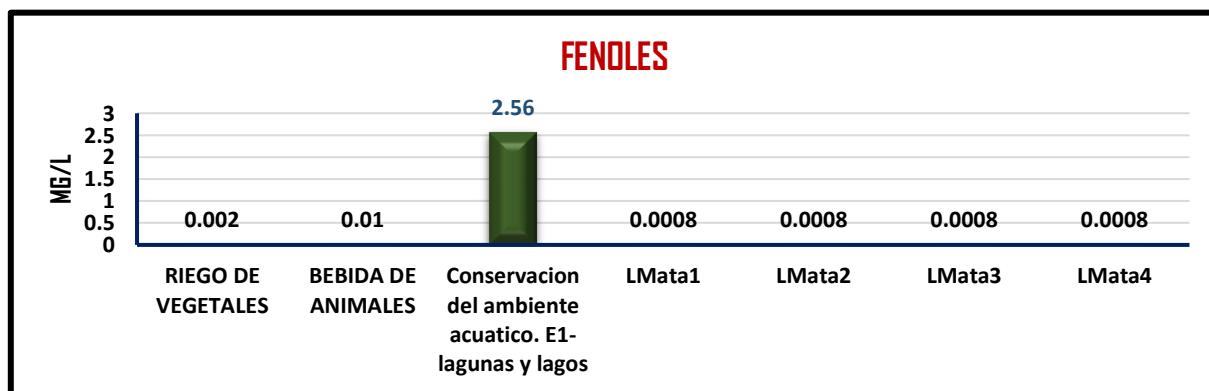
Nota: la tabla muestra resultados de detergentes vs ECA

Los resultados de detergentes se muestran en la tabla 16 y en la figura 29, cuyos valores en los cuatro puntos de monitoreo reflejan que se encuentran por debajo de lo establecido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Riego de vegetales 0.2 mg/l y bebida de animales 0.5 mg/l. para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, no aplica por lo cual el resultado del parámetro detergentes estaría dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua). De la categoría 3.

h) Fenoles

Figura 30.

Resultado de Fenoles vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de fenoles vs ECA

Tabla 17.

Resultados de Fenoles vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Fenoles	mg/L	0.002	0.01	2.56	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008

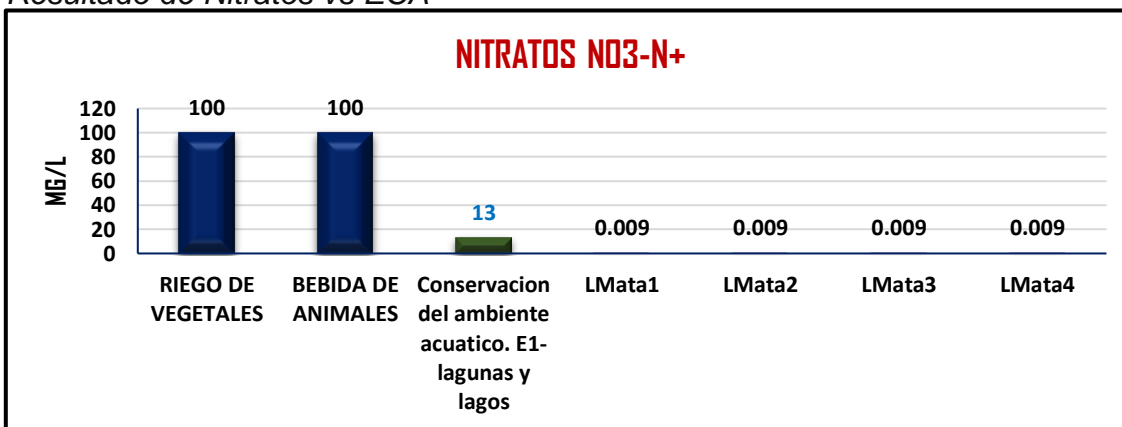
Nota: la tabla muestra resultados de fenoles vs ECA

Los resultados de fenoles se muestran en la tabla 17 y figura 30, los resultados en los cuatro puntos de monitoreos oscilan dentro de lo establecido en el estándar de calidad ambiental categoría 3 Para riego de vegetales 0.002 mg/l y para bebida de animales 0.01 mg/l, de igual manera está dentro del valor establecido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, (2.56 mg/l) por lo cual el resultado del parámetro fenoles estaría dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

i) Nitratos NO₃-

Figura 31.

Resultado de Nitratos vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de nitratos vs ECA

Tabla 18.

Resultados de Nitratos vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Nitratos NO3-N+	mg/L	100	100	13	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009

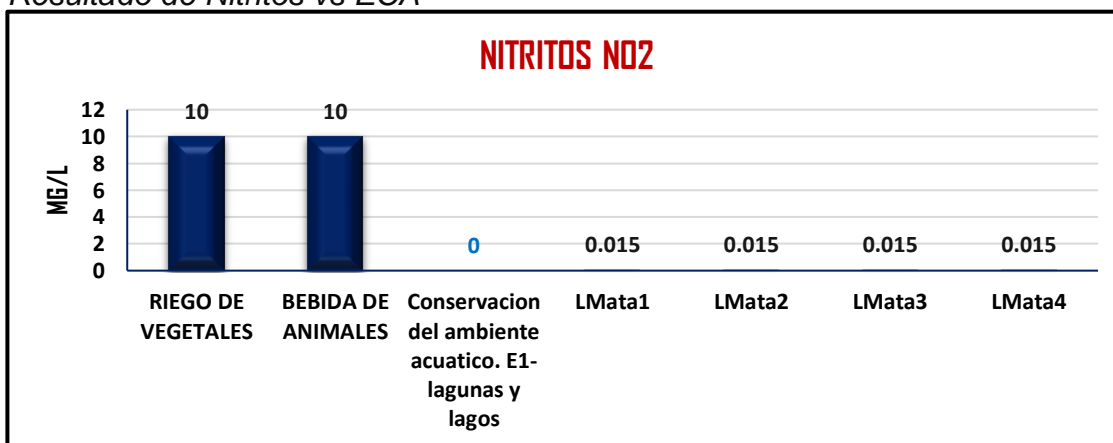
Nota: la tabla muestra resultados de nitratos vs ECA

Los resultados de nitratos se reflejan en la tabla 18 y figura 31, los valores de los 4 puntos de monitoreo reflejan resultados por debajo de lo establecido en el estándar de calidad ambiental para categoría 3. Cuyos valores son de 100 mg/l para riego de vegetales y bebida de animales. De igual manera los resultados en los 4 puntos de monitoreo se encuentran dentro del valor permitido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, (13 mg/l) por lo cual el resultado del parámetro nitratos estaría dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

j) Nitritos NO2

Figura 32.

Resultado de Nitritos vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de nitritos vs ECA

Tabla 19.

Resultado de Nitritos vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Nitritos No2	mg/L	10	10	no existe	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015

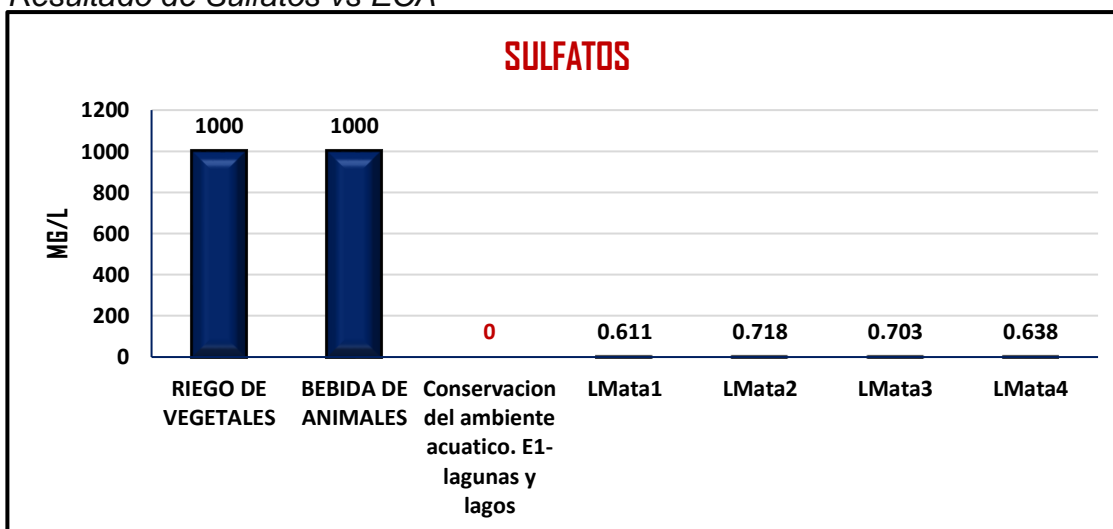
Nota: la tabla muestra resultados de nitritos vs ECA

Los resultados de nitritos se muestran en la tabla 19 y figura 32, los resultados en los 4 de monitoreo se encuentran por debajo de lo permitido en estándar de calidad ambiental, categoría 3. Que es el valor de 10 mg/l tanto para riego de vegetales y bebida de animales. En cuanto a la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, este parámetro no aplica, por lo cual el resultado del parámetro nitritos estaría dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

k) Sulfatos

Figura 33.

Resultado de Sulfatos vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de sulfatos vs ECA

Tabla20.

Resultado de Sulfatos vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Sulfatos	mg/L	1000	1000	Sin valor	0.611	0.718	0.703	0.638

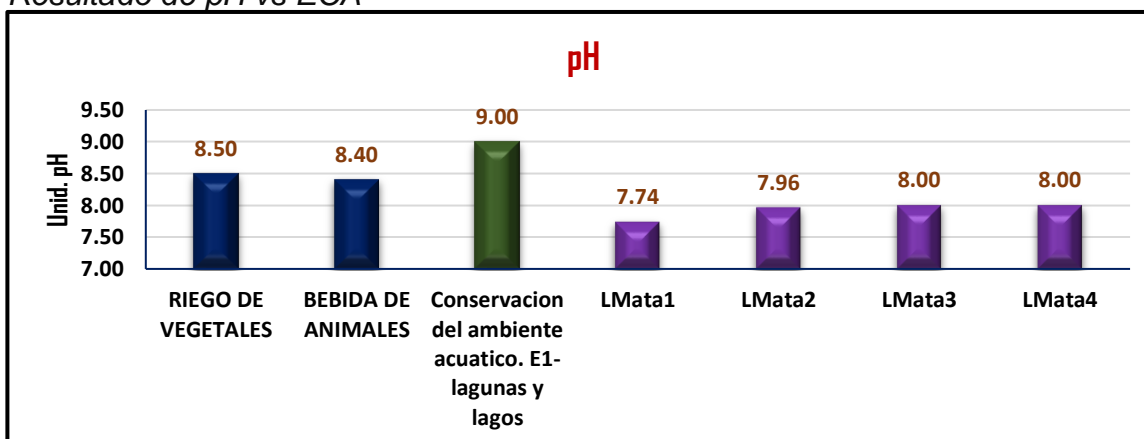
Nota: la tabla muestra resultados de sulfatos vs ECA

Los resultados de sulfatos se muestran en la tabla 20 y figura 33, en el cual los valores de las muestras nos reflejan que se encuentran por muy debajo de lo permitido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales tienen un valor de 1000 mg/l. En cuanto a la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, este parámetro no aplica, por lo cual el resultado del parámetro sulfatos estaría dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

I) Potencial de hidrogeno pH

Figura 34.

Resultado de pH vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de pH vs ECA

Tabla 21.

Resultado de pH vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
pH	Unid. Ph	6.5-8.5	6.5-8.4	6.5-9.0	7.74	7.96	8	8

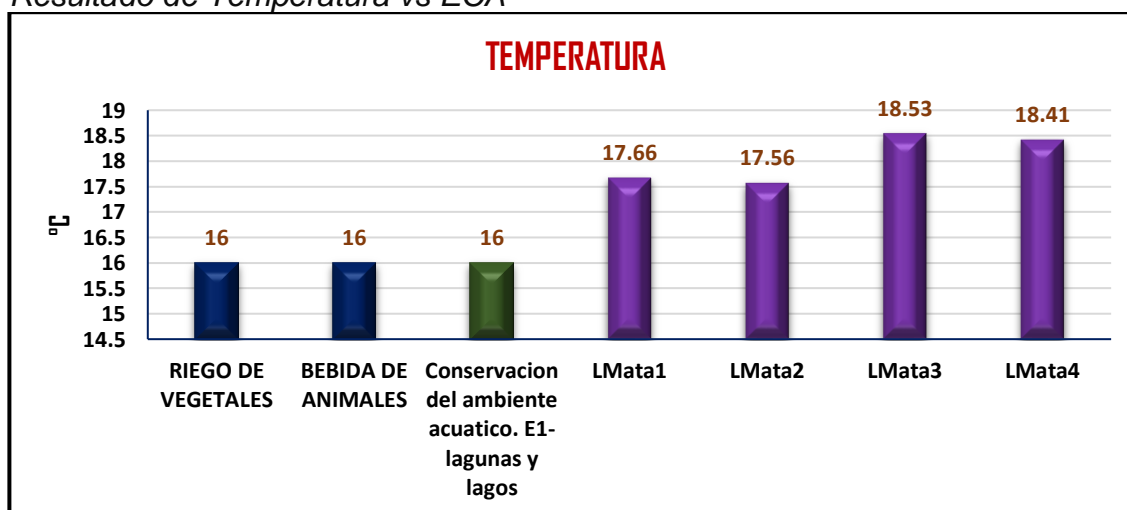
Nota: la tabla muestra resultados de pH vs ECA

Los resultados de pH se muestran en la tabla 21 y figura 34, estos valores de pH en las muestras está dentro de los valores establecidos en el ECA, categoría 3 el cual está considerado entre 6.5 a 8.5 Unid. Asimismo, se encuentra dentro de los valores de la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, 6.5 – 9 unid pH por lo cual el resultado del parámetro pH estaría dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

m) Temperatura

Figura 35.

