

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO Y PLOMO DE LAS
AGUAS SUPERFICIALES EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO LAMPA Y
SU RELACIÓN CON EL CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD
AMBIENTAL (ECA) PARA EL PERIODO 2021**

PRESENTADO POR:

CHRISTIAN IVAN VILCA QUISPE

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2022



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](#)

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO Y PLOMO DE LAS
AGUAS SUPERFICIALES EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO LAMPA Y
SU RELACIÓN CON EL CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD
AMBIENTAL (ECA) PARA EL PERIODO 2021**

PRESENTADO POR:

CHRISTIAN IVAN VILCA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE


: _____
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

PRIMER MIEMBRO


: _____
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINARES

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
M.Sc. JOSE ELADIO NUÑEZ QUIROGA

ASESOR DE TESIS


: _____
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ciencias Naturales

Disciplina: Oceanografía, hidrología y Recursos del Agua

Especialidad: Contaminación y mitigación de aguas superficiales: Mares, limos (Lagos, Lagunas y cursos de Agua (Ríos, Riachuelos).

Puno, 19 de julio de 2022.

DEDICATORIA

A DIOS.

Por darme la fuerza, energía, oportunidad de vida y por estar siempre presente con todos nosotros sus hijos en cada paso que damos en la vida, por la fortaleza que nos brinda a diario y por iluminar siempre nuestro camino para ir por la senda del bien.

A MIS PADRES.

Roger Vilca y Yaneth Quispe, por su amor incondicional, por ser las únicas personas que realmente me impulsaron hasta el día de hoy a seguir adelante, a no dejar las cosas a la mitad y sobre todo a que en el lugar en el que uno se encuentre siempre uno tiene que demostrar su formación como profesional, pero más aún su formación como ser humano que es lo que realmente importa en la vida humana.

A MI HERMANO

José Miguel Vilca, que siempre anduvo apoyándome moralmente e incondicionalmente con sus palabras, bromas y palabras de aliento durante el transcurso de mi paso por la universidad. Así mismo quiero agradecer donde quiera que se encuentre a mi mascota CHATO quien fue una pieza clave dentro de la salud emocional de toda la familia y que el día de hoy espero que descanse en paz.

AGRADECIMIENTOS

Primero, antes que nada, quiero dar gracias a dios nuestro señor, por siempre estar conmigo en cada paso, en cada decisión que llegó a tomar en la vida así también como en las pruebas y dificultades que me ayuda a superarme, a todas aquellas personas quienes directa o indirectamente fueron un apoyo fundamental durante el tiempo de ejecución de esta investigación. Mi agradecimiento personal a la Universidad Privada San Carlos S.A.C. por permitirme lograr mi formación profesional. A la escuela profesional de Ingeniería Ambiental y a todos los docentes y plana administrativa quienes fueron un apoyo invaluable en mi formación como profesional con ideas positivas y enseñanzas de calidad que lograron que me encamine profesionalmente.

Al MSc. Julio Wilfredo Cano Ojeda, por su apoyo incondicional y por estar a disposición completa durante el tiempo de ejecución de esta investigación, siempre apoyándome con sus pautas, conocimiento e ideas.

A mi familia y amigos, quienes me brindaron su apoyo y sugerencias durante la elaboración de mi investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1 Problema general.	16
1.1.2 Problema Específico.	17
1.2. ANTECEDENTES	17
1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	17
1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES	18
1.2.3 ANTECEDENTES LOCALES	20
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	22

1.3.1 OBJETIVO GENERAL	22
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	23
2.1.1. AGUA	23
2.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA	24
2.1.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA	24
2.1.4. METALES PESADOS	24
2.1.4.1 MERCURIO (MG)	25
2.1.4.2 PLOMO (PB)	25
2.1.5. CALIDAD DE AGUA	26
2.1.6. CONTAMINACIÓN DE RÍOS	27
2.1.7. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	28
2.1.7.1 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)	28
2.1.7.2 TURBIEDAD	29
2.1.7.3 CONDUCTIVIDAD	29
2.1.7.4 TEMPERATURA	30
2.1.8 EFECTOS SOBRE LA SALUD CAUSADOS POR AGENTES PATÓGENOS PRESENTES EN EL AGUA	30
2.1.9. NORMATIVA	32
2.1.9.1 RESOLUCIÓN JEFATURAL N°202-2010-ANA	32
2.1.9.2 PROTOCOLO NACIONAL PARA MONITOREO DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES	33

2.1.9.3 ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA	33
2.2. MARCO CONCEPTUAL	38
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	41
2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL	41
2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	41

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁREA DE ESTUDIO	43
3.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	44
3.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	45
3.2 POBLACIÓN	45
3.2.1 TAMAÑO DE MUESTRA	46
3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS	47
3.3.1 FASE DE CAMPO	48
3.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	51
3.5 MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	52

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS DEL RÍO LAMPA	54
4.1.1 CONDUCTIVIDAD	54
4.1.2 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)	55

4.1.3 TEMPERATURA	56
4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE MERCURIO Y PLOMO EN LOS CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES DEL RÍO LAMPA	57
4.2.1 MERCURIO	58
4.2.2 PLOMO	59
4.3.1 MERCURIO	61
4.3.2 PLOMO	62
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Efectos de metales pesados por su toxicidad	31
Tabla 02: Clasificación de cuerpos de aguas superficiales	32
Tabla 03: ECA agua categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales	34
Tabla 04: Datos generales de muestreo	46
Tabla 05: Operalización de variables	51
Tabla 06: Resultado de la medición de Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	54
Tabla 07: Resultados obtenidos de la medición de pH	55
Tabla 08: Resultados obtenidos de la medición de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	56
Tabla 09: Resultados obtenidos de la concentración de Mercurio (mg/l)	58
Tabla 10: Resultados obtenidos de la concentración de Plomo (mg/l)	59
Tabla 11: Resultados Obtenidos de los valores de conductividad	72
Tabla 12: Resultados Obtenidos de los valores de pH	72
Tabla 13: Resultados Obtenidos de los valores de Temperatura	73
Tabla 14: Resultados de análisis de Mercurio	73
Tabla 15: Resultados de análisis de Plomo	74

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Escala y rango de pH	28
Figura 02: Rango de pH	29
Figura 03: Ubicación Política del Distrito de Lampa	44
Figura 04: Ubicación geográfica de los Puntos de Muestreos	49
Figura 05: Geolocalización de coordenadas en GPS	50
Figura 06: Monitoreo de Parámetros Físico - Químicos	50
Figura 07: Toma de muestra para análisis de laboratorio	51
Figura 08: Rotulado de información de las muestras obtenidas	61
Figura 09: Comportamiento de mercurio aguas superficiales del río Lampa D1	61
Figura 10: Comportamiento de mercurio aguas superficiales del Río Lampa D2	62
Figura 11: Comportamiento de plomo en aguas superficiales del río Lampa D1	63
Figura 12: Comportamiento de plomo en aguas superficiales del río Lampa D2	82
Figura 13: Toma de muestras del primer punto de muestreo PM-L0121	82
Figura 14: Ubicación de información de Geolocalización en Equipo GPS	83
Figura 15: Monitoreo de parámetros Físico – Químicos	83
Figura 16: Toma de muestras del segundo punto de muestreo PM-L0221	83
Figura 17: Ubicación de la información de Geolocalización en el PM-0321	84
Figura 18: Toma de muestras del cuarto punto de muestreo PM-L0421	84
Figura 19: Toma de muestras del quinto punto de muestreo PM-L0521	85
Figura 20: Rotulado de las muestras tomadas durante la investigación	85
Figura 21: Envío de las muestras al laboratorio ANALYTICAL LABORATORY	86

Figura 22: Pago del envío de muestras mediante la empresa OLVA COURIER 86

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Resultados de los parámetros físico - químicos	72
Anexo 02: Resultados del análisis de mercurio y plomo	74
Anexo 03: Ensayo de interpretación de laboratorio de muestreo de mercurio y plomo	75
Anexo 04: Galería de fotografías del trabajo de investigación	82
Anexo 05: Estándar de calidad ambiental agua d.s. 004-2017 – minam	87

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en el distrito de Lampa, provincia de Lampa, departamento de Puno; se tuvo como objetivo principal evaluar la concentración de los metales pesados Mercurio y Plomo en las aguas superficiales de la Unidad hidrográfica del río Lampa en el periodo 2021, se compararon los resultados obtenidos con los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3, la metodología aplicada fue de carácter comparativo entre los resultados obtenidos con los valores establecidos en el D.S:004-2017 MINAM, se priorizó cinco puntos de monitoreo utilizando el método de análisis para metales pesados totales en un laboratorio acreditado de la ciudad de Lima, a través de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente; Los resultados obtenidos fueron un valor promedio de mercurio de 0,0002 mg/L y un valor promedio de 0,0030 mg/L de Plomo, evidenciando que estos valores obtenidos no sobrepasan los valores máximos permisibles en el ECA para agua en la categoría 3 para riego de vegetales y bebida de animales. Se determinó que la calidad del agua superficial de la unidad Hidrográfica del río Lampa por el momento no evidencia contaminación aparente. Por lo que se determina que estas aguas son óptimas para el consumo de animales y riego de vegetales.

Palabras claves: Metales Pesados, Mercurio, Plomo, Contaminación, Calidad de Agua.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the district of Lampa, province of Lampa, department of Puno; The main objective was to evaluate the concentration of heavy metals Mercury and Lead in the surface waters of the Lampa River Hydrographic Unit in the period 2021, comparing the results obtained with the environmental quality standards for water in category 3, the methodology applied was of a comparative nature between the results obtained with the values established in D.S: 004-2017 MINAM, five monitoring points were prioritized using the analysis method for total heavy metals in the a laboratory. from the city of Lima, through inductively coupled plasma mass spectrometry; The results obtained were an average value of mercury of 0.0002 mg/L and an average value of 0.0030 mg/L of Lead, showing that these values obtained do not exceed the maximum permissible values in the ECA for water in category 3. for watering vegetables and drinking animals. It was determined that the surface water quality of the Lampa River Hydrographic at the moment there is no evidence of apparent contamination. Therefore, it is determined that these waters are optimal for the consumption of animals and irrigation of vegetables.

Keywords: Heavy Metals, Mercury, Lead, Pollution, Water Quality.

INTRODUCCIÓN

En las pequeñas ciudades, comunidades, localidades y distritos a nivel mundial, la calidad del agua se viene afectando de manera significativa y exponencial debido a la mala gestión de explotación de los recursos minerales. El inadecuado manejo y gestión en la extracción minera es uno de los principales factores en la alteración de la composición del agua que indudablemente afecta también directa e indirectamente a las localidades vecinas. Es así que el desconocimiento poblacional y la falta de compromiso de las empresas dedicadas a la explotación de minerales hacen que este problema haya ido creciendo significativamente en los últimos años.

En la actualidad las instituciones fiscalizadoras de los recursos hídricos han podido regular y sancionar a aquellas empresas responsables directas de las alteraciones de los recursos hídricos, sin embargo, aún falta regular muchos aspectos en las normativas vigentes que aún son muy tolerantes con los Límites Máximos Permisibles y las sanciones que se imponen al no cumplir los mencionados Límites.

La vigilancia de los Estándares de Calidad Ambiental para agua debería de ser constante por parte de las instituciones fiscalizadoras como es en el caso del Distrito de Lampa, lo cual a criterio de la población de la zona viene afectando cultivos, ganado e incluso a la población misma ya que muchas veces no se cuenta con suministro de agua potable y se ve en la necesidad de consumir agua de río, el cual a largo plazo va generando problemas en la salud humana.

Es por ello que se crea la necesidad de realizar estudios de caracterización de los Estándares de calidad ambiental para agua de manera directa en el cauce del río Lampa que a su vez afecta directamente a la Ciudad de Lampa.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Mundialmente, el mayor problema considerado de severidad es la contaminación del agua, el cual representa una preocupación atemorizante para muchos, los servicios de saneamiento, ganadería, industria, agricultura y otros miles de usos que se le viene dando. Se dice que la vida en el planeta tierra comienza en ecosistemas acuáticos; actualmente el agua dulce es quien da vida a las aguas sedientas, es la principal fuente de irrigación en cultivos que se secan y por tanto también es el hábitat de millones de especies y seres vivos acuáticos”, Sin en cambio, el agua, así como alberga vida y alimento para muchas especies también puede significar muerte y destrucción para estas mismas especies beneficiarias de ella. (MINAGRI, 2020).