Resultado de Temperatura vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de temperatura vs ECA

Tabla22.

Resultado de Temperatura vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático		RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas		LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Temperatura	°C	Δ 3°C 16°	Δ 3°C 16	Δ 3°C 16°		17.66	17.56	18.53	18.41

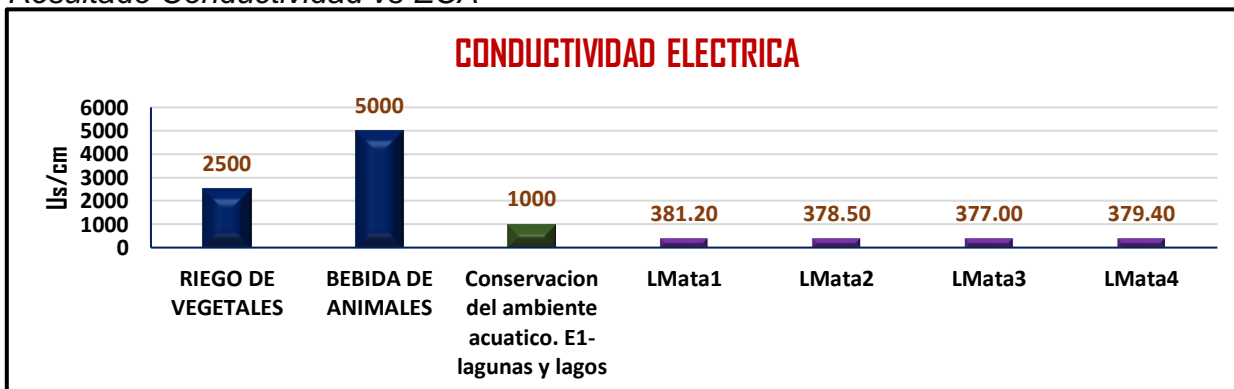
Nota: la tabla muestra resultados de temperatura vs ECA

Los resultados de temperatura se muestran en la tabla 22 y figura 35, en las cuales los valores de las muestras oscilan entre 17 y 18 °C el cual se encuentra dentro del valor de estándar de calidad ambiental el cual indica que puede tener una variación de 3 ° C respecto al promedio mensual. Por lo cual los valores estarían dentro del rango establecido en el ECA, categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales y de la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, por lo tanto, los resultados del parámetro temperatura reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

n) Conductividad eléctrica

Figura 36.

Resultado Conductividad vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de conductividad eléctrica vs ECA

Tabla23.

Resultado de Conductividad eléctrica vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Conductividad	Us/cm	2500	5000	1000	381.2	378.5	377	379.4

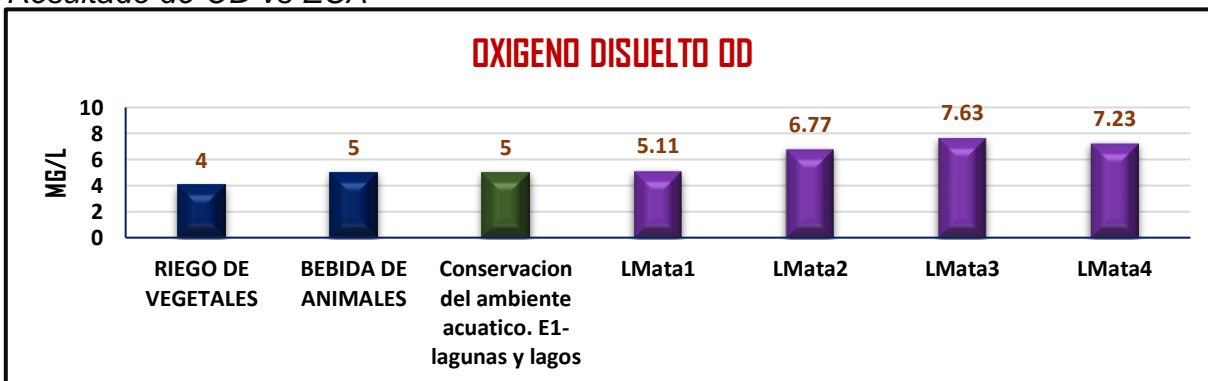
Nota: la tabla muestra resultados de conductividad electrica vs ECA

Los resultados se reflejan en la tabla 23 y figura 36, los valores de conductividad eléctrica oscilan entre 378.50 y 381.20 Us/cm los cuales están por debajo de los valores establecidos en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyos valores son de 2500 Us/cm para riego de vegetales y de 5000 Us/cm para bebida de animales. Asimismo, se encuentra dentro del valor permitido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, cuyo valor es de 1000 Us/cm por lo cual el resultado del parámetro conductividad eléctrica estaría dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

o) Oxígeno disuelto

Figura 37.

Resultado de OD vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de OD vs ECA

Tabla24.*Resultado de OD vs ECA*

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥4	≥5	≥5	5.11	6.77	7.63	7.23

Nota: la tabla muestra resultados de OD vs ECA

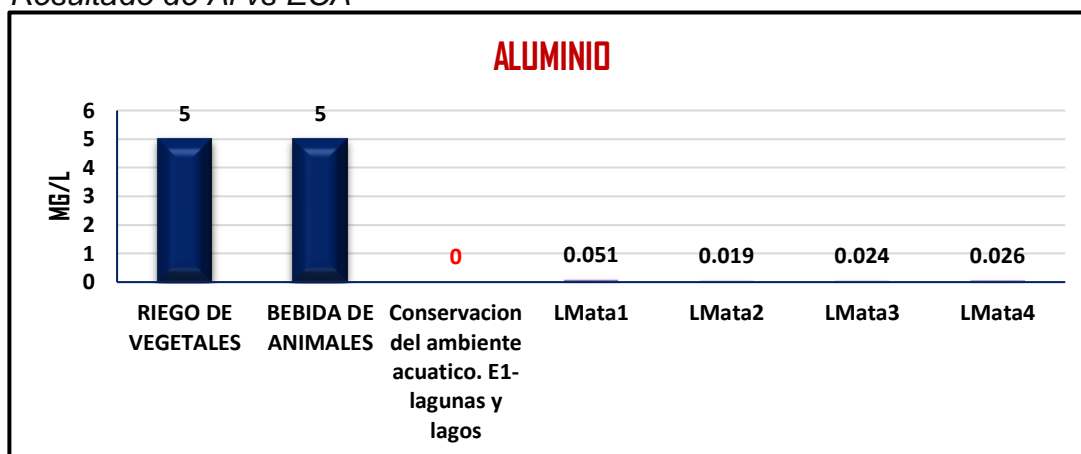
Los resultados de oxígeno disuelto se reflejan en la tabla 24 y figura 37, De acuerdo al ECA, categoría 3 los valores de OD deberían de estar ≥ 4 para riego de vegetales y ≥ 5 para bebida de animales y para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, el valor permitido es de ≥ 5 , los resultados de oxígeno disuelto oscilan entre 5.11 y 7.63 mg/l datos \geq a los valores establecidos en la categoría 3 y 4, por lo cual el resultado del parámetro oxígeno disuelto estaría dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

4.1.2. Parámetros de inorgánicos

a. Aluminio

Figura 38.

Resultado de Al vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de aluminio vs ECA

Tabla25.

Resultado de Al vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Aluminio	mg/L	5	5	No existe	0.051	0.019	0.024	0.026

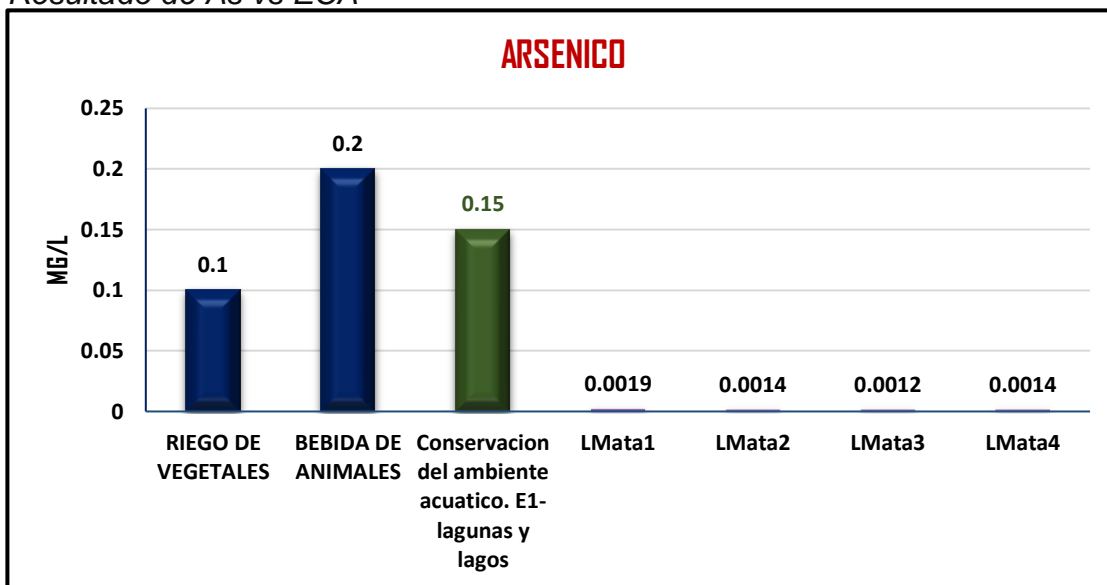
Nota: la tabla muestra resultados de aluminio vs ECA

Los resultados de aluminio se reflejan en la tabla 25 y figura 38, cuyos valores de los 4 puntos de monitoreo oscilan por debajo de lo establecido en estándar de calidad ambiental, categoría 3, cuyo valor es de 5mg/l para riego de vegetales y bebida de animales. para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, no aplica, por lo cual los resultados del parámetro aluminio se encuentran dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

b. Arsénico

Figura 39.

Resultado de As vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de arsénico vs ECA

Tabla26.

Resultado de As vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Arsénico	mg/L	0.1	0.2	0.15	0.0019	0.0014	0.0012	0.0014

Nota: la tabla muestra resultados de arsénico vs ECA

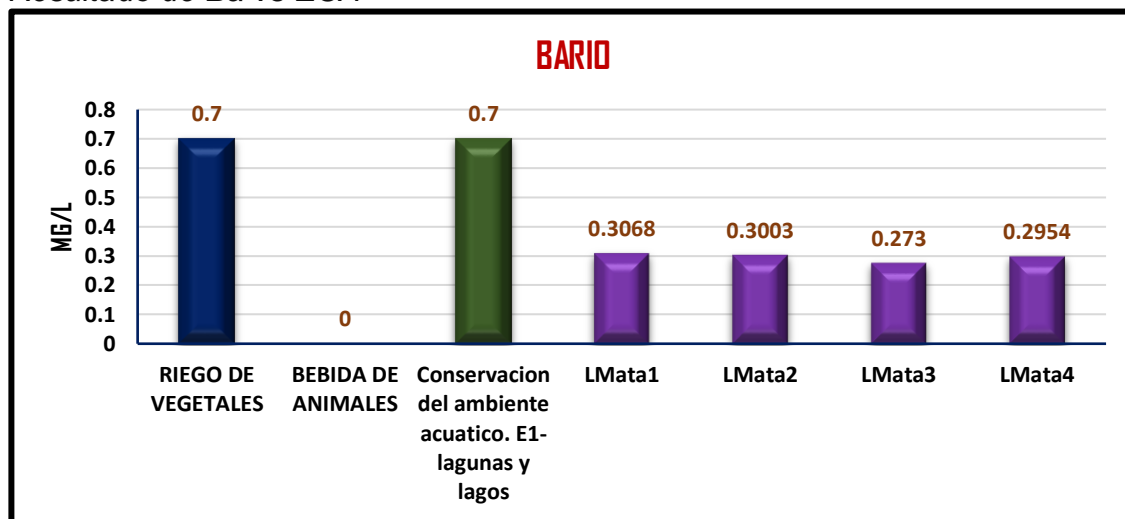
Los resultados de la concentración de arsénico se muestran en la tabla 26 y figura 39, la concentración de arsénico en los 4 puntos de monitoreo refleja cantidades mínimas, respecto a lo establecido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. En vista de que para riego de vegetales tiene un valor de 0.1 mg/l y para bebida de animales 0.2 mg/l. para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, 0.15mg/l por lo tanto, los resultados del parámetro arsénico reflejan que están

dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

c. Bario

Figura 40.