Al día de hoy se asume que la contaminación de los cuerpos acuáticos son provenientes de diferentes fuentes, las formas contaminantes más comunes por lo general suelen ser el vertimiento de aguas residuales no tratadas, desechos de la industria, fugas de material inflamable de características de combustible, la actividad minera propiamente por el drenaje y lixiviación que se producen en sus actividades.

Los procesos de investigación de los recursos hídricos resultan de carácter básico porque a lo largo del tiempo los principales problemas de calidad de agua siguen persistiendo tanto en países primermundistas considerados como desarrollados así como en los países en vías de desarrollo considerados tercermundistas, los cuales incluyen la gran disminución de cuerpos de agua con calidad óptima o buena, los impactos ambientales producidos por contaminantes emergentes, la mala gestión de los recursos hídricos y la falta de tratamiento de las aguas resultantes de actividades industriales. La calidad mala del agua viene afectando indudablemente a las personas que vienen dependiendo de estas fuentes de agua como único abastecimiento para satisfacción de sus necesidades alimenticias, actividades ganaderas y agrícolas en la mayoría de casos, haciendo así que se limite aún más el acceso al agua de calidad óptima y por tanto la disminución de riesgos o afecciones a la salud humana (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2019)

En los últimos años a lo largo del territorio nacional se viene observando claramente un aumento significativo de la contaminación de los recursos hídricos y la afectación directa en el medio ambiente, esto debido a la mala gestión ambiental en la explotación de minerales por parte de empresas que no tienen un compromiso ambiental con las poblaciones cercanas y que están dentro de la influencia de dicha actividad lo cual conlleva a alteraciones de la calidad de agua, al deterioro del medio ambiente y perjuicios en la salud pública humana.

Uno de los principales problemas actuales en nuestro entorno regional respecto a la contaminación hídrica está ligado a la contaminación generada por la actividad minera en las provincias de Lampa y Melgar, los cuales comparten una micro cuenca el cual está alterando significativamente la composición natural del agua, ocasionando así el deterioro de los ecosistemas de los alrededores, afectando la salud humana, actividades agrícolas y ganaderas.

La inadecuada gestión de los recursos minerales en la actualidad viene afectando a más de 21685 habitantes de toda la provincia de Lampa ya que los cauces de los ríos Lampa y palca se entrelazan y generan una contaminación cruzada como resultado de las distintas actividades de explotación mineral; es por ello que muchos de los pobladores de localidades vecinas tiene un temor y desconfianza con respecto a las actividades de explotación minera ya que a lo largo del tiempo se ha podido observar que estas empresas dedicadas a este rubro tienen poco compromiso ambiental.

A ello se le suma la preocupación de la población en general de toda la provincia de Lampa ya que la presencia de actividad minera en los distritos de Vila Vila y Palca, vienen ejecutándose de manera regular y continua en los últimos años; así mismo cabe recalcar que la micro cuenca a la que pertenecen desembocan en el río Lampa; lo cual viene generando preocupación y alerta en la población, debido a que la presencia de estos minerales producto de la explotación minera puede causar severas afectaciones y daños irreversibles a la salud humana ya que este río es la principal fuente de irrigación vegetal, alimentación animal y agricultura del propio distrito de Lampa.

Sin embargo, la preocupación de la población del distrito de lampa como también de los distritos vecinos se hace cada vez más evidente, de aquí surge la necesidad de llegar a cuantificar y determinar los niveles reales de concentración de los distintos metales pesados que pudieran estar o no estar presentes en los cuerpos de agua del río Lampa.

1.1.1 Problema general.

¿Cuál es la calidad de las aguas superficiales en las unidades hidrográficas del distrito de Lampa y cuál es su relación con el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua en la categoría 3 en el periodo 2021?.

1.1.2 Problema Específico.

- ¿El nivel de mercurio presente en los cuerpos de agua superficiales del Río Lampa cumplirá con los ECAS establecidos en el D.S. 004-2017 MINAM en la categoría 3?.
- ¿El nivel de plomo presente en los cuerpos de agua superficiales del Río Lampa cumplirá con los ECAS establecidos en el D.S. 004-2017 MINAM en la categoría 3?.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ruiz & Armineta (2012), en su trabajo de investigación “Determinación de metales pesados en maíz de consumo humano en los cultivos de Zacatecas, México”, logró cuantificar las concentraciones de plomo, zinc, hierro, cobre y arsénico, en restos de maíz natural en las variedades H-515, por 30 y 70 días, de los cuales obtuvo como resultado que existe mayor concentración de zinc y plomo 25.2 y 300,9 mg/kg y 15.5 a 555.6 mg/kg respectivamente. Concluyendo en que la presencia de los mencionados metales pesados pone en evidencia que no se se tiene un adecuado control y estudios específicos en cuanto a la calidad de agua que se está suministrando a las poblaciones locales.

Chan (2012), en su investigación “Planteamiento de modelos de sistemas de abastecimiento modernos en las comunidades de las costas de Irán” afirma que los sistemas de agua convencionales no logran ser efectivos al contener carga de metales pesados en el agua que transporta, sin embargo hasta la fecha la implementación de sistemas de abastecimiento más modernos y eficaces, no son posibles ser implementadas en los países subdesarrollados, ya que el coste de producción como el coste de implementación no lo permite. Sin embargo, en países como Bolivia, Chile, Ecuador y Perú; este problema se agrava por la contaminación directa de los procesos industriales mineros.

Ocasio (2008), en su investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras” al investigar los parámetros físico - químicos encuentra un valor mínimo de temperatura en los diferentes puntos de muestreo de 24.3°C y un máximo de 25.4 °C llegando a la conclusión de que se debe a que no se evidenció una diferencia significativa entre los periodos de estiaje y avenida.

1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Arpasi (2017), en su Tesis “Determinación De Metales Pesados En La Especie Baccharis Sp que crece en el ámbito del Proyecto Minero “Estela” – Ananea – Provincia De San Antonio De Putina – Puno” concluye: Al evaluar la concentración de metales pesados en raíces y hojas de la especie Baccharis sp, colectada en las áreas de influencia directa e indirecta proyecto minero “Estela”: Los valores de pH en los suelos de las dos zonas de muestreo (influencia directa e indirecta), presentaron diferencia estadística significativa ($F=36,96$; $gl=1$; $P=0,0089$) esto quiere decir que existe diferencia entre el área de influencia directa y el área de influencia indirecta. La humedad no presentó diferencia estadística significativa en los suelos evaluados del área de la investigación, por lo que fue un factor que no influyó en ambas zonas de estudio; el pH promedio fue de 6,73 unidades en suelos de influencia directa.

Yana (2014), en su tesis de título “Contaminación por materia orgánica en el río Torococha de la ciudad de Juliaca”. se plantea observar y evaluar los niveles de contaminación del río Torococha de la ciudad de Juliaca logrando obtener promedios de 13.33°C y de 11.66°C en el río Torococha, atribuyéndose a las condiciones climáticas y geográficas indicando que se debe a la altitud de la zona ya que la zona altiplánica se caracteriza principalmente por tener superficie plana, llanuras bajas y alto índice de vientos continuos.

Teves (2016), en su tesis de maestría “Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Caca, Región Lima” evaluó la concentración de metales pesados mediante un laboratorio analítico perteneciente a la Red de Salud Lima - Centro obteniendo resultados alarmantes de pH (8.1), T° (17.2), uS/cm (1300); por lo que concluye en que la cantidad alta de metales pesados y los alarmantes resultados fisicoquímicos obtenidos por lo general suele ir de la mano con la mala gestión de los recursos hídricos, esto en satisfacción de las necesidades humanas y que a lo largo del tiempo a enraizado una problemática ambiental en todo el trayecto del río Caca, el cual tiene valores de hasta 0.15 mg/l de plomo, lo cual es algo descabellado y alarmante”.

Paredes (2018), en su Tesis “Evaluación De Concentración De Plomo (Pb) Y Mercurio (Hg) en Orestias Aggassii Y Luteus de la laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018” concluye: Al evaluar las concentraciones de metales pesados como el Plomo (Pb) y el Mercurio (Hg) en las muestras de “Orestias Aggassii y Luteus” y contrastarlas con el manual de indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional de exportación del SANIPES se determinó que las concentraciones halladas no sobrepasan los Contenidos Máximos Permitidos en ninguno de los puntos de muestreo, por lo tanto las muestras no representan un riesgo para la salud humana. Los niveles de concentración de Plomo (Pb) encontrados en las “Orestias Aggassii y Luteus”, en los puntos de muestreo, promedian el valor de 0,052 mg/kg, las concentraciones para Mercurio (Hg) en promedio de 0,0082 mg/kg, las concentraciones de Arsénico (As) en promedio de 0,024 mg/kg y las concentraciones de Cadmio (Cd) en promedio de 0,0022 mg/kg.

Mamani (2013), en el trabajo titulado “Evaluación de los recursos agua y suelo y sus alteraciones producido por la minería informal de Ananea”, determinó los niveles de concentración de algunos metales pesados utilizando el método descriptivo y comparativo de los resultados obtenidos con los estándares de Calidad Ambiental

vigentes; demostrando que los niveles de mercurio 0,030 mg/L, plomo 0,18 mg/L, Cromo 1,1 mg/L, Zinc 4 mg/L. Por lo cual concluye que existe una contaminación de los cuerpos de agua ya que los valores obtenidos sobrepasan los valores establecidos en la normativa vigente y recomienda a las instituciones educativas de nivel superior investigar más acerca de los diferentes temas relacionados a la protección del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales, con miras a la generación de servicio ambientales, así mismo se debe de investigar acerca de la educación y fortalecimiento de capacidades a nivel de la cuenca del río Ramis, para incidir en las políticas públicas para el desarrollo sustentable de la cuenca y de la región.

Salas (2010), en su investigación “Estudio de los niveles de contaminación por metales pesados en la zona de ananea de la cuenca del río ramis” evaluó las concentración de metales pesados en épocas de estiaje utilizando una metodología de medición In situ y analizandolas en un laboratorio acreditado. Obteniendo como valores resultantes Arsénico ,0,5 mg/L, Cobre 0,3 mg/L, Cromo 0,3 mg/L, Plomo 0,09 mg/L, Zinc 3 mg/L. Concluyendo en que los valores de As, Cu, Cr, Pb y Zn, en los meses de estiaje se encuentran por encima de los límites máximos permisibles.

1.2.3 ANTECEDENTES LOCALES

Cornejo (2019), en su investigación “Evaluación de la calidad del agua en la presa Lagunillas – Santa Lucia, 2018” concluye que, se encontraron valores de pH promedio de 9.57, DBO promedio de 1.73mg/l y que a su vez los parámetros de selenio y cadmio exceden los valores establecidos en el ECA para agua teniendo valores muy altos. Sin embargo, la turbidez contiene una media de 3.73 UNT y la conductividad un promedio de 1165.36 μ S/cm. Concluyendo en que estos resultados al ser comparada con la normativa estos exceden la norma establecida.

Llavilla (2018), en su Tesis “Evaluación De Metales Pesados En El Agua De Los Ríos De Pataqueña Y Chacapalca Del Distrito De Ocuwiri, Lampa – Puno” concluye: En el río Pataqueña (aguas arriba) el pH promedio fue 9.75, es alcalino por causas naturales, y se encuentra por encima de los ECA para agua de categoría 3 debido a la disposición de rocas calizas y alcalinas que aportan carbonatos y bicarbonato; mientras en el río Chacapalca (aguas abajo) el pH promedio disminuye debido a la mezcla con las aguas del río Azufrini procedente de la actividad minera hace que el pH disminuye a promedio 6.6, por disolución; mientras los parámetros de conductividad y temperatura se encuentran dentro de los ECA para agua de categoría 3.

Se demuestra, que en los ríos de Pataqueña y Chacapalca, si existen concentraciones de metales pesados, y los valores promedios de concentración fueron: río Pataqueña; aluminio 0.021 mg/l, arsénico 0.115 mg/l, cadmio <0.00003 mg/l, cromo <0.0003 mg/l, hierro 0.096 mg/l, manganeso 0.011 mg/l, mercurio <0.00009 mg/l y plomo 0.001 mg/l. Río Chacapalca fueron: aluminio 14.368 mg/l, arsénico 0.082 mg/l, cadmio 0.014 mg/l, cromo 0.006 mg/l, hierro 18.288 mg/l, manganeso 0.558 mg/l, mercurio <0.00009 mg/l, y plomo 0.002 mg/l. Concluyendo en que si existe una ligera contaminación producida por las actividades mineras presentes en la zona; recomendando que se tomen acciones fiscalizadoras y sanciones correspondientes.