Resultado de Ba vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de bario vs ECA

Tabla27.

Resultado de Ba vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático		RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas		LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Bario	mg/L	0.7	**	0.7		0.3068	0.3003	0.273	0.2954

Nota: la tabla muestra resultados de bario vs ECA

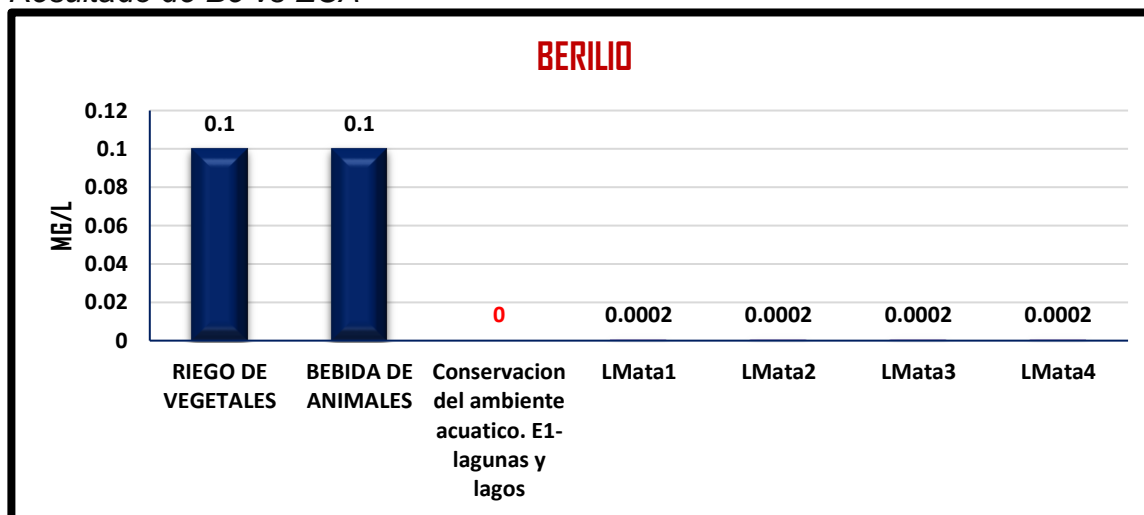
Los resultados de la concentración de bario se muestran en la tabla 27 y figura 40, los resultados reflejan concentraciones por debajo del valor establecido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3 que es de 0.7 mg/l para riego de vegetales y en caso de bebida de animales esta no aplica. De igual manera los resultados son menores a lo establecido al valor en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos

y lagunas, 0.7 mg/l por lo tanto, los resultados del parámetro Bario reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

d. **Berilio**

Figura 41.

Resultado de Be vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de berilio vs ECA

Tabla28.

Resultado de Be vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Berilio	mg/L	0.1	0.1	no existe	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002

Nota: la tabla muestra resultados de berilio vs ECA

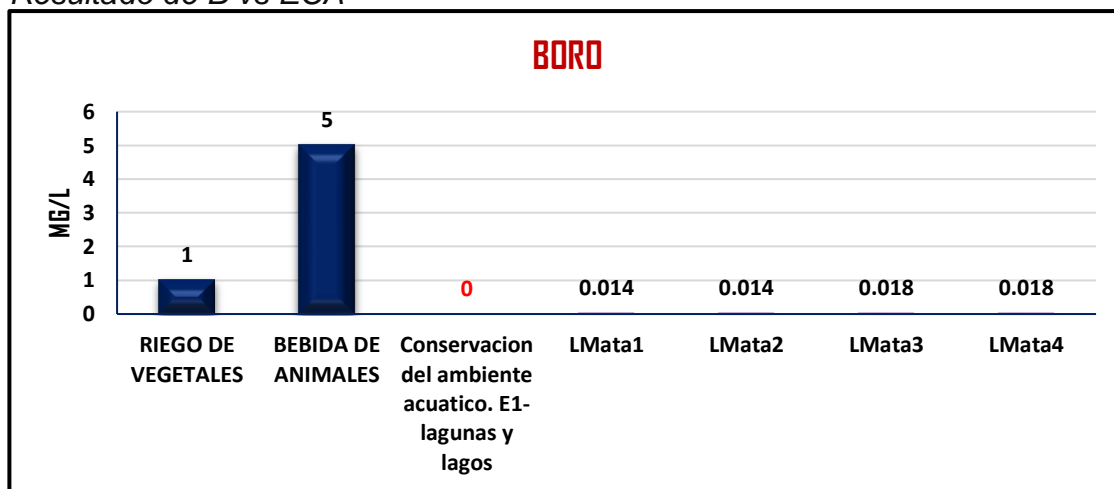
Los resultados de la concentración de berilio se muestran en la tabla 28 y figura 41, el resultado en los 4 puntos de monitoreo es de <0.0002 mg/l el cual refleja que la concentración es inferior al valor establecido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyo valor es de 0.1 mg/l para riego de vegetales y bebida de animales.

para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, no aplica este parámetro, por lo tanto, los resultados del parámetro berilio reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

e. Boro

Figura 42.

Resultado de B vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de boro vs ECA

Tabla29. *Resultado de B vs ECA*

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	Lmata2	Lmata3	Lmata4
Boro	mg/L	1	5	Sin valor	0.014	0.014	0.018	0.018

Nota: la tabla muestra resultados de boro vs ECA

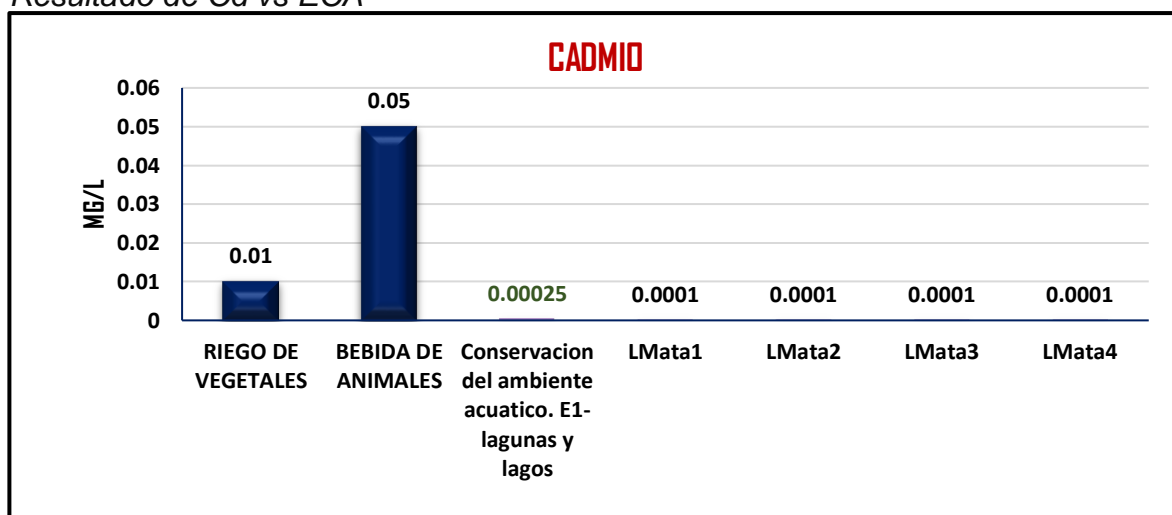
Los resultados de la concentración de boro se muestran en la tabla 29 y figura 42, los resultados de los 4 puntos de monitoreo reflejan inferiores a lo establecido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyos valores son de 1 mg/l para riego de vegetales y 5 mg/l para bebida de animales. Y para la categoría 4 conservación de

ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, este parámetro no aplica, por lo tanto, los resultados del parámetro Boro reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

f. Cadmio

Figura 43.

Resultado de Cd vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de cadmio vs ECA

Tabla30.

Resultado de Cd vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Cadmio	mg/L	0.01	0.05	0.00025	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010

Nota: la tabla muestra resultados de cadmio vs ECA

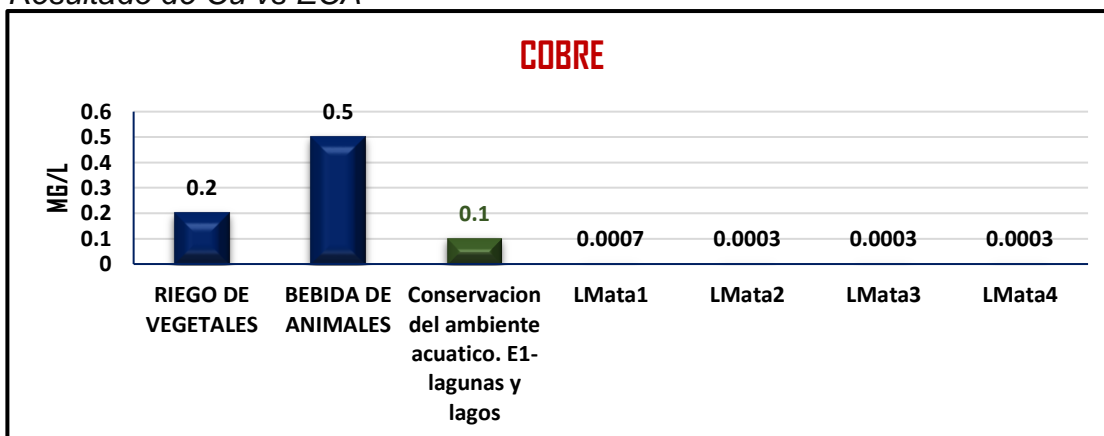
Los resultados de la concentración de cadmio se muestran en la tabla 30 y figura 43, los resultados de los 4 puntos de muestras tienen valores inferiores a lo establecido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyos valores oscilan en 0.01 mg/l

para riego de vegetales y 0.05 mg/l para bebida de animales. Igualmente, los valores reflejan valores menores al valor establecido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, cuyo valor es de 0.00025 mg/l por lo tanto, los resultados del parámetro cadmio reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

g. Cobre

Figura 44.

Resultado de Cu vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de cobre vs ECA

Tabla31.

Resultado de Cu vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Cobre	mg/L	0.2	0.5	0.1	0.0007	<0.0003	<0.0003	<0.0003

Fuente: elaboración propia

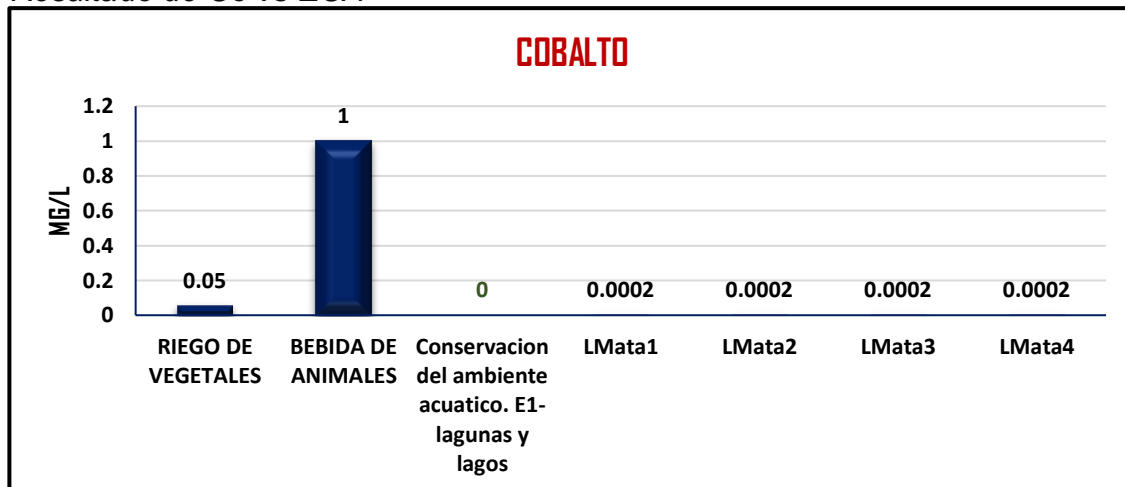
Los resultados de la concentración de Cobre se muestran en la tabla 31 y figura 44, la concentración de cobre de acuerdo a los resultados es inferior a lo permitido en

el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyos valores son: 0.2 mg/l para riego de vegetales y 0.5 mg/l para bebida de animales. Igualmente, los resultados son menores al valor establecido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, cuyo valor es de 0.1 mg/l por lo tanto, los resultados del parámetro cobre reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

h. Cobalto

Figura 45.