Cajia (2021), en su investigación titulado “Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas de los manantiales Huayllani y Occororo pujo para consumo humano en la Comunidad Añavile Distrito Cabana 2021” evaluó los parámetros físico químicos y microbiológicos en la aguas de los manantiales Huayllani y Occororo Pujó en los cual utilizó el método descriptivo considerando 3 puntos de muestreo de parámetros físico químicos. Los resultados obtenidos fueron pH (6.89 a 7.82), Temperatura (5.6 a 8.2 °C), Conductividad Eléctrica (233.7 a 782.0 uS/cm. Estos resultados le permitieron

concluir que las aguas de los manantiales Huayllani Occororo Pujo son aptas para el consumo humano.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad de las aguas superficiales en las unidades hidrográficas del distrito de Lampa – 2021, y su relación con el cumplimiento al D.S. 004-2017-MINAM en la categoría 3

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel de Mercurio de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del distrito de Lampa y su relación con el cumplimiento al D.S. 004-2017-MINAM en la categoría 3”
- Determinar el nivel de Plomo de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del distrito de Lampa y su relación con el cumplimiento al D.S. 004-2017-MINAM en la categoría 3.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. AGUA

Fernandez (2012), de acuerdo a lo que indica, el agua viene cubriendo un poco más del 70% de la superficie terrestre del planeta; que se encuentra en océanos, ríos, lagos; en la atmósfera y en superficie terrestre planetaria. Es un excelente disolvente, excelente reactivo en algunos procesos metabólicos; posee una excelente capacidad calorífica y su principal característica peculiar de expandirse en un proceso de congelación, con sus procesos de ondulación puede llegar a moldear el paisaje y perturbar el clima.

El agua es uno de los recursos más valiosos y necesarios para la sobrevivencia de los seres vivos “Los seres humanos estamos siempre dependientes de que esté disponible además de su uso en el consumo doméstico se considera también necesaria para el funcionamiento de las actividades ganaderas, agrícolas e industriales” (PNUMA, 2017).

2.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA

Por su calidad física puede favorecer la aceptación para los consumidores. El sabor, la turbidez, el color y olor son determinantes en las sensaciones y el comportamiento de la población. En muchos casos la población puede desestimar la calidad del agua (World health organization, 2001).

2.1.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA

El agua puede contener múltiples productos químicos; pero solo algunos son considerados como amenazantes con peligro inmediato para la salud humana. Existe un puñado de componentes químicos que podrían ocasionar afecciones a la salud humana como resultado de la exposición, exceptuando claros casos de contaminación a gran escala y/o accidental en los cuerpos de agua superficiales (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

2.1.4. METALES PESADOS

La definición de metales pesados resalta en que son agentes contaminantes peligrosos del ambiente debido a que estos son difíciles de biodegradar gracias a su capacidad de bioacumulación en seres vivos y materia orgánica. Son caracterizados principalmente por ser tóxicos presentes en el medio ambiente como el mercurio, cadmio y plomo (Orozco, 2007). Así mismo por su alto peso molecular; muchas veces estos agentes son útiles como por ejemplo el plomo que se utiliza en tuberías. Su contaminación tiene efectos en la salud pública con diferentes resultados a lo largo de los órganos del cuerpo humano, Uno de ellos es el plomo debido a su abundancia en el cuerpo genera afecciones a la salud ya que sus partículas van contaminando poco a poco, el cual está presente en la industria de la pintura y en las cañerías y que actualmente están siendo reemplazadas por el plástico (Erostegui, 2009)

Los metales pesados que fueron punto de evaluación en esta presente investigación presentan las siguientes características

2.1.4.1 MERCURIO (MG)

Es un metal blanco plateado brillante, en estado líquido a temperatura ambiente, que por lo general es utilizado en la fabricación de termómetros y en algunos interruptores eléctricos. A temperatura ambiente y sin encapsular el mercurio metálico se evapora parcialmente formando vapores de mercurio los cuales son imperceptibles en cuanto al color y olor. Cuanto más alta sea la temperatura, más vapores emanarán del mercurio metálico líquido. Algunas personas que han inhalado vapores de mercurio afirman que deja la percepción de un sabor metálico presente en sus bocas (Renang, 2005).

- **Riesgo del Mercurio**

Los compuestos de mercurio que comúnmente son fabricados para actividades industriales, vienen aplicándose en productos fungicidas sobre semillas, bulbos, raíces y generalmente sobre la misma planta. Existe reducción de oxígeno y ionización en algunos sistemas acuáticos, esto para dar mercurio metálico. La forma del mercurio con importancia trascendental viene a ser el mercurio como elemento y algunos compuestos alquimercuriales de cadena corta, estos son más tóxicos y nocivos que otros compuestos derivados, logran absorberse rápidamente y traspasan el tracto gastrointestinal, también la placenta y logran dañar irreversiblemente el sistema nervioso central, y no se logra desintoxicar rápidamente, si no que demora bastante tiempo y en muchos casos no llegan a desintoxicar al 100% (Dourojeanni, 2020)

2.1.4.2 PLOMO (PB)

Es un metal pesado el cual posee una densidad relativa de 11.4s es de color azulado, que se empañar ara lograr adquirir un color gris mate. Es elástico y flexible el cual llega a

fundirse con gran facilidad a 327.4°C y llega a hervir a 1725°C. El plomo puede llegar a formar muchos óxidos, sales y compuestos organometálicos.

Los compuestos del plomo en su mayoría son muy tóxicos y han producido envenenamiento en personas que han estado demasiado tiempo expuestas al mismo, sin embargo, en la actualidad se llegan a reportar muy pocos casos de envenenamiento por plomo ya que actualmente la utilización de este mismo en las industrias de pintura y refinado ya es escaso y actualmente ya se tiene diferentes alternativas que han empezado a sustituir el plomo en la utilización directa como tal (Lenntech, 2008).

- **Riesgo del plomo**

El plomo posee una amplia diversidad de efectos nocivos en el ser humano, según su nivel y permanencia de la exposición. Se lograron confirmar efectos negativos a la salud humana en el plano subcelular y efectos negativos en actividades comunes del organismo que pueden incluir desde el inicio de inhibición de enzimas hasta la producción de cambios morfológicos y posteriormente una mortalidad. Los cambios y alteraciones se pueden producir a dosis diferentes y son más sensibles para el ser humano en desarrollo (Machaca, 2013)

2.1.5. CALIDAD DE AGUA

Visto desde un punto de vista en materia de gestión en la calidad de agua se podría referir por uso para satisfacer necesidades vitales deseadas. Por tal motivo las características del agua para su consumo en la humanidad, las actividades recreativas y en ecosistemas acuáticos tienen que cumplir un nivel determinado de pureza, por otro lado existen otras actividades tales como las actividades industriales que sus niveles de calidad de agua son mínimos de acuerdo a la normativa.

La gestión de los recursos acuáticos tienen referencia a las “Características y condiciones físicas, químicas y biológicas del agua que se consideran por la necesidad de satisfacción deseadas”. Es importante precisar que el agua una vez dado uso esta tiene

que regresar a su ciclo hidrológico para que al ser tratada debidamente no afecte directa o indirectamente al medio ambiente (Cutimbo, 2012).

La acción de realizar un muestreo analítico de agua en los cuerpos acuáticos representa una gran responsabilidad de acuerdo a salubridad, ya que se podría considerar que el agua contiene microorganismos, metales pesados o agentes químicos que pueden ser de perjuicio para la salud animal y humana, esto debido a que se puede estar alterando las concentraciones máximas que están normadas y que a su vez provocan modificaciones del estado actual y su composición según la Concentración Máxima Admisible (CMA) (Rodríguez, 2013).

Las amplias características que tienen los seres vivos suelen ser muy predominantes para la utilización de estudios en ecosistemas marinos, acuáticos debido a la gran cantidad de variables que se podrían encontrar y que por lo general no en todos los casos van a ser resultados que se buscan dentro de la calidad de agua (Apaza, 2015)

2.1.6. CONTAMINACIÓN DE RÍOS

La contaminación del agua se ha incrementado a razón de los años 1990 en adelante en por así decirlo casi todos los ríos comprendidos dentro de América latina, Asia y África. Una de las principales causales es el aumento de vertimientos de aguas servidas sin tratamiento hacia las corrientes de agua de ríos y lagos, así mismo las prácticas insostenibles respecto al uso de los suelos ya que estos aumentan conducen la erosión lo cual conlleva un incremento de sedimentos presentes en el agua (UNESCO, 2016).

Podría concluirse que el río que conduce agua se define como la ilación de lo que acontece en una cuenca su vegetación, sus condiciones climáticas y la presencia de actividades humanas, así también, es resultante de su transporte a lo largo de la vegetación, suelos y zonas urbanas. Así mismo se transporta sales, microorganismos, partículas suspendidas y una multitud de reacciones químicas y biológicas que son producidas en los cauces fluviales (Elosegi & Sabater, 2009).

2.1.7. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

2.1.7.1 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

Evaluación potencial de hidrógeno (pH), en condiciones acuáticas se refiere a la medida de acidez o alcalinidad según sea el caso. Por tanto, los valores que se llegan a obtener como resultado de una medición de pH nos indican si es ácido o alcalino, dependiendo del valor que este resultado llegue a concluir que por lo general en cuerpos acuáticos lóticos y lénticos suelen estar en un valor de 4 y 9 lo que nos indica que en estos cuerpos acuáticos son relativamente básicos debido a la gran presencia de sales minerales. (Mejía Zamudio & Valenzuela García, 2009).

La presencia de un pH con un valor bajo en ecosistemas acuáticos conlleva a la presencia y proliferación de agentes contaminantes que se desplazan de manera más rápida para el consumo de los seres vivos acuáticos, lo que a su vez generaría condiciones no aptas e incluso tóxicas para el ecosistema acuático (Minaverri, 2014).

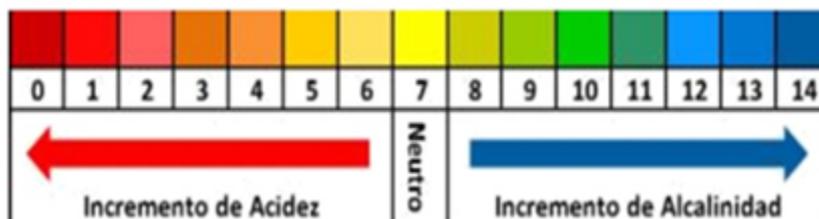


Figura 01: Escala y rango de pH

Fuente: Capacoila 2017

Valor del pH	Ejemplos
0	Ácido de batería
1	Ácido sulfúrico
2	Zumo de limón, Vinagre
3	Zumo de Naranja, bebida gaseosa
4	Lluvia ácida
5	Lluvia limpia
6	Leche
7	Agua destilada
8	Agua salada
9	Bicarbonato
10	Leche de magnesio
11	Amóniaco
12	Agua jabonosa
13	Blanqueador
14	Líquido limpiador de desagües

Figura 02: Rango de pH

Fuente: (capacoila, 2017.)

2.1.7.2 TURBIEDAD

La turbiedad se encarga de la medición de cantidad y magnitud de luz presente en el agua, y se viene utilizando como una medida de calidad de agua para materia orgánica coloidal y residual. Lo que nos indica que no hay similitud entre turbiedad y concentración de sólidos disueltos. La turbiedad toma valores dependientemente de la cantidad de luz presente, el método que se utilizara para realizar la medición respectiva, indicadores que influyen como materia suspendida, estos indicadores son acogidos para la obtención resultados objetivos para la comparación de turbiedad, permitiendo un análisis controlado. Uno de los métodos más utilizados en Colombia es el nefelométrico – 2130 que suele concluir en valores más precisos, pero dependiendo de que se utilice drásticamente (Trujillo, 2008).

2.1.7.3 CONDUCTIVIDAD

La conductividad eléctrica es la capacidad que un cuerpo de agua tiene para ser un transmisor de electricidad, por lo general cuando un cuerpo de agua se considera pura no es un buen transmisor de electricidad, por ello para cumplir con esta característica por lo general deben de contener impurezas, sales y minerales. Para la realización de un análisis de conductividad eléctrica debe de utilizarse un equipo de medición llamado conductímetro, el cual nos permite obtener información real de la resistencia y capacidad de corriente que un cuerpo de agua puede tener (Ormaza, 2011).

Para la transmisión energética eléctrica un cuerpo de agua tiene que cumplir con características específicas tales como la presencia de sales disueltos, la unidad de medida de la conductividad es en Siemens/metro (S.m-1). (García, 2009).

2.1.7.4 TEMPERATURA

La temperatura se ve afectada cuando se liberan efluentes de gran temperatura hacia el agua que fluye naturalmente, esto debido a las precipitaciones pluviales lo cual causa este comportamiento. El incremento de la temperatura del agua puede indicar proliferación de agentes microorganismos, y estos a su vez pueden causar daños a la salud de los que lo consumen. (Arnold, 2008).

2.1.8 EFECTOS SOBRE LA SALUD CAUSADOS POR AGENTES PATÓGENOS PRESENTES EN EL AGUA

Los riesgos de la adquisición de enfermedades ocasionadas por agentes patógenos o infecciosos presentes en el agua es mucho mayor de acuerdo a la presencia de estos mismos agentes. El consumo de agua es solo uno de las formas de transmisión de enfermedades, así mismo se tiene que aclarar de que las presencias de metales pesados indican una clara contaminación del agua lo que posteriormente va a desencadenar enfermedades anémicas en las personas, pero principalmente en los niños menores a 5 años (Rojas, 2022).

Tabla 01: Efectos de metales pesados por su toxicidad

METALES PESADOS	POSIBLES EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA
ARSÉNICO	Lesiones en la piel; trastornos circulatorios; alto riesgo de cáncer
COBALTO	La exposición a altos niveles de radiación puede producir alteraciones en material genético en el interior de las células, lo que puede conducir al desarrollo de ciertos tipos de cáncer
CROMO	Dermatitis alérgica
COBRE	Exposición a corto plazo causa molestias gastrointestinales; Exposición a largo plazo causa lesiones hepáticas o renales.
MERCURIO	Lesiones renales
PLOMO	Bebés y niños: Retardo en desarrollo físico y mental; los niños podrían sufrir leve déficit de atención y de capacidad de aprendizaje. Adultos: Trastornos renales; hipertensión.

ZINC Pérdida de apetito, disminución de la sensibilidad, el sabor, el olor, irritación en la piel, pequeñas llagas y erupciones cutáneas.

Fuente: (ATSDR,2000)

2.1.9. NORMATIVA

2.1.9.1 RESOLUCIÓN JEFATURAL N°202-2010-ANA

ANA (2010) (Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, 2010), logra emitir la Resolución Jefatural N°202-10-ANA, en fecha 22 de marzo del 2010, en el cual aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino costeros, presentado la lista de clasificación en el anexo N°1 de la mencionada resolución. De acuerdo a esa resolución, ubicamos al río Lampa en la categoría A3, la clase a la que pertenecen es la clase 3; este río pertenece a la cuenca de la provincia de Lampa, como se muestra en la tabla 02:

Tabla 02: Clasificación de cuerpos de aguas superficiales

ID CUERPO DE AGUA	CUERPO DE AGUA	CATEGORÍA	CLASE	CÓDIGO DE CUENCA	CUENCA A LA QUE PERTENECE EL RECURSO
1762	RÍO LAMPA	CATEGORÍA 3	CLASE 3	1762	LAMPA

Fuente: Anexo 01 de la Resolución Jefatural N°202-2010-ANA

2.1.9.2 PROTOCOLO NACIONAL PARA MONITOREO DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

Este protocolo fue aprobado mediante Resolución Jefatural N°010-2016-ANA, con fecha 11 de enero del 2016 por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), La finalidad de esta resolución es de lograr imponer un estándar en los criterios y procedimientos técnicos para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos marino costeros y continentales. En el capítulo 6 del protocolo se logra describir una metodología a utilizar para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales; en el cual se consideran aspectos principales como logística mínima requerida, planificación, ejecución y aseguramiento de la calidad del muestreo.(Autoridad Nacional del Agua, 2019).

2.1.9.3 ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

Decreto supremo N°004-2017-MINAM, aprueban estándares nacionales de calidad ambiental para agua, con el propósito de compilar las disposiciones aprobadas mediante el decreto supremo N°002-2008-MINAM, que aprueban estándares de calidad ambiental para agua, quedando sujetos a lo determinado en el actual decreto supremo y el anexo que forma parte integrante del mismo. Esta normativa autoriza la modificación y la eliminación de algunos parámetros, categorías y subcategorías de los ECA para agua, y a su vez mantienen otros que fueron aprobados por los anteriores decretos supremos (MINAM, 2017).

El mencionado decreto establece valores que indican el nivel de concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos que están presentes en el aire, suelo y agua respectivamente; en el cual los valores no representan riesgo inmediato y significativo para la salud humana y el entorno medio ambiental. De la misma manera propone lineamientos para el proceso de evaluación de estos parámetros y se aplica el principio de gradualidad durante el curso de la evaluación.(MINAM, 2017).

En el artículo 2 numeral 22 de la Constitución Política del Perú se establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

De acuerdo a lo establecido en el D.S. N°004-2017-MINAM, pertenece a la categoría 3, destinadas al riego de vegetales y bebida de animales y la clasificación según su uso es 3. Como se muestra en la tabla N°03

Tabla 03: Estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	D1: RIEGO DE VEGETALES		D2: BEBIDA DE ANIMALES
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICO – QUÍMICOS				
Aceite y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro	mg/L	0,1		0,1
Cloruro	mg/L	500		**
Color	Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	μS/cm	2500		5000
DBO	mg/L	15		15

DQO	mg/L		40	40
Detergentes	mg/L		0,2	0,5
Fenoles	mg/L		0,002	0,01
Fluoruros	mg/L		1	**
Nitratos (NO2-N)+	mg/L		100	100
Nitritos (NO2-N)	mg/L		10	10
Oxígeno Disuelto	mg/L		≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno	de Unidad de pH		6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L		1000	100
Temperatura	°C		Δ 3	Δ 3
<hr/>				
INORGÁNICOS				
<hr/>				
Aluminio	mg/L		5	5
Arsénico	mg/L		0,1	0,2
Bario	mg/L		0,7	**
Berilio	mg/L		0,1	0,1
Boro	mg/L		1	5
Cadmio	mg/L		0,01	0,05

Cobre	mg/L	0,2	0,5
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cromo Total	mg/L	0,1	1
Hierro	mg/L	5	**
Litio	mg/L	2,5	2,5
Magnesio	mg/L	**	250
Manganeso	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,01
Níquel	mg/L	0,2	1
Plomo	mg/L	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,02	0,05
Zinc	mg/L	2	24
<hr/>			
ORGÁNICO			
<hr/>			
Bifenilos Policlorados (PBC)			
Bifenilos Policlorados (PBC)	µg/L	0,04	0,045
PLAGUICIDAS			
Paration	µg/L	35	35

Organoclorados

Aldrin	µg/L	0,004	0,7
Clordano	µg/L	0,006	7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001	30
Dieldrin	µg/L	0,5	0,5
Endosulfan	µg/L	0,01	0,01
Endrin	µg/L	0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	0,03
Lindano	µg/L	4	4
Carbamato			
Aldicarb	µg/L	1	11

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	2000	1000
Escherichia Coli	NMP/100ml	1000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

Fuente: MINAM (2017)

a): Para aguas claras. Sin Cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)

b): Después de una simple filtración.

c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, solo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius con respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Fuente: MINAM (2017).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Monitoreo de factores físico – químicos del agua: Denominada a la cuantificación y determinación de los parámetros físico – químicos en las muestras de agua las cuales suponen una metodología eficaz para la evaluación de calidad de agua y establecer planes, proyectos y alternativas para su gestión, sin embargo, se debe tener en cuenta que para poder lograr un enfoque integrado de los ecosistemas acuáticos va a ser necesario que las herramientas de determinación de estos parámetros sean integradas con análisis biológicos, por ejemplo.(Autoridad Nacional del Agua, 2019).

Los Manantiales: Son fuentes de agua naturales los cuales se encuentran dentro de la tierra y se conforman por rocas y suelos denominadas comúnmente como aguas subterráneas estructuradas geológicamente (fracturas, pliegues, diaclasas, fallas) donde el acuífero se conecta con la superficie.(INGEMMET, 2018).

Concentración: Castro (2011), indica: “La concentración es la cantidad de soluto que puede presentar una determinada solución”

Contaminante: El MINAM (2017), afirma: “Que cualquier materia o energía, al fusionarse con un determinado medio ambiente, llega a alterar su calidad en niveles que no son adecuados para la salud humana; de igual forma llega a poner en riesgo y peligro los ecosistemas presentes en la zona”.

Contaminación: El MINAM (2017), interpreta: “Que la contaminación se puede definir como toda acción e introducción de agentes ajenos contaminantes al ambiente y que estos se encuentran por encima de las concentraciones máximas permitidas, considerando el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes presentes en el ambiente”.

Efluente: El MINAM (2017), indica “Que el Efluente es una descarga directa de agua residual o servida que se descarga al ambiente, cuyas concentraciones de agentes contaminantes son medidas a través de los LMP (Límites Máximos Permisibles)”.

Explotación Minera: El MEM (2016), afirma: “Que la explotación minera es considerada como la actividad extractiva de los minerales que contiene un determinado yacimiento”.

Lixiviación: El MEM (2016), señala; “es considerada como lixiviación a la operación de hacer pasar un solvente a través de una capa de materias pulverizadas para la extracción de constituyentes solubles en la misma indicada”.

Minería ilegal: La minería ilegal es considerada como la acción realizada en sitios prohibidos, como riberas de los ríos, lagunas, cabeceras de cuencas y en zonas naturales protegidas. De igual forma consideramos también minería ilegal a las actividades donde se utiliza maquinaria pesada. Así mismo el D.L. N°1105, confirma que la minería ilegal es aquella actividad que no cumple con exigencias mínimas administrativas, sociales, ambientales y técnicas que como niño exige la ley (MINAM, 2017).

Minería Informal: La minería informal está constituida por mineros que no cumplen las exigencias legales y que se encuentran en proceso de iniciación y en aras de formalizarse, cumpliendo con ciertas etapas que el estado establece para su formalización. Este proceso de formalización tiene como fecha de cierre en abril del 2014. Así mismo, las mineras informales no suelen operar en zonas prohibidas ni tienen en su utilización maquinaria que no contempla en su categoría (MINAM, 2013).

Minería a Cielo Abierto: El MEM (2016), señala: “Es considerada como tal a la extracción que es realizada sobre la superficie terrestre, teniendo como medio principal la maquinaria para removimiento de tierra”.

Parámetro: El MINAM (2017), indica: “Es cualquier elemento, sustancia o propiedad, química, biológica o física de un efluente líquido que logra definir la calidad del agua en determinación”.

Toxicidad: El MINAM (2013), señala: “La toxicidad es un término que se emplea para referenciar la capacidad dañina que puede ocasionar a un organismo vivo, así como también cualquier efecto negativo de un químico a un organismo vivo”.

Turbidez: Se denomina turbidez al nivel de claridad o turbidez que pueda estar el agua. Las aguas transparentes tienen un nivel de turbidez bajo mientras que el agua turbia tiene un nivel alto de turbidez. Los niveles altos de turbidez pueden ser causados por partículas suspendidas en el agua, tales como tierra, sedimentos, aguas residuales y plancton (Álvarez & Amancio, 2014).

Autoridad Nacional del Agua (ANA): La Ley 29338, Ley de recursos Hídricos, Reconoce como el ente rector técnico – normativo del sistema nacional de gestión de los recursos del agua es la Autoridad Nacional del Agua, de igual manera es responsable del cumplimiento y funcionamiento de la misma Ley.

Estándar de Calidad Ambiental – ECA: La Ley 28611 Ley General del Ambiente indica: “Que es la medida o grado de agentes, elementos o sustancias, parámetros químicos, biológicos o físicos que se encuentran presentes en el aire, agua o suelo, en un cuerpo receptor que no presenta riesgo para la salud humana ni riesgo para el medio ambiente”.

Límite Máximo Permisible – LMP: La Ley 28611 Ley General del Ambiente indica: “Es una medida o un grado de agentes, elementos, sustancias o parámetros químicos, biológicos o físicos que caracterizan a un efluente o una determinada emisión, que al ser sobrepasada puede causar daño o peligro para la salud humana o riesgo para el medio ambiente”.

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

Las aguas superficiales de la Unidad Hidrográfica del Río Lampa presentan niveles de concentración de Mercurio y Plomo por encima de los permitidos, incumpliendo con los Estándares de Calidad Ambiental para agua en la Categoría 3.

2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Ho1: Los cuerpos de agua superficiales de la Unidad Hidrográfica del Río Lampa presentan los parámetros físico – químicos por encima de lo establecido en el D.S. 004-2017-MINAM (ECA).

Ha1: Los cuerpos de agua superficiales de la Unidad Hidrográfica del Río Lampa presentan los parámetros físico – químicos por debajo de lo establecido en el D.S. 004-2017-MINAM (ECA).

- Ho2: Los cuerpos de agua superficiales de la Unidad Hidrográfica del Río Lampa presentan niveles de concentración de Mercurio por encima de lo establecido en el ECA - agua Categoría 3..