Resultado de Co vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de cobalto vs ECA

Tabla32.

Resultado de Co vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	Lmata2	Lmata3	Lmata4
Cobalto	mg/L	0.05	1	No existe	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002

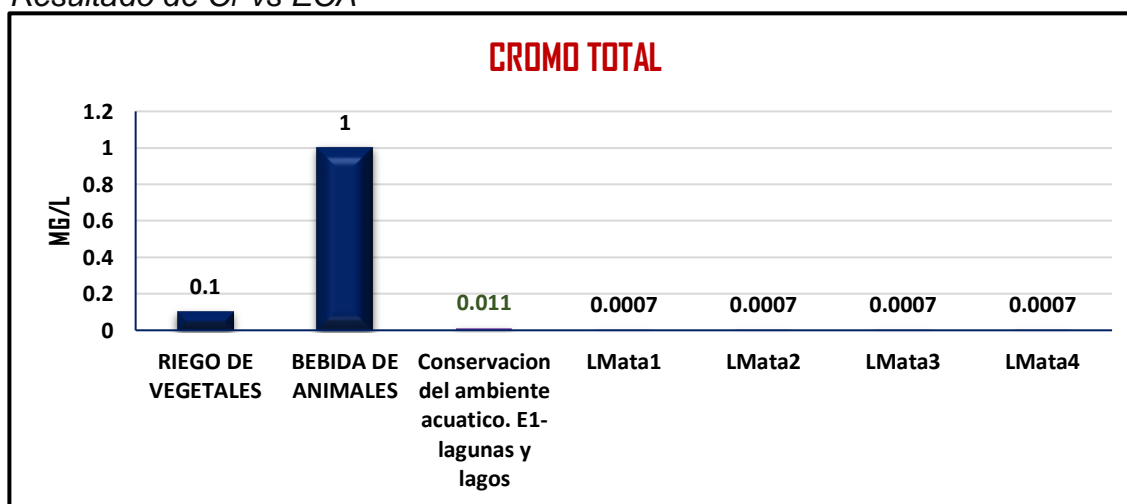
Nota: la tabla muestra resultados de cobalto vs ECA

Los resultados de la concentración de cobalto se muestran en la tabla 32 y figura 45, los resultados de la concentración de cobalto en los 4 puntos de monitoreo reflejan que son inferiores a lo permitido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyos valores son de 0.05 mg/l para riego de vegetales y 1 mg/l para bebida de animales. Para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, este parámetro no aplica, por lo tanto, los resultados del parámetro cobalto reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua). De la categoría 3

i. Cromo total

Figura 46.

Resultado de Cr vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de cromo total vs ECA

Tabla33.

Resultado de Cr vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Cromo Total	mg/L	0.1	1	0.011	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007

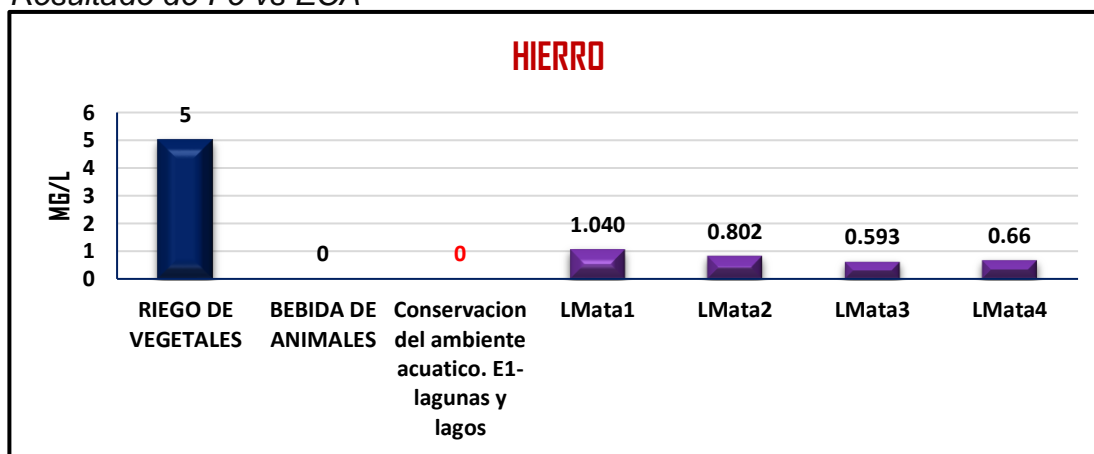
Nota: la tabla muestra resultados de cromo total vs ECA

Los resultados de la concentración de cromo total se muestran en la tabla 33 y figura 46, los valores en los 4 puntos de monitoreo están por debajo de los valores permitidos en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyos valores son de 0.1 mg/l para riego de vegetales y 1 mg/l para bebida de animales. De igual manera los resultados son menores al valor establecido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, 0.011 mg/l, por lo tanto, los resultados del parámetro cromo total reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua). De la categoría 3 y categoría 4.

j. Hierro

Figura 47.

Resultado de Fe vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de hierro vs ECA

Tabla34.

Resultado de Fe vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Hierro	mg/L	5	**	no existe	1.04	0.802	0.593	0.66

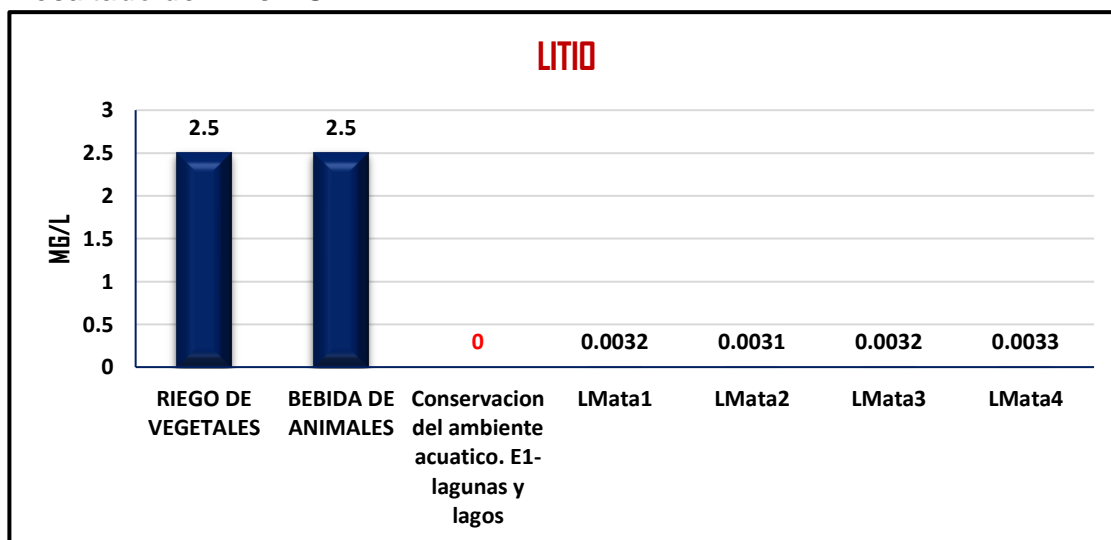
Nota: la tabla muestra resultados de hierro vs ECA

Los resultados de la concentración de hierro se muestran en la tabla 34 y figura 47, los valores en los cuatro puntos de monitoreo son inferiores a lo permitido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyo valor es de 5 mg/l para riego de vegetales y en caso de bebida de animales este parámetro no aplica. Para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, este parámetro no aplica, por lo tanto, los resultados del parámetro hierro reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua). De la categoría 3

k. Litio

Figura 48.

Resultado de Li vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de litio vs ECA

Tabla35.

Resultado de Li vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Litio	mg/L	2.5	2.5	no existe	0.0032	0.0031	0.0032	0.0033

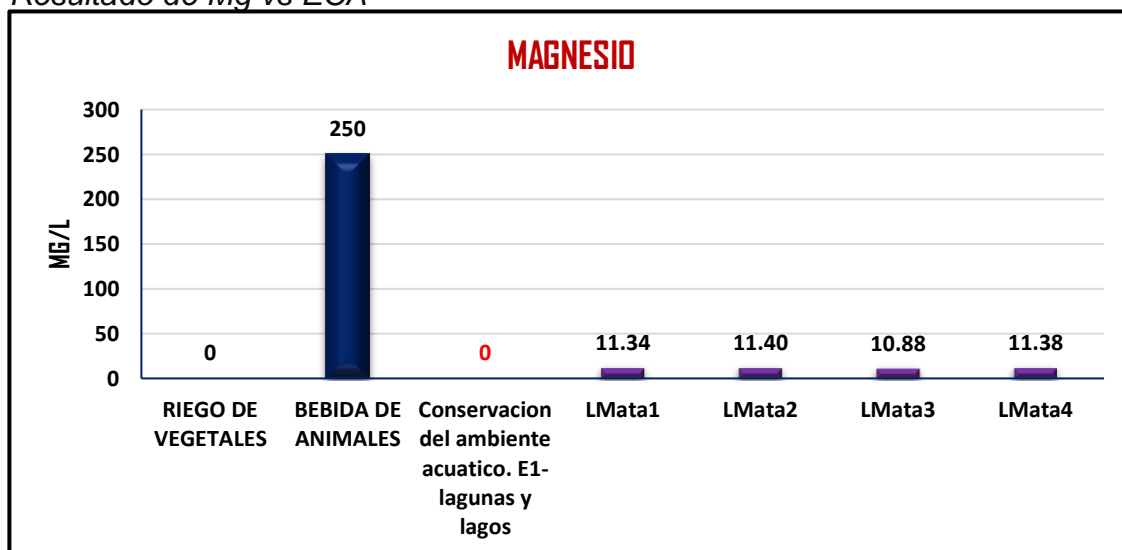
Nota: la tabla muestra resultados de litio vs ECA

Los resultados de litio se muestran en la tabla 35 y figura 48, los cuales reflejan que los resultados de los puntos de monitoreo son inferiores al valor establecido en el estándar de calidad ambiental categoría 3 cuyo valor es de 2.5 mg/l para ambos casos riego de vegetales y bebida de animales. Para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, este parámetro no aplica, por lo tanto, los resultados del parámetro litio reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua). De la categoría 3

I. Magnesio

Figura 49.

Resultado de Mg vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de magnesio vs ECA

Tabla36.

Resultado de Mg vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Magnesio	mg/L	**	250	no existe	11.34	11.4	10.88	11.38

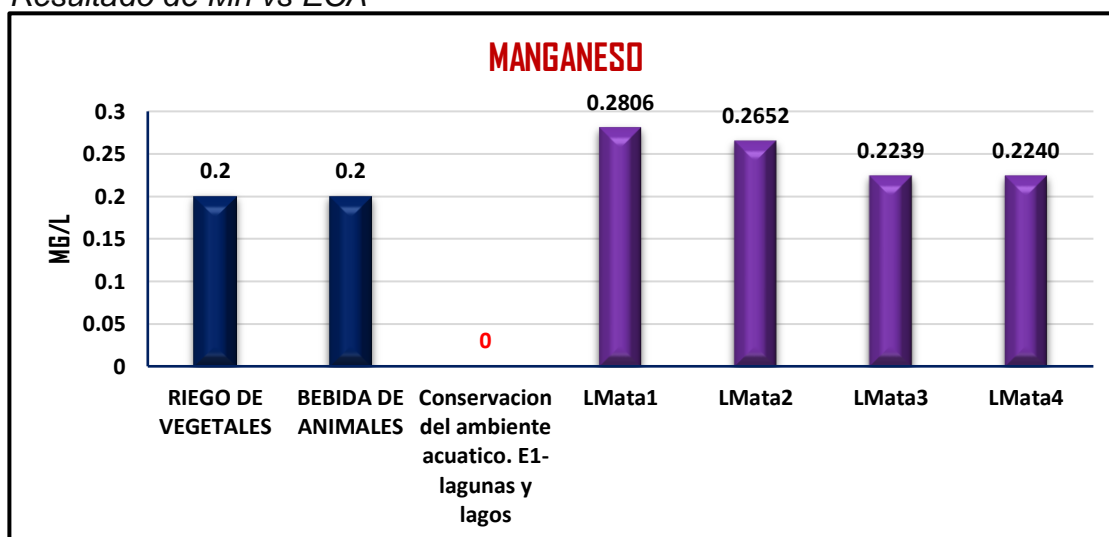
Nota: la tabla muestra resultados de magnesio vs ECA

Los resultados de la concentración de magnesio se muestran en la tabla 36 y figura 49, los resultados de las 4 muestras son inferiores a lo establecido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyo valor es de 250 mg/l para bebida de animales y en caso de riego de vegetales este parámetro no aplica. Para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, este parámetro no aplica, por lo tanto, los resultados del parámetro magnesio reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua). De la categoría 3

m. Manganeseo

Figura 50.