Ha2: Los cuerpos de agua superficiales de la Unidad Hidrográfica del Río Lampa presentan niveles de concentración de Mercurio por debajo de lo establecido en el ECA – agua Categoría 3

- Ho3: Los cuerpos de agua superficiales de la Unidad Hidrográfica del Río Lampa presentan niveles de concentración de Plomo por encima de lo establecido en el ECA – agua Categoría 3

Ha3: Los cuerpos de agua superficiales de la Unidad Hidrográfica del Río Lampa presentan niveles de concentración de Plomo por debajo de lo establecido en el ECA – agua Categoría 3

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra en la ciudad de Lampa, distrito de Lampa. Altitud: 3930.01 msnm latitud este 0352815, norte 8300612 Ubicación hidrográfica: cuenca endorreica del Río Coata, el cual tiene conexión con aguas de los distritos de Vila Vila y Palca los cuales a su vez se conectan al río Lampa.

De esta manera se plantea estudiar la mencionada zona teniendo como punto de referencia los límites colindantes del distrito de Lampa por donde sigue su curso el río Lampa, el cual es utilizado para satisfacer diferentes necesidades humanas, agrícolas y ganaderas.

Río Lampa: el Curso de agua de mediana profundidad desde los 0.30 m. en las orillas hasta los 0.70m. En el centro del río, el ancho está entre los 15 a 19 metros en ciertos puntos de trayecto. La longitud del río es de 21 kilómetros aguas arriba desde el primer punto de muestreo que al mismo tiempo es el punto colindante del Distrito de Lampa hasta el quinto punto el cual es el punto colindante y final del distrito de Lampa. (OEFA, 2017).

3.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El río Lampa se ubica íntegramente dentro del distrito de Lampa, departamento de Puno, los distritos vecinos son: Pucará por el norte, Nicasio por el Noreste, Calapuja por el Este, Cabanilla por el Sur, Paratia por el Suroeste y Palca por el Oeste.



Figura 03: Ubicación Política del Distrito de Lampa

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

3.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

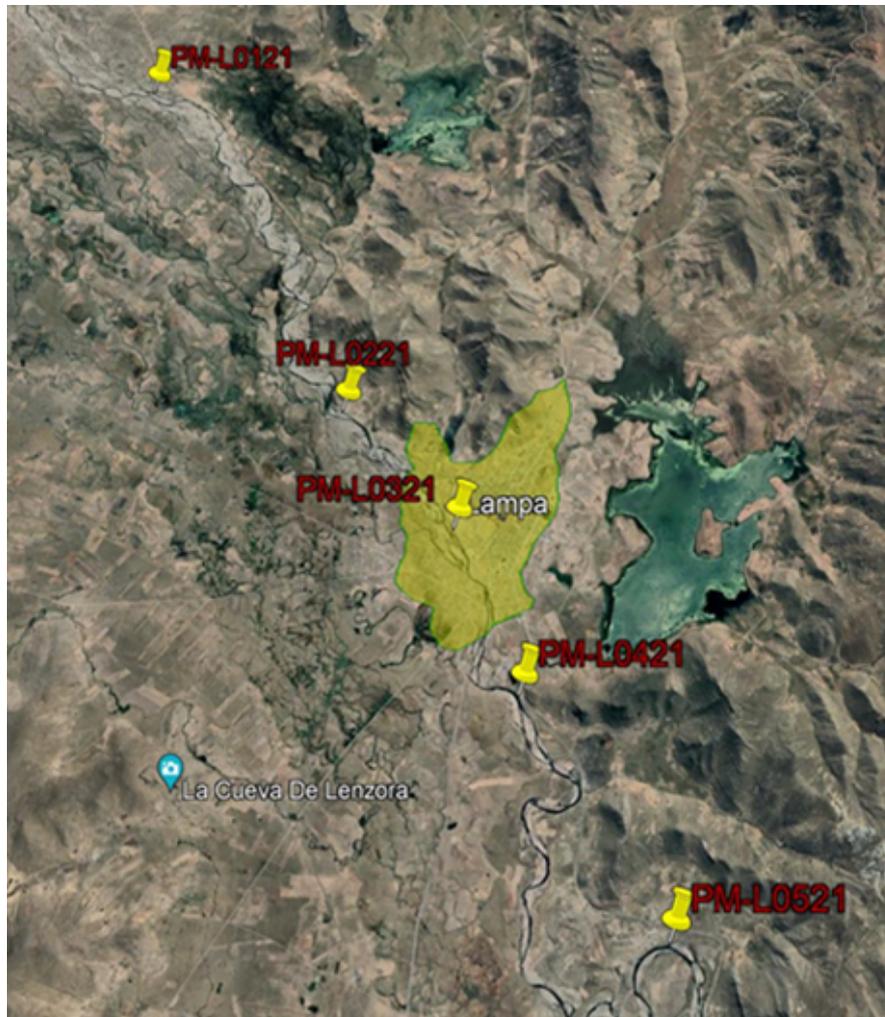


Figura 04: Ubicación geográfica de los Puntos de Muestras

Fuente: Google Earth Pro

3.2 POBLACIÓN

En el distrito de Lampa existen aguas superficiales en diferentes localidades cercanas a la ciudad de Lampa de las cuales el cuerpo de agua principal es el Río Lampa el cual prácticamente cruza la ciudad dividiéndola en dos márgenes, margen izquierdo y Margen Derecho que en conjunto ambos márgenes tienen un perímetro de 9,126 m y un área de 2,829,978 m².

3.2.1 TAMAÑO DE MUESTRA

El tamaño de muestra de la presente investigación es de 1000 ml de muestra del cuerpo de agua superficial del Río Lampa.

La muestra para este presente trabajo de investigación fueron: 5 puntos de muestreo, el punto de muestreo en el inicio del distrito de lampa el cual se denominará PM-L0121, el punto de muestreo en el inicio de la ciudad de Lampa el cual se denominará PM-L0221, el punto de muestreo en el medio de la ciudad de Lampa el cual se denominará PM-L0321, el punto de muestreo en el final de la ciudad de Lampa el cual se denominará PM-L0421 y el punto de muestreo en el término del Distrito de Lampa el cual se denominará PM-L0521. Se muestra en la tabla 04.

Tabla 04: Datos generales de muestreo

DATOS GENERALES DE MUESTREO			
PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	VOLUMEN DE MUESTRA TOMADA	FECHA DE MUESTREO
PM-L0121	ESTE: 0348323 NORTE: 8305059 ALTURA: 3885 msnm.	1,000 ml	12/12/2021
PM-L0221	ESTE: 0351434 NORTE: 8301662 ALTURA: 3866 msnm.	1,000 ml	12/12/2021
PM-L0321	ESTE: 0352836 NORTE: 8300639	1,000 ml	12/12/2021

ALTURA: 3865 msnm.

PM-L0421 ESTE: 0353813 1,000 ml 12/12/2021

NORTE: 8299155

ALTURA: 3863 msnm.

PM-L0521 ESTE: 0355576 1,000 ml 12/12/2021

NORTE: 8997279

ALTURA: 3854 msnm.

3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS

Para el presente trabajo de investigación se llegaron a utilizar herramientas y procedimientos contemplados y basados dentro de la RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales". El cual establece lineamientos recomendados para realizar el adecuado monitoreo de los recursos hídricos superficiales entre los que se prioriza la establecimiento de los puntos de muestreo, codificación del punto de muestreo, parámetros recomendados, preparación de materiales, equipos e indumentaria, rotulado y etiquetado, procedimiento para la toma de muestras y preservación, llenado de cadena de custodia y transporte de las muestras. Los cuales fueron estrictamente y cuidadosamente ejecutados para de esta manera conseguir un resultado más preciso.

- Para la evaluación de la calidad de agua en los cuerpos de agua superficiales del río Lampa se tomaron valores obtenidos a través de un monitoreo en un equipo multiparámetro , de esta manera logramos obtener parámetros físico químicos tales como Temperatura, Conductividad eléctrica y pH.
- Para determinar el nivel de mercurio de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del río Lampa se procedió a tomar una muestra de agua del punto de

monitoreo y su posterior análisis en un laboratorio acreditado por INACAL para poder tomar como válido su resultado.

- Para determinar el nivel de plomo de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del río Lampa se procedió a tomar una muestra de agua del punto de monitoreo y su posterior análisis en un laboratorio acreditado por INACAL para poder tomar como válido su resultado.

3.3.1 FASE DE CAMPO

PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Para empezar con la toma de muestras en el cuerpo de agua superficial del Rio Lampa, en primer lugar, se tuvo que implementar con los siguientes equipos necesarios:

- Equipo de Posicionamiento GPS
- Botellas de Plástico Estéril de 1 L.
- Equipo Multiparámetro HANNA
- Agua destilada
- Recipiente de Plástico Estéril para recojo de muestra
- Formatos de Registro
- Cooler Refrigerante de 20 L.
- Lápiz, Lapicero, Plumón indeleble
- Casco
- Formatos de Rotulado

Luego de tener listos los materiales e instrumentos necesarios se procedió a ubicar el primer punto de muestreo utilizando el equipo de Posicionamiento GPS ubicando coordenadas UTM (figura 05) del cuerpo de agua superficial del que se va a tomar la muestra para el análisis de parámetros físico -* químicos (figura 06), así mismo se procede a tomarla muestra para el análisis de metales pesados (figura 07), de esta

manera se llevó a cabo en todos los puntos de monitoreo; el primer punto de muestreo de agua con el código PM-L0121 se tomó el día domingo 12 de diciembre del 2021 a las 14:51 hrs. El cuál es la frontera del Distrito de Lampa y por tanto se considera como inicio del Distrito de Lampa. Inmediatamente nos dirigimos al segundo punto de muestreo de agua superficial que es el punto donde inicia la Ciudad de Lampa propiamente dicha con el código PM-L0221 el cual se tomó la muestra el día domingo 12 de diciembre del 2021 a las 15:40 hrs. Posteriormente nos dirigimos al Punto de muestreo con código PM-L0321 el cual está ubicado en medio de la ciudad de Lampa y se tomó la muestra a las 16:04 hrs del día 12 de diciembre del 2021. Después de ello nos trasladamos al Punto de Muestreo con código PM-L0421 el cual se ubica en el final de la ciudad de Lampa a las 16:31 hrs. del día 12 de diciembre del 2021. Finalmente nos dirigimos al Punto de Muestreo con código PM-L0521 que está ubicado en la frontera del distrito de Lampa y el cual se considera como final del mencionado distrito a las 16:57 hrs.



Figura 05: Geolocalización de coordenadas en GPS



Figura 06: Monitoreo de Parámetros Físico - Químicos



Figura 07: Toma de muestra para análisis de laboratorio

Se procedió al rotulado de las muestras indicando coordenadas, fecha de recojo de las muestras, hora del muestreo y código del punto de monitoreo (figura 08).

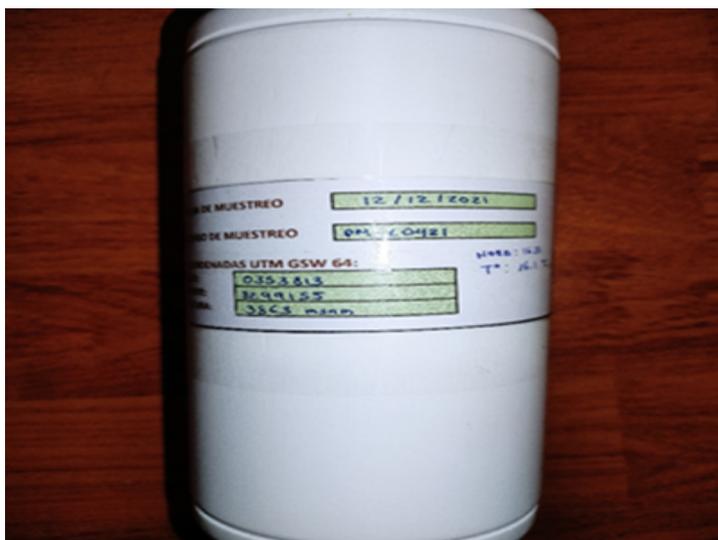


Figura 08: Rotulado de información de las muestras obtenidas

Posteriormente se procedió a enviar las muestras hacia el laboratorio acreditado por INACAL ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. Ubicada en la Ciudad de Lima. Mediante la empresa de envió/recepción de encomiendas OLVA COURIER SAC. Los medios probatorios se ubican en la figura 21.