Resultado de Mn vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de manganeso vs ECA

Tabla37. *Resultado de Mn vs ECA*

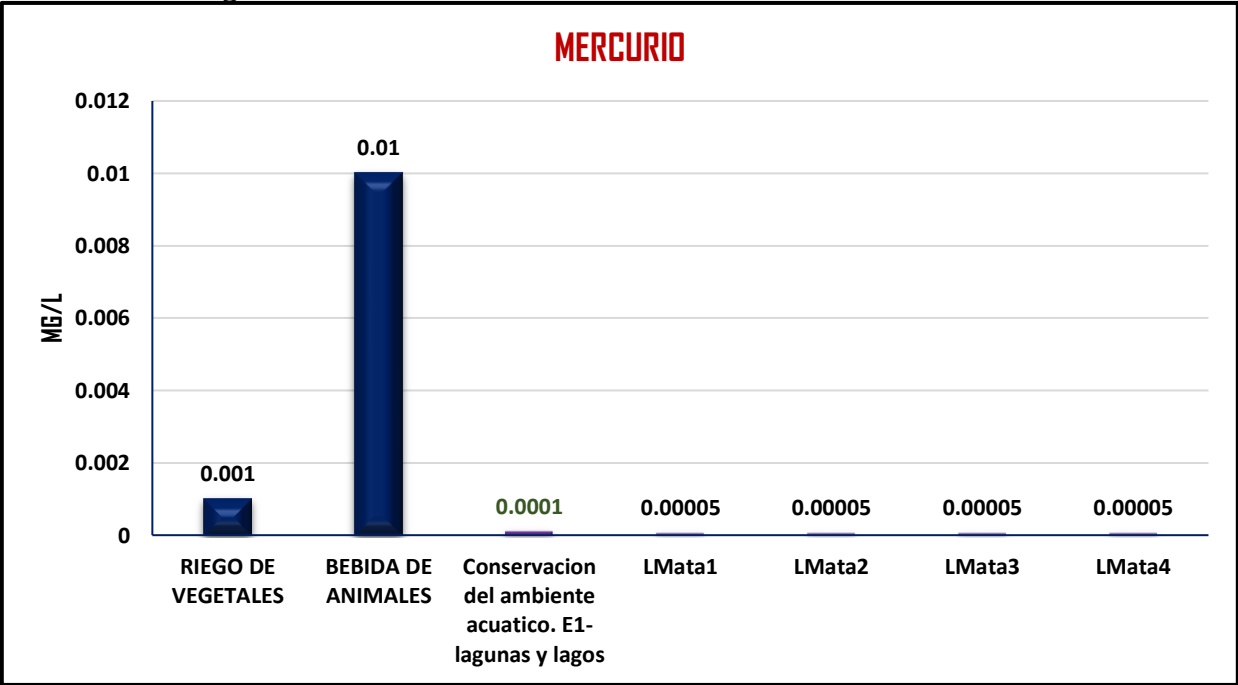
Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	Lmata2	Lmata3	Lmata4
Manganeseo	mg/L	0.2	0.2	No existe	0.2806	0.2652	0.2239	0.224

Nota: la tabla muestra resultados de manganeso vs ECA

Los resultados de Manganeso se muestran en la tabla 37 y figura 50, los resultados oscilan en el punto LMata 1= 0.2806 mg/l este siendo el valor más alto y el valor menor es en LMata 3 con 0.2229 mg/l, estos valores superan los valores establecidos en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyos valores son de 0.2 mg/l para ambos casos riego de vegetales y bebida de animales. Para la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, este parámetro no aplica, por lo tanto, los resultados del parámetro manganeso reflejan que están superando el rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua). De la categoría 3

n. Mercurio

Figura 51.
Resultado de Hg vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de mercurio vs ECA

Tabla38.*Resultado de Hg vs ECA*

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	Lmata2	Lmata3	Lmata4
Mercurio	mg/L	0.001	0.01	0.0001	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005

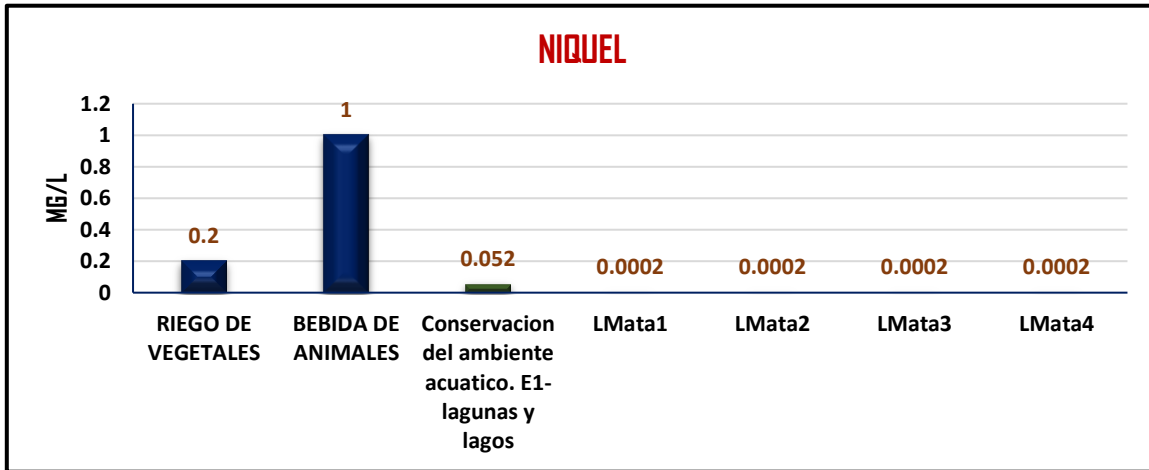
Nota: la tabla muestra resultados de mercurio vs ECA

Los resultados de la concentración de Mercurio se muestran en la tabla 38 y figura 51, los resultados de los 4 puntos de monitoreo reflejan que son inferiores a los valores permitidos en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyos valores son: 0.001 mg/l para riego de vegetales y 0.01 mg/l para bebida de animales. De igual manera los resultados demuestran que son menores al valor establecido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, cuyo valor es de 0.0001 mg/l por lo tanto, los resultados del parámetro mercurio reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

o. Níquel

Figura 52.

Resultado de Ni vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de níquel vs ECA

Tabla39.

Resultado de Ni vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Níquel	mg/L	0.2	1	0.052	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002

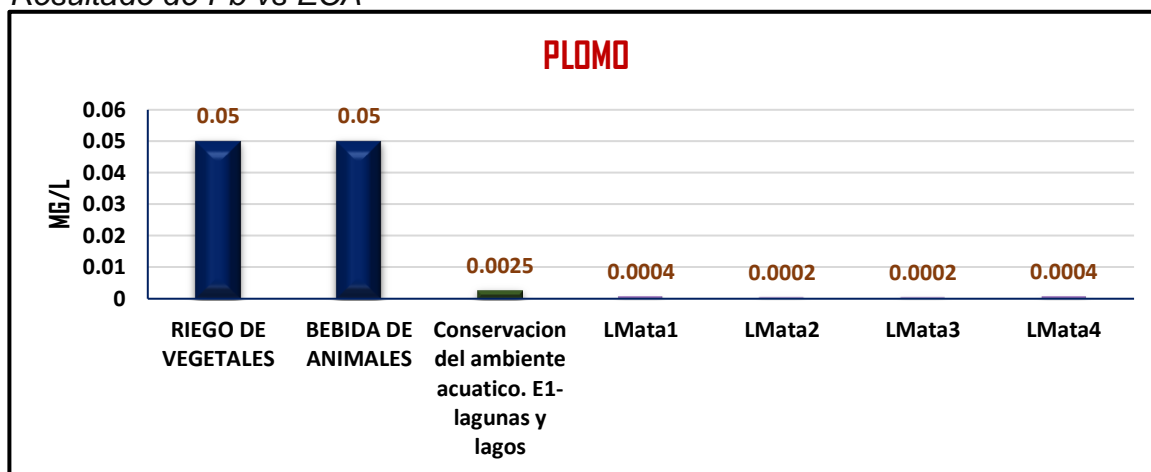
Nota: la tabla muestra resultados de níquel vs ECA

Los resultados de las concentraciones de Níquel se muestran en la tabla 39 y figura 52, resultados que reflejan que son menores a lo establecido en el estándar de calidad ambiental categoría 3 cuyos valores son de 0.2 mg/l para riego de vegetales y 1 mg/l para bebida de animales, de igual manera los resultados reflejan que son menores al valor permitido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, cuyo valor es de 0.052 mg/l por lo tanto, los resultados del parámetro níquel reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

p. Plomo

Figura 53.

Resultado de Pb vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de plomo vs ECA

Tabla40.

Resultado de Pb vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.0025	0.0004	<0.0002	<0.0002	0.0004

Nota: la tabla muestra resultados de plomo vs ECA

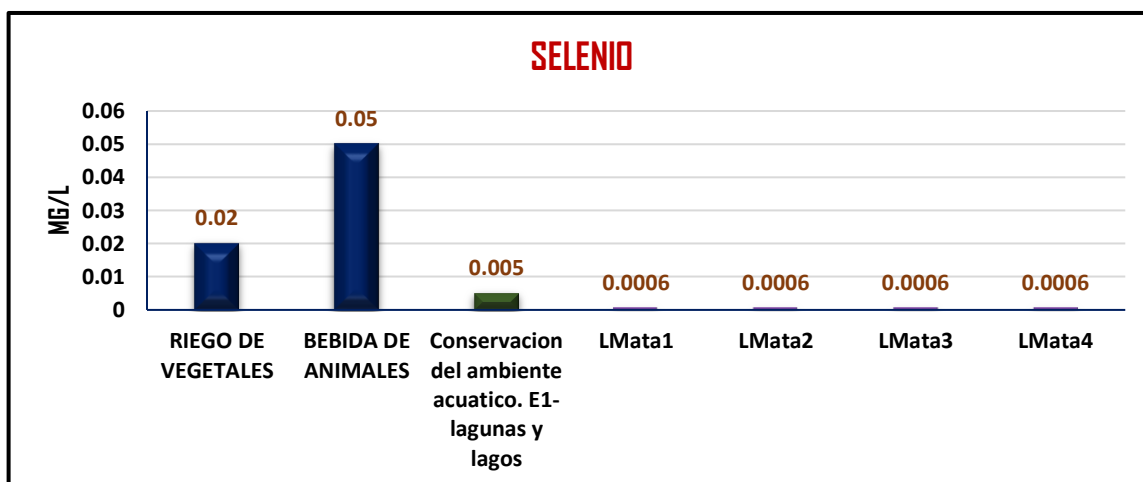
Los resultados de la concentración de plomo se muestran en la tabla 40 y figura 53, los resultados de la concentración de plomo en los 4 puntos de monitoreo son inferiores al valor permitido en el estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyo valor es de 0.05 mg/l para riego de vegetales y bebida de animales. De igual manera estos resultados son menores al valor establecido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, cuyo valor es de 0.0025 mg/l por lo tanto, los resultados del parámetro plomo reflejan que están dentro del rango permitido en el

DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

q. Selenio

Figura 54.

Nota: la figura muestra resultados de Escherichia coli vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de selenio vs ECA

Tabla 41.

Resultado de Se vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Selenio	mg/L	0.02	0.05	0.005	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006

Nota: la tabla muestra resultados de selenio vs ECA

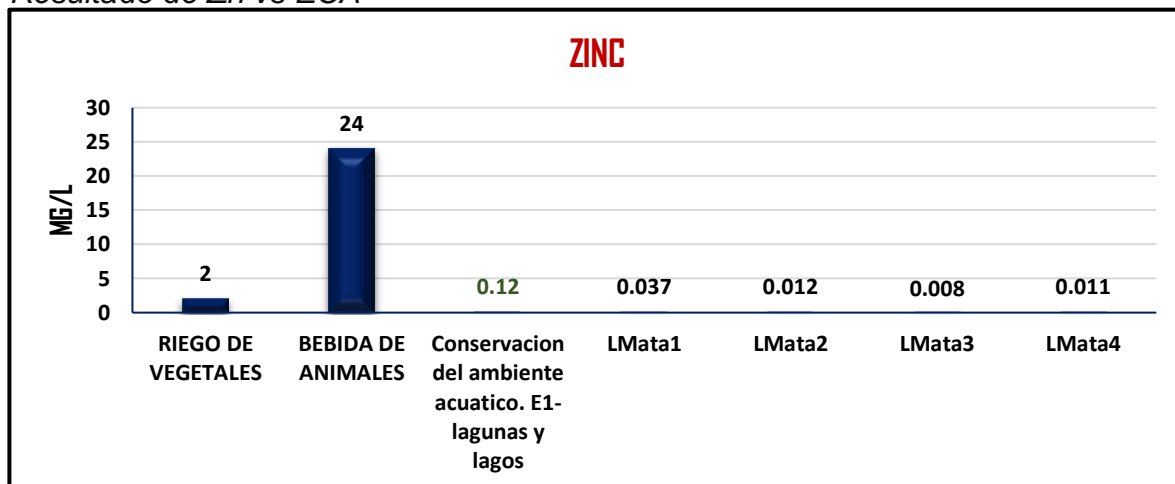
Los resultados de la concentración de selenio se muestran en la tabla 41 y figura 54, los resultados son menores a lo permitido en el estándar de calidad ambiental categoría 3 cuyos valores son de 0.02 mg/l para riego de vegetales y 0.05 mg/l para bebida de animales, asimismo, los valores reflejan que son inferiores al valor permitido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, cuyo valor

es de 0.005 mg/l por lo tanto, los resultados del parámetro selenio reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

r. Zinc

Figura 55.

Resultado de Zn vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de zinc vs ECA

Tabla42.

Resultado de Zn vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales		E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3
Zinc	mg/L	2	24	0.12	0.037	0.012	<0.008	0.011

Nota: la tabla muestra resultados de zinc vs ECA

Los resultados de la concentración de Zinc se muestran en la tabla 42 y figura 55, cuyos resultados reflejan que son inferiores a lo establecido en estándar de calidad ambiental, categoría 3. Cuyos valores son de 2 mg/l para riego de vegetales y 24 mg/l para bebida de animales. Asimismo, los resultados reflejan valores inferiores respecto a la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, cuyo valor

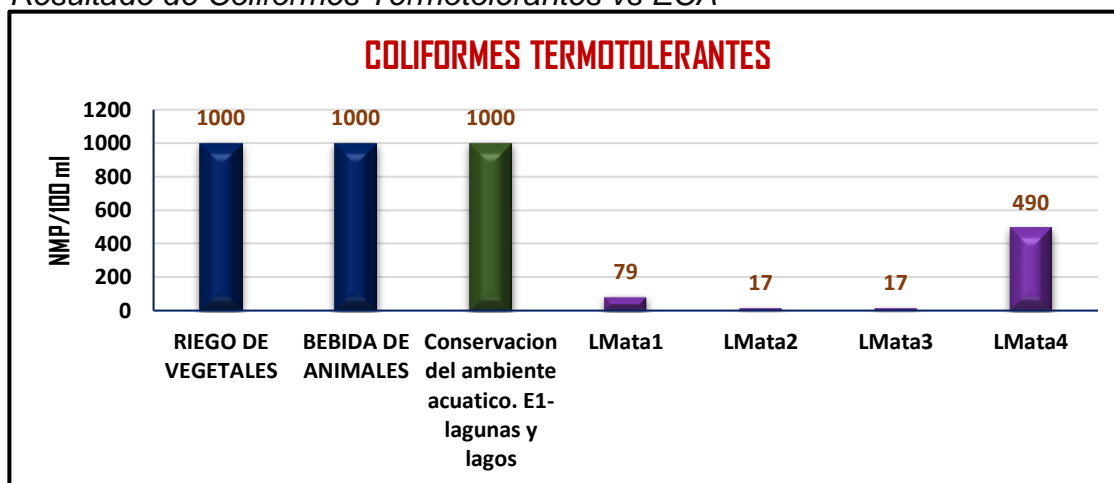
es de 0.12 mg/l por lo tanto, los resultados del parámetro coliformes termotolerantes reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

4.1.3. Parámetros microbiológicos

a) Coliformes termotolerantes

Figura 56.

Resultado de Coliformes Termotolerantes vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de coliformes termotolerantes vs ECA

Tabla43.

Resultado de Coliformes Termotolerantes vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		ECA CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático	RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	E1- lagos y lagunas	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	1000	1000	79	17	17	490

Nota: la tabla muestra resultados de coliformes termotolerantes vs ECA

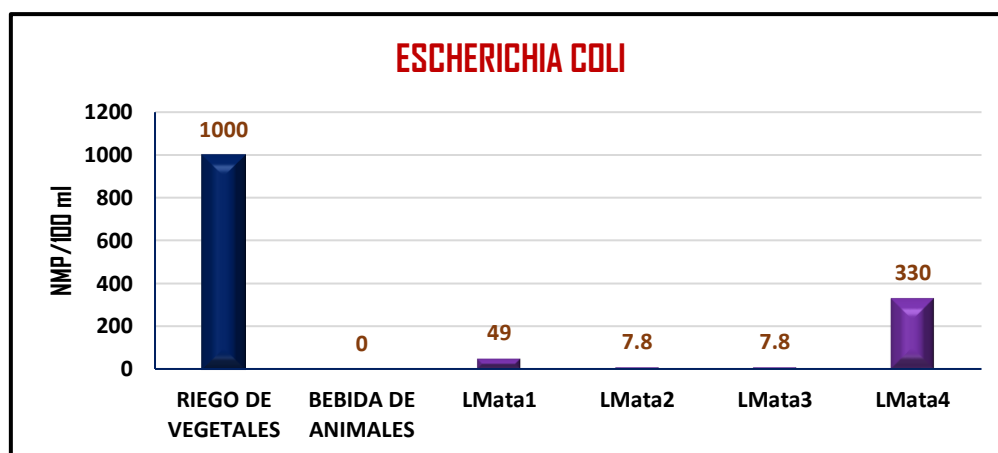
Los resultados de coliformes termotolerantes se muestran en la tabla 43 y figura 56, los resultados de los 4 puntos de monitoreo oscilan entre 17 y 490 NMP/100 ml los

cuales reflejan que son inferiores al valor establecido de coliformes termotolerantes en el estándar de calidad ambiental categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales cuyo valor es de 1000 NMP/100 ml, de igual manera los resultados son menores a lo establecido en la categoría 4 conservación de ambiente acuático E1. Lagos y lagunas, cuyo valor es de 1000 NMP/100 ml por lo tanto, los resultados del parámetro coliformes termotolerantes reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

b) Escherichia coli

Figura 57.

Resultado de Escherichia Coli vs ECA



Nota: la figura muestra resultados de Escherichia coli vs ECA

Tabla44.

Resultado de Escherichia Coli vs ECA

Parámetro	Und de medida	ECA CATEGORIA 3 riego de vegetales y bebida de animales		RESULTADO DE MUESTRAS			
		Riego de vegetales	Bebida de animales	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
Escherichia Coli	NMP/100 ml	1000	**	49	7.8	7.8	330

Nota: la tabla muestra resultados de Escherichia coli vs ECA

Los resultados de Escherichia coli se muestran en la tabla 44 y figura 57, los resultados de los 4 puntos de monitoreo oscilan entre 7.8 y 330 NMP/100 ml, cuyos valores son inferiores a lo establecido en estándar de calidad ambiental categoría 3 el cual es de 1000 NMP/100 ml para riego de vegetales y para bebida de animales este parámetro no aplica. Los resultados del parámetro Escherichia coli reflejan que están dentro del rango permitido en el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (estándares nacionales de calidad ambiental para el agua).

4.2. Aplicación de la metodología para la determinación del índice de calidad de agua (ICA.PE). 01 MONITOREO

Por otro lado, también en esta investigación se consideró aplicar la metodología ICA-PE, Esta metodología se aplicó para reflejar el estado de la calidad o condición del agua de la laguna de Matara, esta metodología va de la mano con el ECA y los resultados del monitoreo, ya que se hace una comparación de los mismos para expresar la condición de la calidad del agua, a partir de los niveles determinados mediante un método simple, este en base a los resultados generados en el análisis del agua. (ANA, 2018)

Esta metodología tiene el siguiente rango de calificación.

Tabla45.

Calificación de calidad de agua

ICA - PE	CALIFICACION	INTERPRETACION
90-100	Excelente	La calidad del agua está preservada y no representa ninguna amenaza ni daño. Las condiciones están muy cerca de los niveles naturales o deseados.
75-89	Bueno	La calidad del agua se aparta en pequeña magnitud de la condición natural del agua. Sin embargo, las condiciones ideales pueden presentar alguna amenaza o daño menor.
45-74	Regular	La calidad del agua natural a veces se ve comprometida o destruida. La calidad del agua a menudo se desvía de los valores ideales. Muchas aplicaciones requieren tratamiento
30-44	Malo	La calidad del agua no cumple con la finalidad de calidad, las condiciones ideales a menudo se ven amenazadas o alteradas. Muchas aplicaciones requieren tratamiento.
0-29	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los propósitos de calidad, frecuentemente está comprometida o alterada. Y todos los fines requieren tratamiento.

Fuente:(ANA, 2018) *Metodología para la determinación de ICA-PE*

4.2.1. Cálculo del índice de calidad de agua (ICA-PE)

Se utiliza una fórmula canadiense para determinar el ICA, que incluye tres factores (área, frecuencia y amplitud) y da como resultado un valor único en una escala (del 1 al 100) que refleja y describe el estado de la calidad del agua. (ANA, 2018)

De acuerdo a la metodología del índice de calidad de agua ICA-PE se aplica de la siguiente forma.

F1 – Alcance: este factor representa al número de parámetros que no cumplen los valores determinados en la normativa, estándar de calidad ambiental para agua (ECA-agua), respecto al total de parámetros a evaluar. (ANA, 2018)

$$F_1 = \frac{\text{Numero de parametros que no cumplen los ECA – Agua}}{\text{Numero total de parametros a evaluar}}$$

$$F_1 = \frac{3}{35}$$

$$F_1 = 0.086$$

F2 – Frecuencia: por su lado también este factor representa la cantidad de datos que no cumplen con el ECA-Agua, respecto al total de datos de los parámetros a evaluar. (los datos corresponden a los resultados de mínimo 1 monitoreo. (ANA, 2018)

$$F_1 = \frac{\text{Numero de parametros que no cumplen los ECA – Agua}}{\text{Numero total de parametros a evaluar}}$$

$$F_1 = \frac{3}{35}$$

$$F_1 = 0.086$$

$$F_1 = F_2$$

$$0.086 = 0.086$$

F3 – Amplitud: es una medida de la desviación que existe en los datos, el cual está determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos. (ANA, 2018)

$$F_3 = \frac{\text{suma normalizada de excedentes}}{\text{suma normalizada de excedentes} + 1} * 100$$

En donde la suma normalizada de excedentes (**nse**):

$$nse = \text{suma normalizada de excedentes} = \frac{\sum_{i=1} \text{excedentes}_i}{\text{total de datos}}$$

EXCEDENTE, se da para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del valor ECA y el valor respecto al ECA- Agua.

Caso 1: Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA - Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$Excedente_i = \frac{\text{valor del parametro que no cumple el ECA - Agua}}{\text{valor establecido del parametro en ECA - Agua}} - 1$$

EXCEDENTES DE DQO

$$Excedente_i = \frac{63}{40} - 1 = \mathbf{0.575}$$

$$Excedente_i = \frac{63}{40} - 1 = \mathbf{0.575}$$

$$Excedente_i = \frac{57}{40} - 1 = \mathbf{0.425}$$

$$Excedente_i = \frac{62}{40} - 1 = \mathbf{0.55}$$

EXCEDENTES DE DBO5

$$Excedente_i = \frac{5}{5} - 1 = \mathbf{0}$$

$$Excedente_i = \frac{6}{5} - 1 = \mathbf{0.2}$$

$$Excedente_i = \frac{6}{5} - 1 = \mathbf{0.2}$$

$$Excedente_i = \frac{6}{5} - 1 = \mathbf{0.2}$$

EXCEDENTES DE MANGANESO

$$Excedente_i = \frac{0.2806}{0.2} - 1 = \mathbf{0.403}$$

$$Excedente_i = \frac{0.2652}{0.2} - 1 = \mathbf{0.326}$$

$$Excedente_i = \frac{0.2239}{0.2} - 1 = \mathbf{0.1195}$$

$$Excedente_i = \frac{0.224}{0.2} - 1 = \mathbf{0.12}$$

$$\begin{aligned} \sum Excedente_i &= 0.575 + 0.575 \cdot 0.425 \cdot 0.55 + 0 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.403 + 0.326 \\ &+ 0.1195 + 0.12 = \mathbf{3.6935} \end{aligned}$$

$$nse = \text{suma normalizada de excedentes} = \frac{3.6935}{35} = \mathbf{0.106}$$

$$F_3 = \frac{\text{suma normalizada de excedentes}}{\text{suma normalizada de excedentes} + 1} * 100$$

$$F_3 = \frac{0.106}{0.106 + 1} * 100$$

$$\mathbf{F_3 = 9.546}$$

Una vez obtenido el valor de los factores (F1, F2, y F3) se procede a realizar el Cálculo del Índice de Calidad de Agua, siendo este la diferencia de 100y la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de los tres (03) factores, F1, F2 y F3; valor que se presenta en un rango de 100, como un ICA de excelente calidad a 0, como valor que representa un ICA de pésima calidad. Se expresa en la siguiente ecuación: (ANA, 2018)

$$\mathbf{ICA - PE} = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}}$$

$$\mathbf{ICA - PE} = 100 - \sqrt{\frac{0.086^2 + 0.86^2 + 9.546^2}{3}}$$

$$\mathbf{ICA - PE = 96.818}$$

Tabla46.