3.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 05: Operalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN O ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE			
CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RÍO LAMPA	Parámetros Físico y Químicos y metales pesados	T°	°C
		Ph	Ph
		Conductividad	µS/cm
		Mercurio	mg/L
		Plomo	mg/L

DEPENDIENTE

CALIDAD DEL AGUA - ECA	Estándar de Calidad Ambiental	Valores estándares clasificación aguas	de de de	Categoría 3 D1: Riego de Vegetales D2: Consumo de animales
-------------------------------	-------------------------------	--	----------------	--

3.5 MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para realizar la evaluación de metales pesados (mercurio y plomo) en las aguas superficiales del río Lampa, se utilizó un análisis estadístico descriptivo analítico, con los datos obtenidos de los cinco puntos de muestreo. El cual consistió en explicar las medidas referenciales comparativas, como son: el promedio aritmético y los valores mínimos permisibles establecidos en el D.S.004-2017 MINAM (ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA).

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para la determinación de los valores de metales pesados del agua del cuerpo de agua superficial del río Lampa, se tomaron cinco muestras en diferentes puntos a lo largo del río Lampa, el primer punto de monitoreo fue ubicado en la frontera del distrito de Lampa el cual se considera como el inicio del río en el distrito de Lampa (PM-L0121), el segundo punto de monitoreo se ubica en la entrada de la misma ciudad de Lampa (PM-L0221), el tercer punto de monitoreo se ubicó en el centro mismo de la ciudad de Lampa (PM-L0321), el cuarto punto de monitoreo se consideró en la parte donde culmina la ciudad de Lampa (PM-L0421), el quinto y último punto de monitoreo se ubicó en la frontera colindante del distrito de Lampa, el cual se considera como final del río en el distrito de Lampa (PM-L0521); por motivos geográficos y territoriales no se consideraron más puntos de muestreo debido a que este es el único río que cruza por el distrito de Lampa y la continuación del río ya pertenece a otro distrito y otra jurisdicción.

4.1 EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS DEL RÍO LAMPA

4.1.1 CONDUCTIVIDAD

Tabla 06: Resultado de la medición de Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

MUESTRA	ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL		RESULTADO DE MUESTREO
	D1	D2	
PM - L0121	2500	500	700
PM - L0221			600
PM - L0321			500
PM - L0421			500
PM - L0521			400
PROMEDIO (X)			540

Donde: D1: Riego de Vegetales D2: Consumo de animales

Se obtuvieron como resultados de conductividad, un valor máximo de $700 \mu\text{S}/\text{cm}$ en el río Lampa PM-L0121 (aguas arriba). Este resultado no sobrepasa los valores contemplados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). El Valor mínimo fue de $400 \mu\text{S}/\text{cm}$ en el Río Lampa PM-L0521 (Aguas Abajo). El promedio de conductividad en el trayecto del Río Lampa fue de $540 \mu\text{S}/\text{cm}$, este resultado se encuentra dentro de los valores permisibles de los Estándares de Calidad Ambiental para agua correspondientes como se muestran en la tabla 06. Los valores resultantes del análisis indican que los valores obtenidos no sobrepasan los límites máximos permitidos en el D.S.004-2017 MINAM

Estándar de Calidad Ambiental para agua. Comparando este resultado con el de Cornejo (2019), quien obtuvo un valor de 1165.36 $\mu\text{S/cm}$ el cual excede por mucho los valores establecidos en la normativa establecida en la categoría 3, D2; Bebida de animales

Teves (2016), obtuvo valores 1300 $\mu\text{S/cm}$, sobrepasando por mucho los valores establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental, atribuyéndose a la mala gestión de los recursos hídricos en satisfacción de las necesidades humanas en la categoría 3, D2; Bebida de animales

4.1.2 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

Tabla 07: Resultados obtenidos de la medición de pH

MUESTRA	ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL		RESULTADO DE MUESTREO
	D1	D2	
PM - L0121	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4	6.9
PM - L0221			7.0
PM - L0321			7.0
PM - L0421			7.1
PM - L0521			7.2
PROMEDIO (X)			7.04

Donde: D1: Riego de Vegetales

D2: Consumo de animales

Los valores obtenidos para pH fueron, valor máximo de 7.2 en el río Lampa PM-L0521 (Aguas Abajo). El valor mínimo fue de 6.9 en el río Lampa PM-L0121 (aguas arriba). El valor promedio de pH en las aguas superficiales del río Lampa fue de 7.04 como se aprecia en la Tabla 07. En ninguno de los puntos de muestreo se evidenciaron valores por encima o por debajo de lo establecido en los ECA.

APHA (1992), señala que: "La acidez es la agregación de diversos componentes que desencadenan una disminución de pH tales como dióxido de carbono, ácidos poco disociados, ácidos minerales, ácidos fuertes y sales débiles".

Estos valores obtenidos guardan relación con lo afirmado por Pari (2017) , quien obtuvo valores máximos de 8.14 y mínimos de 7.43 en las aguas del río llave, que tienden a ser un poco alcalinas debido a las condiciones geológicas de la zona.

4.1.3 TEMPERATURA

Tabla 08: Resultados obtenidos de la medición de Temperatura (°C)

MUESTRA	ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL		RESULTADO DE MUESTREO
	D1	D2	
PM - L0121	Δ3	Δ3	15.7
PM - L0221			16.2
PM - L0321			16.4
PM - L0421			16.1
PM - L0521			16.0

PROMEDIO (X)
16.08**Donde: D1:** Riego de Vegetales**D2:** Consumo de animales

Se obtuvieron valores máximos de 16.4 °C en el río Lampa PM-L0321, y un valor mínimo de 15.7 °C en el río Lampa PM-L0121 (aguas arriba). El promedio de temperatura del río Lampa fue de 16.08 °C como se muestra en la tabla 08 respectivamente.

Asimismo según el reporte de, Senamhi (2021), los valores de temperatura promedio en el río Lampa para el año 2021 fue un máximo de 17.41 °C y una mínima de 0.81°C; por lo cual el valor promedio de 16.08°C está dentro de la variación de temperatura anual que indica la normativa vigente. En medio de las mediciones de temperatura se presentó una variación ligera debido a las condiciones geológicas de la zona y a la insolación solar lo cual implica la mayor disolución de metales presentes en el agua del río Lampa.

Estos valores obtenidos guardan relación con lo sostenido por, Ocasio (2008), “La temperatura del río Piedra, fluctúa en un valor mínimo de 24.3°C y un máximo de 25.4 °C que se debe a que no se evidenció una diferencia significativa entre los periodos de estiaje y avenida. Sin embargo, Yana (2014), afirma: “Que logró obtener promedios de 13.33°C y de 11.66°C en el río Torococha, que se debe a la altitud de la zona ya que la zona altiplánica se caracteriza principalmente por tener superficie plana, llanuras bajas y alto índice de vientos continuos.

4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE MERCURIO Y PLOMO EN LOS CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES DEL RÍO LAMPA

Los valores de metales pesados de las cinco muestras se muestran agrupados, dando conformidad a los resultados de análisis de agua (Tabla 09 y tabla 10, respectivamente), los cuales fueron realizados en el laboratorio acreditado por INACAL mediante el Expediente N°0065-2021-DA y acreditado mediante la Norma NTP-ISO/IEC 17025:2017

con código de Registro N°LE-096; valores resultantes expedidos bajo el Informe de Ensayo N°:IE-21-17340 de fecha 29 de diciembre del 2021, dicho informe se encuentra adjunto en la sección de Anexos (anexo N°03)

4.2.1 MERCURIO

Tabla 09:Resultados obtenidos de la concentración de Mercurio (mg/l)

MUESTRA	ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL		RESULTADO DE MUESTREO
	D1	D2	
PM - L0121	0.001	0.01	0.0002
PM - L0221			0.0002
PM - L0321			0.0002
PM - L0421			0.0002
PM - L0521			0.0002
PROMEDIO (X)			0.0002

Fuente: Resultados de Laboratorio ALAB. E.I.R.L

Donde: D1: Riego de Vegetales

D2: Consumo de animales

Los resultados obtenidos a partir del muestreo de mercurio fueron de 0.0002 mg/l, siendo el único valor obtenido en los cinco puntos de monitoreo. Durante la evaluación de mercurio en las muestras realizadas no se evidenciaron variaciones notables en los puntos de monitoreo considerados como zona de estudio. El promedio de concentración

de mercurio del río Lampa fue de 0.0002 mg/l como se muestra en la tabla 09 respectivamente.

Estos resultados guardan relación con lo indicado por Llavilla (2018), encontrando un valor de 0.00009 mg/L en los dos puntos de monitoreo establecidos en su investigación, indicando que este valor se encuentra dentro de lo establecido en la normativa vigente; por lo que concluye que el valor de mercurio en el río Chacapalca es mínimo para los usos ordinario que se puedan aplicar.

Así mismo este resultado guarda relación con lo indicado por Mamani (2013) quien encontró un valor de 0,030 mg/L en el punto de monitoreo establecido en su investigación indicando que este valor se encuentra por encima de lo indicado en la normativa vigente, concluyendo en que existe una contaminación de los cuerpos de agua de la zona de ananea debido a las diferentes actividades extractivas de la zona.

4.2.2 PLOMO

Tabla 10: Resultados obtenidos de la concentración de Plomo (mg/l)

MUESTRA	ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL		RESULTADO DE MUESTREO
	D1	D2	
PM - L0121	0.05	0.05	0.0030
PM - L0221			0.0030
PM - L0321			0.0030
PM - L0421			0.0030

PM - L0521	0.0030
PROMEDIO (X)	0.0030

Fuente: Resultados de Laboratorio ALAB. E.I.R.L

Donde: D1: Riego de Vegetales

D2: Consumo de animales

Los resultados obtenidos del muestreo para concentración de plomo fueron, un valor estándar en los cinco puntos de monitoreo de 0.0030 mg/l. El promedio de los valores de plomo en el río Lampa fue de 0.0030 mg/l como se evidencia en la tabla 10 respectivamente. Este resultado guarda relación con lo indicado por Llavilla (2018), encontrando un valor de 0.002 mg/L en los dos puntos de monitoreo establecidos en su investigación, indicando que este valor se encuentra dentro de lo establecido en la normativa vigente; por lo que concluye que el valor de mercurio en el río Pataqueña es mínimo para los usos ordinario que se puedan aplicar. Así mismo Mamani (2013), obtuvo un valor de 0,18 mg/L de plomo excediendo este el estándar de calidad ambiental concluyendo en que existe una contaminación de los cuerpos de agua.

4.3 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO Y PLOMO EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RÍO LAMPA Y SU RELACIÓN CON EL CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL – AGUA DE LA CATEGORÍA 3.

4.3.1 MERCURIO

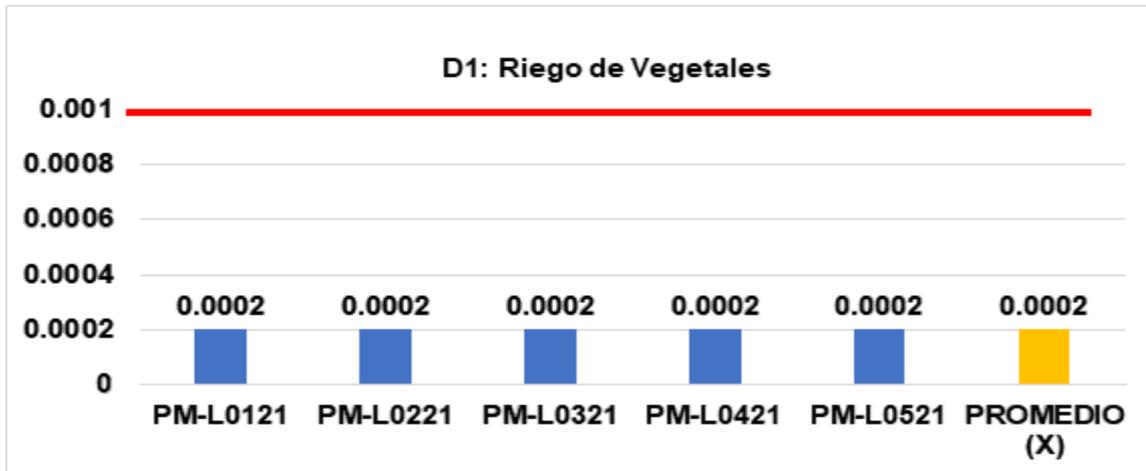


Figura 09: Comportamiento de mercurio en aguas superficiales del río Lampa (D1)

La figura 09: muestra el nivel de concentración de mercurio obtenido luego del análisis de laboratorio correspondiente en la fecha indicada en que se tomó la muestra en las aguas superficiales del río Lampa, demostrando que en los cuerpos de agua superficiales del río Lampa no se evidenciaron concentraciones por encima de los valores permitidos que establece el ECA para agua en la categoría 3. Agua para riego de vegetales el cual indica como valor máximo de 0.001 mg/l.