Cálculo de ICA

CALCULO DEL ICA-PE		und de medida	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	Conservación del ambiente acuático. E1-lagunas y lagos	L Mata 1	L Mata 2	L Mata 3	L Mata 4
PARAMETROS	DQO	mg/L	40	40		63	63	57	62
	DBO5	mg/L	15	15	5	5	6	6	6
	Manganeso	mg/L	0.2	0.2		0.2806	0.2652	0.2239	0.224
DATOS	número de parámetros que NO cumplen					3	3	3	3
	número total de parámetros evaluar					35	35	35	35
	número de datos que NO cumplen el ECA					3	3	3	3
	número total de datos					35	35	35	35
CALCULO DE LOS FACTORES DE ICA - PE EXCEDENTES DE CADA PARAMETRO	F1					0.086			
	F2					0.086			
	SUMATORIA NORMALIZADA DE EXCEDENTES					0.106			
	F3					9.546			
	ICA-PE					96.818			

Nota: la tabla muestra el cálculo del ICA-PE

Tabla47.

Resultado e interpretación del ICA

ICA - PE	ICA MATARA	CALIFICACION	INTERPRETACION
90-100	96.818	Excelente	La calidad del agua de la laguna Matara está preservada y no representa ninguna amenaza ni daño de acuerdo a la interpretación del ICA Las condiciones están muy cerca de los niveles naturales o anhelados.

Nota: interpretación del ICA-PE

Tabla48.

Comparación parámetros ECA vs resultados de la muestra

COMPARACION PARAMETROS ECA CATEGORIA 3 Y 4 VS RESULTADOS DE LAS MUESTRAS									
Parámetro a evaluar		Unidad de Medida	ECA D.S N° 004-2017-MINAM			Puntos de monitoreo			
			CATEGORIA 3		CATEGORIA 4	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
			Riego de Vegetales	Bebida de Animales	Conservación del ambiente acuático. E1-lagunas y lagos				
PARAMETROS FISICO-QUIMICOS	Aceites Y Grasas	mg/L	5	10	5	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100
	Bicarbonatos	mg/L	518	**		269.2	269.1	268.7	271
	Cianuro Wad	mg/L	0.1	0.1		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Cloruros	mg/L	500	**		4.905	5.251	5.17	5.109
	DBO 5	mg/L	15	15	5	5	6	6	6
	DQO	mg/L	40	40		63	63	57	62
	Detergentes	mg/L	0.2	0.5		<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	Fenoles	mg/L	0.002	0.01	2.56	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
	Nitratos NO3-N+	mg/L	100	100	13	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
	Nitritos No2	mg/L	10	10		<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
	Sulfatos	mg/L	1000	1000		0.611	0.718	0.703	0.638
	pH	Unid. Ph	6.5-8.5	6.5-8.4	6.5-9.0	7.74	7.96	8	8
	Temperatura	°C	Δ 3°C	Δ 3°C	Δ 3°C	17.66	17.56	18.53	18.41
	Conductividad	Us/cm	2500	5000	1000	381.2	378.5	377	379.4
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥4	≥5	≥5	5.11	6.77	7.63	7.23	
PARAMETROS INORGANICOS	Aluminio	mg/L	5	5		0.051	0.019	0.024	0.026
	Arsénico	mg/L	0.1	0.2	0.15	0.0019	0.0014	0.0012	0.0014
	Bario	mg/L	0.7	**	0.7	0.3068	0.3003	0.273	0.2954
	Berilio	mg/L	0.1	0.1		<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
	Boro	mg/L	1	5		0.014	0.014	0.018	0.018
	Cadmio	mg/L	0.01	0.05	0.00025	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
	Cobre	mg/L	0.2	0.5	0.1	0.0007	<0.0003	<0.0003	<0.0003
	Cobalto	mg/L	0.05	1		<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
	Cromo Total	mg/L	0.1	1	0.011	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007
	Hierro	mg/L	5	**		1.04	0.802	0.593	0.66
	Litio	mg/L	2.5	2.5		0.0032	0.0031	0.0032	0.0033
	Magnesio	mg/L	**	250		11.34	11.4	10.88	11.38
	Manganeso	mg/L	0.2	0.2		0.2806	0.2652	0.2239	0.224
	Mercurio	mg/L	0.001	0.01	0.0001	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
	Níquel	mg/L	0.2	1	0.052	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
	Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.0025	0.0004	<0.0002	<0.0002	0.0004
	Selenio	mg/L	0.02	0.05	0.005	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
Zinc	mg/L	2	24	0.12	0.037	0.012	<0.008	0.011	
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	1000	1000	79	17	17	490
	Escherichia Coli	NMP/100 ml	1000	**		49	7.8	7.8	330

Nota: resultados de las muestras vs ECA

4.3. Discusión de resultados

Los parámetros físico químicos analizados oscilan dentro de los valores establecidos por el estándar de calidad ambiental para categoría 3 y 4, a excepción de DQO que tiene un valor que oscila entre 57 mg/l en el LMata 3 y 63 mg/l en los puntos de monitoreo LMata 1 y 2, estos valores están por encima del estándar de calidad ambiental de categoría 3, el cual tiene el valor de 40 mg/l, Asimismo el DBO5 supera el estándar de calidad ambiental en Lmata 2,3 y 4 con valores de 6 mg/l y este valor supera los 5 mg/l establecidos para la categoría 4 conservación del ambiente acuático. Respecto a los parámetros inorgánicos los valores de manganeso supera los ECA categoría 3 riego y bebida de animales cuyos valores oscilan entre 0.224 mg/l en LMata 4 y 0.2806 mg/l en el punto de monitoreo LMata 1, estos valores son mayores a 0.2 mg/l establecido en el ECA para agua.

Respecto a los parametros microbiologicos los datos oscilan dentro de lo establecido en el estandar de calidad ambiental.

Coliformes termotolerantes valores entre 17 NMP/100 ml en los puntos de monitoreo Lmata2-3 y el valor mas alto 490 NMP/100 ml en el punto Lmata4, valores dentro de lo permitido 1000 NMP/100 ml valor de ECA categoria 3 riego de vegetales y bebida de animales y 4 conservacion del ambiente acuatico E1 lagos y lagunas y en cuanto a Escherichia Coli sus valores oscilan entre 7.8 NMP/100 ml en los puntos de monitoreo Lmata2-3 y los valores mas altos 330 NMP/100 ml en el punto de monitoreo Lmata 4 los valores de Escherichi Coli tambien se encuentran dentro del valor permitido por el ECA categoria 3 riego de vegetales y bebida de animales que tiene el valor establecido de 1000 NMP/100.

De los parámetros evaluados la mayoría se encuentra dentro de lo establecido en el estándar de calidad ambiental categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales excepto la demanda química de oxígeno y Manganese los cuales están fuera del valor establecido en la categoría de ECA 3.

Respecto a la categoría 4 conservación del ambiente acuático E1. Lagos y lagunas el parámetro demanda bioquímica de oxígeno supera el estándar de calidad ambiental en tres puntos de monitoreo con 6mg/l respecto a los 5mg/l establecidos en la categoría 4.

Las concentraciones altas de demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) significan agotamiento del oxígeno los cuales pueden tener efectos de asfixia en los animales acuáticos.

La concentración elevada del manganeso en el agua tiene efectos del desagradable olor y color del agua, principalmente la concentración elevada de este metal significa un daño y amenaza a la salud humana principalmente en niños.

Por otro lado, también de acuerdo a la metodología ICA empleada en esta investigación refleja que la calidad del agua de la laguna de Matara está en condición EXCELENTE con un valor de 96.818 valor que se encuentra en el rango de 90 a 100 los cuales son interpretadas de acuerdo a la *Metodología para la determinación de ICA-PE ANA, (2018)* que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.

De acuerdo a los resultados obtenidos interpretamos que el agua de la laguna de Matara cumple con los parámetros evaluados para fines de categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales de igual manera cumple con los parámetros evaluados para la categoría 4 conservación del ambiente acuático sub categoría lagos y lagunas.

Tabla49.*Parámetros que trasgreden el estándar de calidad ambiental*

CALCULO DEL ICA-PE		Und. de medida	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	Conservación del ambiente acuático. E1-lagunas y lagos	LMata1	LMata2	LMata3	LMata4
PARAMETROS	DQO	mg/L	40	40		63	63	57	62
	DBO5	mg/L	15	15	5	5	6	6	6
	Manganeso	mg/L	0.2	0.2		0.2806	0.2652	0.2239	0.224

Nota: la tabla muestra los parámetros que superan el ECA

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del laboratorio y la metodología ICA aplicada a esta investigación se concluye que el agua de la laguna de Matara su calidad es excelente y sus condiciones son cercanas a los niveles naturales o deseados esta interpretación de acuerdo a la metodología ICA-PE. Además de los parámetros evaluados cumplen para el uso en la categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, asimismo de los parámetros evaluados cumplen para usos de la categoría 4 riego de vegetales y bebida de animales.

- Respecto a los parámetros físico químicos se concluye que, de los 15 parámetros evaluados para la categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales se determinó que 1 parámetro (DQO) demanda química de oxígeno trasgrede el ECA-Agua categoría 3.
- De los 8 parámetros evaluados para la categoría 4 conservación del ambiente acuático E1-Lagos y Lagunas. Se determinó que 1 parámetro (DBO5) demanda bioquímica de oxígeno trasgrede el ECA-Agua categoría 4.
- Asimismo, en cuanto a los parámetros de inorgánicos evaluados se concluye que de los 18 parámetros inorgánicos evaluados 1 parámetro (manganeso) supera el ECA para la categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales los 17 parámetros restantes se encuentran dentro de los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental Agua categoría 3.
- De 11 parámetros inorgánicos evaluados para el ECA-Agua categoría 4 conservación del ambiente acuático E1-Lagos y Lagunas. Se determinó que

todos los parámetros evaluados están dentro de los valores establecidos en el ECA-Agua categoría 4.

- En cuanto a los 2 parámetros microbiológicos evaluados para el ECA-Agua categoría 3 también se concluye que estos cumplen con lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental de agua, ECA-Agua categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales.
- De 1 parámetro microbiológico evaluado para el ECA-Agua categoría 4 conservación del ambiente acuático E1-Lagos y Lagunas. Se determinó que está dentro de los valores establecidos en el ECA-Agua categoría 4.
- De acuerdo a los resultados obtenidos aplicando la metodología ICA se concluye que el agua de la laguna de Matara se encuentra en EXCELENTES condiciones.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que se lleven de manera periódica los monitoreos, para contribuir al control del estado o condición de la calidad del agua.

Impulsar un programa de educación ambiental para los habitantes en la población para hacer el uso de agua de manera responsable y la adecuada conservación del cuerpo de agua laguna de Matara,

Impulsar la adecuada disposición final y gestión de los residuos sólidos asimismo evitar los vertidos de aguas residuales en el cuerpo de agua.

Promover que a que se considere como zona de protección en vista de que se le da diferentes usos al agua de la laguna.

Se recomienda seguir realizando investigaciones respecto a la extinción de especies en relación de la introducción de nuevas especies en la laguna de Matara.

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Recursos

Los recursos utilizados fueron revisiones bibliográficas, protocolo nacional para el monitoreo de a calidad de recursos hídricos superficiales con la finalidad de seguir el procedimiento en trabajos de campo, metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE para los cálculos del ICA del agua de la laguna de Matara, requerimos instrumentos como es GPS, multiparámetro, Coolers, ice pack, agua destilada, frascos para toma de muestras, etc.

Cronograma de actividades

Tabla50.

Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
Actividades	Marzo- octubre 2020	Noviembre 2020	Enero 2021	Febrero- diciembre 2022	Marzo- mayo 2023
Redacción del título	X				
Descripción de la realidad problemática	X				
Formulación del problema	X				
Problemas generales	X				
Justificación	X				
Objetivos	X				
Marco teórico	x				
Antecedentes	x				
Bases teóricas	x				
Metodología de la investigación	x				
Hipótesis	x				
Monitoreo (trabajo en campo)		x			
Análisis de agua		x			
Resultados de laboratorio			x		
Procesamiento de datos				x	
Resultados y discusión de resultados				x	
Conclusiones				x	
Resumen				x	
Presentación de informe final				x	
Levantamiento de observaciones					X
Sustentación					X

Fuente: elaboración propia

Presupuesto y financiamiento

Presupuesto

Tabla 51.