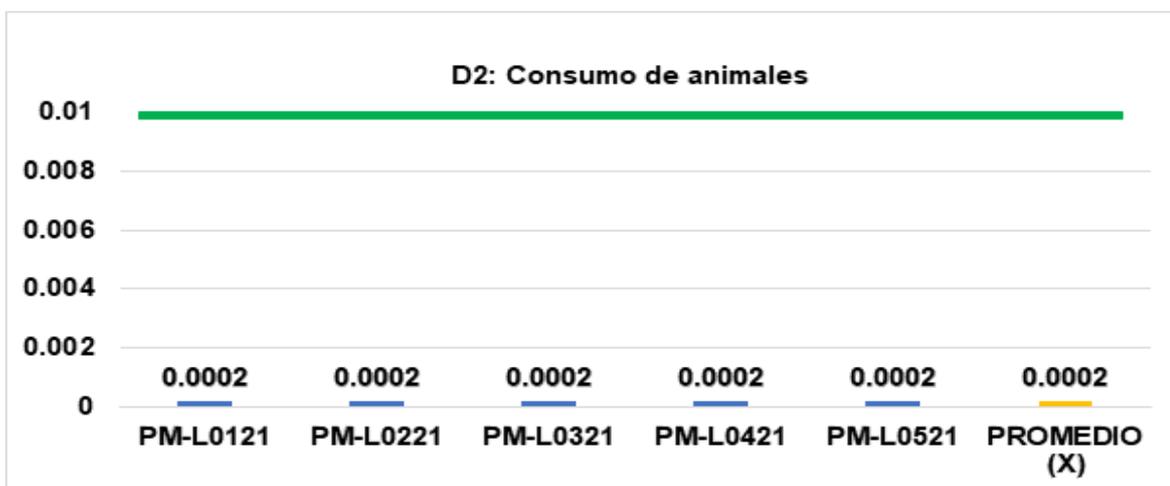


Figura 10: Comportamiento de mercurio en aguas superficiales del Río Lampa (D2)

La figura 10: muestra el nivel de concentración de mercurio obtenido luego del análisis de laboratorio correspondiente en la fecha indicada en que se tomó la muestra en las aguas superficiales del río Lampa, demostrando que en los cuerpos de agua superficiales del río Lampa no se evidencian concentraciones por encima de los valores permitidos que establece el ECA para agua en la categoría 3. Agua para consumo de animales el cual indica como valor máximo de 0.01 mg/l.

4.3.2 PLOMO

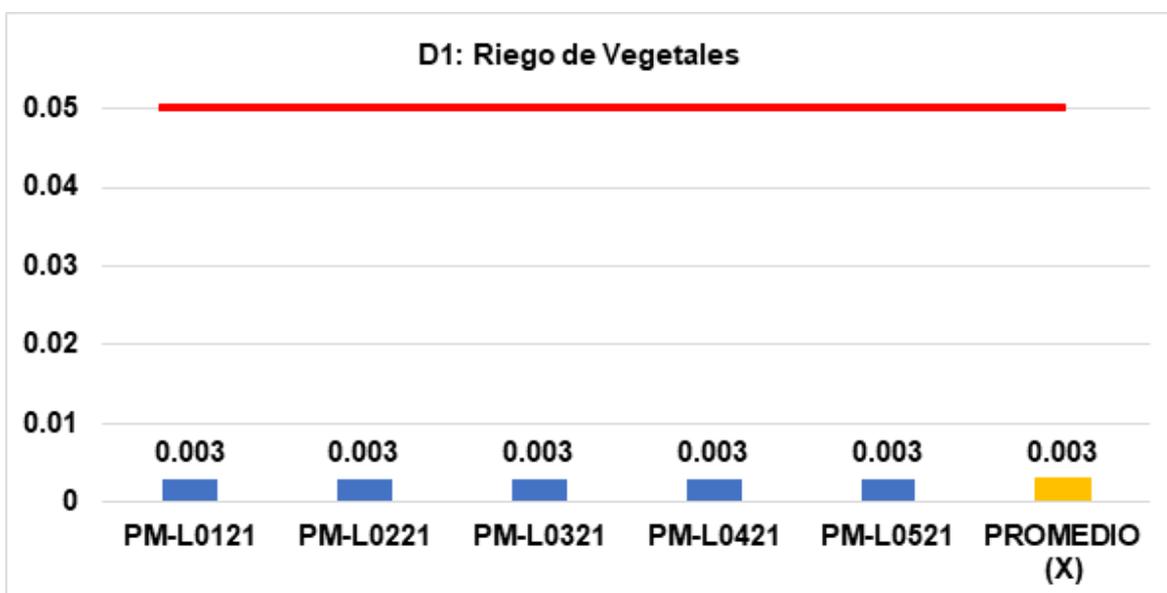


Figura 11: Comportamiento de plomo en aguas superficiales del río Lampa (D1)

La figura 11: muestra el nivel de concentración de plomo obtenido luego del análisis de laboratorio correspondiente en la fecha indicada en que se tomó la muestra en las aguas superficiales del río Lampa, demostrando que en los cuerpos de agua superficiales del río Lampa no se evidencian concentraciones por encima de los valores permitidos que establece el ECA para agua en la categoría 3. Agua para riego de vegetales el cual indica como valor máximo de 0.05 mg/l.

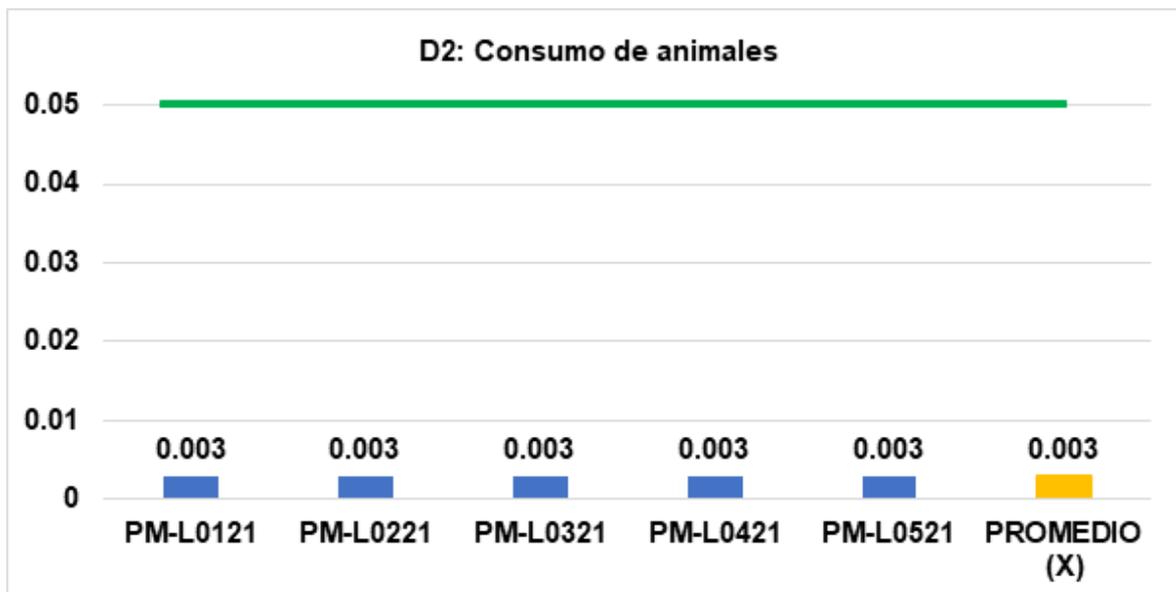


Figura 12: Comportamiento de plomo en aguas superficiales del río Lampa (D2)

La figura 12: muestra el nivel de concentración de plomo obtenido luego del análisis de laboratorio correspondiente en la fecha indicada en que se tomó la muestra en las aguas superficiales del Río Lampa, demostrando que en los cuerpos de agua superficiales del río Lampa no se evidencian concentraciones por encima de los valores permitidos que establece el ECA para agua en la categoría 3. Agua para consumo de animales el cual indica como valor máximo de 0.05 mg/l.

CONCLUSIONES

PRIMERA: En los cuerpos de agua superficiales del río Lampa se evidenciaron valores promedios de pH de 7.04 el cual nos indica que es neutro por causas naturales y el cual se encuentra dentro de los valores permitidos en los ECA para agua de categoría 3 debido a la poca disposición de rocas calizas y alcalinas que regularmente suelen adicionar carbonatos y bicarbonatos; mientras que el parámetro de conductividad presenta un valor promedio de 540 $\mu\text{S}/\text{cm}$ el cual se encuentra dentro de los valores máximos establecidos en el ECA para agua en la categoría 3; de igual manera el parámetro de temperatura evidencia un valor promedio de 16.08 °C el cual puede variar de acuerdo a la temporada, hora y condiciones climáticas, que por lo general el año 2021 tuvo un promedio anual de una temperatura máxima de 17.47 °C y una mínima de 0.81°C el cual guarda una ligera disminución con respecto al promedio anual; lo cual indica claramente que no excede los valores máximos permitidos en el ECA para agua en la categoría 3 ; por lo que se acepta la hipótesis nula planteada en la investigación.

SEGUNDA: Se determina, que en las aguas superficiales del río Lampa, existe un nivel de concentración de mercurio por debajo de lo establecido en el ECA para agua en la categoría 3 siendo el valor promedio obtenido para este parámetro de 0.0002 mg/l.; lo cual indica claramente que no excede los valores máximos permitidos en el ECA para

agua en la categoría 3; por lo cual se acepta la hipótesis alterna planteada en la investigación.

TERCERA: Se logra determinar que en las aguas superficiales del río Lampa, existe un nivel de concentración de plomo por debajo de lo establecido en el ECA para agua en la categoría 3 y el valor promedio obtenido para este parámetro fue de 0.003 mg/l.; lo cual indica claramente que no excede los valores máximos permitidos en el ECA para agua en la categoría 3; por lo cual se acepta la hipótesis alterna planteada en la investigación.

RECOMENDACIONES

Primera: Las diferentes instituciones como, OEFA, ANA, MINAM, Municipalidades Distritales de Palca y Vilavila, Municipalidad Provincial de Lampa y Gobierno Regional de Puno deberán realizar de manera periódicamente monitoreos de calidad de agua en las aguas superficiales del río Lampa de manera coordinada con los distritos vecinos de Lampa de acuerdo a la actividad industrial que se realizan en cada uno de estos, de esta manera evitar la liberación de contaminantes que pueden alterar la calidad de agua.

Segunda: La municipalidad Provincial de Lampa deberá tomar acciones preventivas como un mecanismo de prevención ante la posible contaminación del agua, y de esta manera conservar la calidad del agua en condiciones naturales anteriores a la aparición de actividades extractivas mineras de la zona.

Tercera: Se insta a las instituciones privadas y públicas a que se puedan tomar acciones sancionadoras y fiscalizadoras respecto a la contaminación de las aguas superficiales del río Lampa por parte de las empresas mineras de los distritos vecinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, R., & Amancio, E. (2014). Lineamientos esenciales para un buen monitoreo de parámetros de campo y parámetros físico químicos.
- Apaza, D. (2015). Remoción de metales Plomo (Pb) y Zinc (Zn) de las aguas del río T'oro Q'ocha por precipitación alcalina en la ciudad de Juliaca.
- APHA, A. (1992). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.
- Arnold, R. (2008). Importancia de los parámetros físico químicos en escorrentías superficiales de los ríos de Culiacán.
- Arpasi C., D. M. (2017). Determinación De Metales Pesados En La Especie Baccharis Sp Que Crece En El Ámbito Del Proyecto Minero "Estela" – Ananea – Provincia De San Antonio De Putina – Puno".
- Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, n.º R.J. N°202-2010-ANA (2010).
- Autoridad Nacional del Agua. (2019). Características físico—Químicos del agua, y su comportamiento con la salud humana.
- Cajia, R. (2021). Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas de los manantiales Huayllani y Occororo pujo para consumo humano en la Comunidad Añavile Distrito Cabana-San Roman-Puno-2021.
- Castro, W. (2011). Influencia del efluente líquido de la compañía minera Aurex s.a. en el ecosistema acuático del río San Juan Pasco - Perú.
- Chan, S. (2012). Sistemas de abastecimiento de aguas en la costa de Irán.
- Cornejo LLano, C. (2019). Evaluación de la calidad del agua en la presa Lagunillas – Santa Lucia, 2018.
- Cutimbo, A. (2012). Gestión de la Calidad de los recursos hídricos y la calidad óptima para su uso.
- Dourojeanni Z., M. (2020). Afecciones y condiciones externas del mercurio y sus variaciones.

- Elosegi, A., & Sabater, S. (2009). Conceptos y técnicas en ecología fluvial. España.
- Erostegui R., C. P. (2009). Contaminación por metales pesados.
- Fernandez M., L. (2012). Aluminum—Induced Oxidative Stress and neurotoxicity in Grass Carp (Cyprinidae—Ctenopharyngodon idella). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 76 (2), 87-92.
- García Torres, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano; una revisión crítica.
- INGEMMET. (2018). Comportamiento de la industria mineral en los cuerpos de agua nacionales.
- Lenntech. (2008). Descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo. Universidad de Medellín.
- Llavilla C., J. C. (2018). “Evaluación de metales pesados en el agua de los ríos de Pataqueña y Chacapalca del distrito de Ocuvi, Lampa – Puno”.
- Machaca, H. (2013). Determinación de metales pesados en la laguna Choquechene, Quilcapunco—Putina—Puno.
- Mamani G., J. A. (2013). “Evaluación de los recursos agua y suelo y sus alteraciones producidas por la minería informal de Ananea”.
- Mejía Zamudio, F., & Valenzuela García, J. (2009). Adsorción de arsénico en zeolita natural pretratada con óxidos de magnesio.
- MEM. (2016). Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- MINAGRI. (2020). Lineamientos correctivos en la problemática de conservación ambiental con visión al bicentenario del Perú.
- MINAM. (2013). Actualización de pasivos ambientales producidos por minería en el territorio nacional.
- MINAM. (2017). Estándar de Calidad Ambiental D.S.004-2017 MINAM.
- Minaverri. (2014). Características esenciales de los parámetros físico-químicos como agentes presentes en los cuerpos de agua.

- Ocasio, F. (2008). Evaluación de la calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río piedras. Universidad Metropolitana, Puerto Rico.
- Ormaza, C. (2011). Comportamiento de la Conductividad en ríos y lagos de la zona sur de Chile.
- Orozco, L. (2007). Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noroeste del municipio de León, Nicaragua.
- Paredes B., C. N. B. (2018). Evaluación de concentración de plomo (pb) y mercurio (hg) en orestias *aggassii* y *luteus* de la laguna Umayo distrito de Atuncolla Puno – 2018. 100.
- Pari, M. (2017). Estudio de metales pesados en suelos aguas de cultivos hortícolas de la provincia de ilave [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Altiplano.
- PNUMA. (2017). Proposed medium-term strategy for the period 2014–2017.
- Renang. (2005). Características físicas, químicas de los metales y la importancia de su prevención en la salud humana.
- Rodríguez, F. (2013). Cuantificación de cadmio, plomo y níquel en agua superficial, sedimento y organismo (*Mytella guyanensis*) en los puentes 49 Portele y 5 de Junio del Estero Salado (Guayaquil).
- Rojas, R. (2022). Efectos de los agentes ajenos a la naturaleza presentes en el agua para consumo humano.
- Ruiz, A., & Armineta, R. (2012). Determinación de metales pesados en maíz de consumo humano en los cultivos de Zacatecas, México.
- Salas Uria, B. (2010). Estudio de los niveles de contaminación por metales pesados en la zona de ananea de la cuenca del río Ramis.
- Teves Aguirre, B. M. (2016). Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Cacara, Región Lima.
- Trujillo, A., Martinez, O., & Flores, O. (2008). Turbiedad, ph, conductividad y temperatura, los principales parámetros físico químicos de la actualidad.

- UNESCO. (2016). Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2016: Agua y Empleo. Francia (UNESCO 7).
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2019). Efectos adversos en la salud humana, y su relación con la adhesión de metales pesados al organismo vivo.
- World health organization. (2001). International Programme on chemical safety. Environmental Health Criteria 224: Arsenic and Arsenic Compounds. 2. Ed. Geneva, 2001. 521p.
- Yana, E. (2014). Contaminación por materia orgánica en el río Torococha de la Ciudad de Juliaca. Universidad Nacional del Altiplano.

ANEXOS

ANEXO 01: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS

Tabla 11: Resultados Obtenidos de los valores de conductividad

MUESTRA	RESULTADO DE MUESTREO
PM-L0121	700 ($\mu\text{S/cm}$)
PM-L0221	600 ($\mu\text{S/cm}$)
PM-L0321	500 ($\mu\text{S/cm}$)
PM-L0421	500 ($\mu\text{S/cm}$)
PM-L0521	400 ($\mu\text{S/cm}$)
PROMEDIO (X)	540 ($\mu\text{S/cm}$)

Tabla 12: Resultados Obtenidos de los valores de pH

MUESTRA	RESULTADO DE MUESTREO
PM-L0121	6.9
PM-L0221	7.0
PM-L0321	7.0
PM-L0421	7.1
PM-L0521	7.2
PROMEDIO (X)	7.04

Tabla 13: Resultados Obtenidos de los valores de Temperatura

MUESTRA	RESULTADO DE MUESTREO
PM-L0121	15.7 °C
PM-L0221	16.2 °C
PM-L0321	16.4 °C
PM-L0421	16.1 °C
PM-L0521	16.0 °C
PROMEDIO (X)	16.08 °C

ANEXO 02: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MERCURIO Y PLOMO

Tabla 14: Resultados de análisis de Mercurio

MUESTRA	RESULTADO DE MUESTREO
PM-L0121	0.0002 mg/L
PM-L0221	0.0002 mg/L
PM-L0321	0.0002 mg/L
PM-L0421	0.0002 mg/L
PM-L0521	0.0002 mg/L
PROMEDIO (X)	0.0002 mg/L

Fuente: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

Tabla 15: Resultados de análisis de Plomo

MUESTRA	RESULTADO DE MUESTREO
PM-L0121	0.0030 mg/L
PM-L0221	0.0030 mg/L
PM-L0321	0.0030 mg/L
PM-L0421	0.0030 mg/L
PM-L0521	0.0030 mg/L
PROMEDIO (X)	0.0030 mg/L

Fuente: Analytical Laboratory E.I.R.L.

ANEXO 03: ENSAYO DE INTERPRETACIÓN DE LABORATORIO DE MUESTREO DE MERCURIO Y PLOMO



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-17340

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : CHRISTIAN IVAN VILCA QUISPE
 2.-DIRECCIÓN : JR. Puma punku mz A Il. 4. Juliaca
 3.-PROYECTO : ANÁLISIS DE AGUA
 4.-PROCEDENCIA : JULIACA - PUNO
 5.-SOLICITANTE : CHRISTIAN IVAN VILCA QUISPE
 6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 0000006265-2021-0000
 7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
 8.-MUESTREADO POR : EL CLIENTE
 9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2021-12-29

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Agua
 2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 5
 3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2021-12-16
 4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2021 12-16 al 2021-12-29

Eder Sergio Recuay Granados
Eder Sergio Recuay Granados
 Supervisor de laboratorio Agronomía
 Ing. Químico
 CIP N° 221809



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
 No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.
 Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao Página 1 de 6
 Telf. +51 7130636 / 453 1369 / 940 596 506
 Email. ventas@alab.com.pe
www.alab.com.pe



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-17340

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Metales Totales ⁽¹⁾	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 1994 Agua Natural	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

⁽¹⁾EPA : U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

⁽¹⁾ El Ensayo indicado no ha sido acreditado



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-17340

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-65777	M-21-65776	M-21-65779	M-21-65780			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	PM-L0121	PM-L0221	PM-L0321	PM-L0421			
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
UTM WGS 84:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
PRODUCTO:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial			
SUB PRODUCTO:							
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	12-12-2021 00:00	12-12-2021 00:00	12-12-2021 00:00	12-12-2021 00:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Metales Totales							
Aluminio (**)	mg/L	0,0010	0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Antimonio (**)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Arsénico (**)	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Bario (**)	mg/L	0,0001	0,0003	0,0138	0,0217	0,0244	0,0344
Berilio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Bismuto (**)	mg/L	0,0030	0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
Boro (**)	mg/L	0,0003	0,0010	0,0573	0,0603	0,0565	0,0594
Cadmio (**)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Calcio (**)	mg/L	0,0010	0,0040	80,9319	62,9334	66,9420	66,7016
Cerio (**)	mg/L	0,0033	0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
Cobalto (**)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Cobre (**)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cromo (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Estaño (**)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Estroncio (**)	mg/L	0,00002	0,00005	0,70460	0,69060	0,68210	0,72160
Fosforo (**)	mg/L	0,0020	0,0060	<0,0060	<0,0060	<0,0060	<0,0060
Hierro (**)	mg/L	0,0010	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Litio (**)	mg/L	NA	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

(**) El Ensayo Indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c* Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, *c* Menor que el L.D.M.

*.: No ensayado

NA: No Aplica



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-17340

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-65777	M-21-65778	M-21-65779	M-21-65780			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	PM-L0121	PM-L0221	PM-L0321	PM-L0421			
COORDENADAS:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
UTM WGS 84:	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA			
PRODUCTO:	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial			
SUB PRODUCTO:							
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO:	12-12-2021 00:00	12-12-2021 00:00	12-12-2021 00:00	12-12-2021 00:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Magnesio (**)	mg/L	0,0006	0,0020	11,1542	8,4191	9,5046	10,1195
Manganeso (**)	mg/L	0,0002	0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Mercurio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Molibdeno (**)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Niquel (**)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plata (**)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Plomo (**)	mg/L	0,0010	0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Potasio (**)	mg/L	0,0030	0,0100	11,4108	11,1979	10,2515	11,7133
Selenio (**)	mg/L	0,0010	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Sodio (**)	mg/L	0,0003	0,0010	47,0902	44,7896	44,4327	46,5643
Talio (**)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Titanio (**)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Torio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	0,0493	0,0242	0,0689	0,0622
Uranio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Vanadio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,1308	0,1781	0,1227	0,0970

(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c* Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, *c* Menor que el L.D.M.

*: No ensayado
NA: No Aplica



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-17340

ITEM				5
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-21-65781
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PM-L0521
COORDENADAS:				NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Superficial
SUB PRODUCTO:				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				12-12-2021 00:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales				
Aluminio (**)	mg/L	0,0010	0,0030	<0,0030
Antimonio (**)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020
Arsénico (**)	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010
Bario (**)	mg/L	0,0001	0,0003	0,0425
Berilio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Bismuto (**)	mg/L	0,0030	0,0100	<0,0100
Boro (**)	mg/L	0,0003	0,0010	0,0606
Cadmio (**)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002
Calcio (**)	mg/L	0,0010	0,0040	60,3130
Cerio (**)	mg/L	0,0033	0,0100	<0,0100
Cobalto (**)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020
Cobre (**)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002
Cromo (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Estaño (**)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Estroncio (**)	mg/L	0,00002	0,00005	0,71860
Fosforo (**)	mg/L	0,0020	0,0060	0,0666
Hierro (**)	mg/L	0,0010	0,0020	<0,0020
Litio (**)	mg/L	NA	0,0001	<0,0001

(**) El Ensayo Indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *(<*) Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, *(<*) Menor que el L.D.M.

*: No ensayado

NA: No Aplica



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-17340

ITEM				3
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-21-65781
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PM-L0521
COORDENADAS:				NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Superficial
SUB PRODUCTO:				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:				12-12-2021 00:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Magnesio (**)	mg/L	0,0006	0,0020	8,5939
Manganeso (**)	mg/L	0,0002	0,0050	<0,0050
Mercurio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002
Molibdeno (**)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Niquel (**)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004
Plata (**)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Plomo (**)	mg/L	0,0010	0,0030	<0,0030
Potasio (**)	mg/L	0,0030	0,0100	11,6846
Selenio (**)	mg/L	0,0010	0,0020	<0,0020
Sodio (**)	mg/L	0,0003	0,0010	45,6250
Talio (**)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004
Titanio (**)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Torio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	0,0393
Uranio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Vanadio (**)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0737

(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c* Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, *c* Menor que el L.D.M.

*: No ensayado
NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

ANEXO 04: GALERÍA DE FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



Figura 13: Toma de muestras del primer punto de muestreo PM-L0121



Figura 14: Ubicación de información de Geolocalización en Equipo de Posicionamiento GPS



Figura 15: Monitoreo de parámetros Físico – Químicos



Figura 16: Toma de muestras del segundo punto de muestreo

PM-L0221



Figura 17: Ubicación de la información de Geolocalización en el GPS en el PM-0321



Figura 18: Toma de muestras del cuarto punto de muestreo PM-L0421



Figura 19: Toma de muestras del quinto punto de muestreo
PM-L0521