Presupuesto (materiales, equipos y otros)

N°	Tipo de Requerimiento	Unidad	Cantidad	Costo Unitario S/	Costo Total S/
1	Hojas bond	1	400	0.10	40
2	Impresiones	5	5	9	45
3	Memoria USB 4gb	1	1	25	25
4	Anillados	3	3	9	27
5	Pasajes	2	6	20	180
6	Coolers grandes y pequeños	2	2	20	20
7	Frascos de plásticos y vidrio	1	1	30	30
8	GPS	1	1	20	20
9	Baldes de plástico (4-20 L)	2	2	10	20
10	Guantes	2	2	2	4
11	Mascarillas	2	2	10	10
12	Cámara fotográfica	1	1	120	120
13	Indumentaria de protección	1	1	50	50
14	Plumón indeleble	1	1	3	3
15	lápiz	2	2	1	2
16	Cinta adhesiva	2	2	5	5
17	Libreta de campo	1	1	5	5
18	Pizarra acrílica	1	1	15	15
19	Análisis fisicoquímico y microbiológico	4	8	1094	8752
20	Empastado	1	1	30	30
21	Otros			100	100
Total					S/ 9503.00

Fuente: elaboración propia

Financiamiento

La investigación fue patrocinada por la autoridad administrativa del agua – pampas Apurímac AAA-PA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amado, J. P., Pérez, P., Ramírez, O., & Alarcón, J. J. (06 de Abril de 2016). Análisis de la calidad de agua en las lagunas de Bustillos y de los Mexicanos (Chihuahua, México). *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México), Centro de Edafología y Biología Aplicada del Seguro (CEBAS-CSIC)*. doi:<http://dx.doi.org/10.6018/geografia/2016/255811>
- ANA. (2015). Listado General de Preguntas. 17. Obtenido de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/archivos/gestion-compartida/listado_general_de_preguntas_ana.pdf
- ANA. (2016). *Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos*. Lima. Obtenido de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/r.j._042-2016-ana_-_copia.pdf
- ANA. (2018). Metodología Para La Determinación Del Índice De Calidad De Agua De Los Recursos Hídricos Superficiales E en El Perú (ICA-PE). 44. Obtenido de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf
- ANA. (2019). *II Monitoreo Participativo De La Calidad Del Agua De La Laguna De Pacucha*. Abancay.
- Arellano, J., & Guzman, J. (2011). *Ingeniería Ambiental* (1 ed.). México. Obtenido de <http://biblio.upmx.mx/library/index.php?title=301850&query=@title=Special:GS>

MSearchPage@process=@subheadings=INGENIERIA%20AMBIENTAL%20L
EMB%20@mode=&recnum=6

Autoridad Nacional del Agua. (2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. *Resolucion Jefatural N° 010-2016-ANA*, 92.

Autoridad Nacional Del Agua. (2018). Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú ICA-PE. 44. Obtenido de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf

Behar, D. S. (2008). Metodología de la Investigación. Shalom 2008. Obtenido de <http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

Caballero, A. (2000). Metodología de la investigación científica. *Exelencia Académica*. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Pictures/Camera%20Roll/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION%20Resumen%20UPLA.pdf

CATIE. (Octubre de 2006). Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. *CATIE-Material de Capacitación* , 400.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (Octubre de 2006). Curso Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. *Catie-Material de Capacitacoión*.

CONCERTAR. (2009). "El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales" - Cartilla educativa. *Un aporte al III Concurso Fiesta Nacional del Agua (Mancomunidades de municipios andinos y subandinos de Bolivia)*, 44. Obtenido de <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/ef130746381903e3561dff2525bd91e.pdf>

Córdova, M. A. (2017). Calidad del Agua en la Microcuenca Del Río Challhuahuacho Comparado Con Los Estándares de Calidad Ambiental Para Riego y Bebedero (Eca 3) en la Zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac - 2016 (Tesis de Pregrado). *Universidad Nacional de Cajamarca*, 139.

ECOAVANT. (29 de Abril de 2016). *La importancia de la calidad del agua*. Obtenido de <http://www.ecoavant.com/es/notices/2016/04/la-importancia-de-la-calidad-del-agua-2565.php>

EPA. (2021). *Informacion Basica Sobre el Mercurio*. Obtenido de Informacion Basica Sobre El Mercurio

Flores , C., Del Angel , E., Frias , D., & Gómez, A. (26 de octubre de 2017). Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México. *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Cunduacán, México*, 19. doi:10.24850/j-tyca-2018-02-02

Fondo para la Comunicacion y la Educacion Ambiental, A.C. (08 de Noviembre de 2007). *Contaminacion del Agua Por Detergentes (Eutrofizacion)*. Obtenido de

<https://agua.org.mx/biblioteca/contaminacion-del-agua-por-detergentes-eutrofizacion/>

Fontalvo, F. J., & Tamaris, C. (23 de Agosto de 2018). Calidad del agua de la parte baja del río Córdoba (Magdalena, Colombia), usando el ICA-NSF. *Grupo de investigación de Biodiversidad y Ecología Aplicada, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia*, 11.

doi:<http://dx.doi.org/10.21676/23897864.2510>

Fraume, N. (2007). *Diccionario Ambiental* (1 ed.). Ecoe Ediciones. Obtenido de <https://booksmedicos.org/diccionario-ambiental-nessor-julio-fraume/>

Frías, T. D., & Montilla, L. (2016). “Evaluación de los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en el Sector Puerto de Productores Río Itaya, Loreto –Perú 2014 -2015” (Tesis de Pregrado). *Universidad Científica del Perú*, 83.

Gavidia, Castillo , R., Iparraguirre, Sagastegui, J., Lujan, Rojas, J., Laque, Fernandez, G. L., Alba, Diaz, L., & Moreno, Avalos, L. (2022). Calidad del agua de la cuenca del río Moche utilizando el ICA-PE, La Libertad 2013-2018. doi:10.18687/LACCEI2022.1.1.130

Gómez, S. P., & Rojas, S. M. (2014). Afectación Ambiental de la Calidad del Agua de la Quebrada Cascabel Generada por la Explotación Minera Artesanal Del Municipio de Marmato Departamento de Caldas (Tesis de Maestria). *Universidad de Manizales*, 221.

Griffit J, F., Weisberg S, B., & McGee C, D. (2003). *Evaluation Of Microbial Source Tracking methods Using Mixed Fecal Sources In Aqueous Test Samples* .

- Gualdrón, L. E. (Diciembre de 2016). Evaluación de la Calidad de Agua de Ríos de Colombia Usando Parámetros Físicoquímicos y Biológicos. *Dinámica Ambiental*, 20. Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/SEMINARIO%20DE%20TESIS/ANTECEDENTES/4593-Texto%20del%20art%C3%ADculo-7767-1-10-20181210.pdf>
- Guevara, Y. G. (2018). Evaluación de la Calidad de Agua Superficial y Sedimentos de la Cuenca Nanay – Periodo 2017 (Tesis de Pregrado). *Universidad Nacional de la Amazonia Peruana*, 109.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. D. (2014). *Metodología De La Investigación* (6ta ed.). (S. D. McGRAW-HILL / Interamericana Editores, Ed.) México: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). *Investigacion del Comportamiento, Métodos de Investigación en Ciencias Sociales*. México.
- Lopez, S. R. (2018). Evaluación de la Calidad de Agua Respecto a Metales Pesados Presentes en el Río Tambo Provincia de Islay 2016 -2018 (Tesis de Pregrado). *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, 128.
- Martínez, M. (Agosto de 2015). Calidad del agua y propuestas de conservación del río Chirapaca (Sector Puente). *Revista Tecnológica*, 11(17), 5. Obtenido de http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v11n17/v11n7_a08.pdf

- Mendoza, M. A. (Mayo de 2018). Evaluación Físicoquímica de la Calidad del Agua Superficial en el Centro Poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú (Tesis de Posgrado, Magister). *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 118.
- Ministerio De Economía y Competitividad, Gobierno de España. (2013). *Esfera del agua*. Obtenido de <https://www.esferadelagua.es/agua-y-tecnologia/contaminacion-del-agua-por-nitratos-y-tecnicas-para-su-tratamiento>
- MX, Editorial Definición. (09 de 10 de 2014). Laguna. Sitio: Definición MX. Obtenido de <https://definicion.mx/laguna/>.
- OEFA. (2014). *La fiscalización ambiental en aguas residuales* (1 ed.). Lima, Perú. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- ONU. (2015). Decenio Internacional para la Acción 'El agua, fuente de vida' 2005-2015. *Un Water*. Obtenido de <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Ordoñez , J. (2011). *Foro Peruano Para El Agua (Que Es Una Cuenca Hidrológica)* (1 ed.). (Z. I. Goicochea, Ed.) Lima.
- Organismo De Evaluacion Y Fiscalización Ambiental. (2014). *La fiscalización ambiental en aguas residuales* (1 ed.). Lima, Perú. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). Decenio Internacional para la Acción "El Agua Fuente de Vida" 2005-2015. *Un Water*. Obtenido de <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura.

(2019). *Calidad de Agua en las Américas Para la Educación la Ciencia y la*

Cultura. Obtenido de <http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en>

Organización Mundial de la Salud. (2006). Guías para la calidad del agua potable. 1.

Obtenido de

[https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1)

[ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1)

PROMIX. (24 de 09 de 2021). *Centro de Formacion, Ahora Es El Momento De*

Analizar Su Agua. Obtenido de [https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-](https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/ahora-es-el-momento-de-analizar-su-agua/#:~:text=Los%20carbonatos%20y%20bicarbonatos%20est%C3%A1n,en%20el%20agua%20de%20riego.&text=Cuando%20la%20alcalinidad%20del%20agua,el%20pH%20del%20sustrato%20asc)

[formacion/ahora-es-el-momento-de-analizar-su-](https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/ahora-es-el-momento-de-analizar-su-agua/#:~:text=Los%20carbonatos%20y%20bicarbonatos%20est%C3%A1n,en%20el%20agua%20de%20riego.&text=Cuando%20la%20alcalinidad%20del%20agua,el%20pH%20del%20sustrato%20asc)

[agua/#:~:text=Los%20carbonatos%20y%20bicarbonatos%20est%C3%A1n,en](https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/ahora-es-el-momento-de-analizar-su-agua/#:~:text=Los%20carbonatos%20y%20bicarbonatos%20est%C3%A1n,en%20el%20agua%20de%20riego.&text=Cuando%20la%20alcalinidad%20del%20agua,el%20pH%20del%20sustrato%20asc)

[%20el%20agua%20de%20riego.&text=Cuando%20la%20alcalinidad%20del%](https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/ahora-es-el-momento-de-analizar-su-agua/#:~:text=Los%20carbonatos%20y%20bicarbonatos%20est%C3%A1n,en%20el%20agua%20de%20riego.&text=Cuando%20la%20alcalinidad%20del%20agua,el%20pH%20del%20sustrato%20asc)

[20agua,el%20pH%20del%20sustrato%20asc](https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/ahora-es-el-momento-de-analizar-su-agua/#:~:text=Los%20carbonatos%20y%20bicarbonatos%20est%C3%A1n,en%20el%20agua%20de%20riego.&text=Cuando%20la%20alcalinidad%20del%20agua,el%20pH%20del%20sustrato%20asc)

Robledo, J., Vanegas, E. A., & Garcia, N. (2014). Calidad del agua del río Túnico

como respuesta al uso del suelo. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(3), 6.

Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93231384007>

Rodríguez, H. R. (06 de 07 de 2001). Estudio de la contaminación por metales

pesados en la cuenca del Llobregat. *Tesis doctoral*.

Sanchez, H. (1998). Metodología y Diseño en la Investigación. *Exelencia Académica*.

Obtenido de

[file:///C:/Users/USUARIO/Pictures/Camera%20Roll/METODOLOGIA_DE_LA_I](file:///C:/Users/USUARIO/Pictures/Camera%20Roll/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION%20Resumen%20UPLA.pdf)

[NVESTIGACION%20Resumen%20UPLA.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Pictures/Camera%20Roll/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION%20Resumen%20UPLA.pdf)

- Sierra, C. (2011). *Calidad De Agua Evaluación y diagnóstico* (1ra ed.). (L. D. Escobar, Ed.) Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Sulistiyarti, H., & Koliev, S. D. (2013). ligand exchange in the determination of weak acid dissociable cyanide by gas diffusion-flow injection analysis.
- Teves, B. M. (2016). Estudio Físicoquímico de la Calidad del Agua del Río Caca, Región Lima (Tesis de Posgrado, Maestría). *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 94.
- Texas Department Of State Health Service Environmental. (1964). *Epidemiología y Toxicología Ambiental De Lesiones*. Obtenido de <https://www.dshs.texas.gov/epitox/educational/NickelSP.doc>
- Triveño, D. (2016). Influencia Del Agua Del Río Mariño En La Calidad Del Agua Del Río Pachachaca, Abancay 2016 (Tesis de Pregrado). *Universidad Tecnológica De Los Andes*. Obtenido de <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/66>
- Vásquez et al. (2016). *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas* (Primera ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial-UNALM.
- Vian Ortuño, A. (1994). *Introducción a la Química Industrial*.
- Water Quality. (2008). For Ecosystem and Humand Health. *Decenio Internacional Para La Acción "El Agua Fuente De Vida" 2005-2015*.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina del repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes.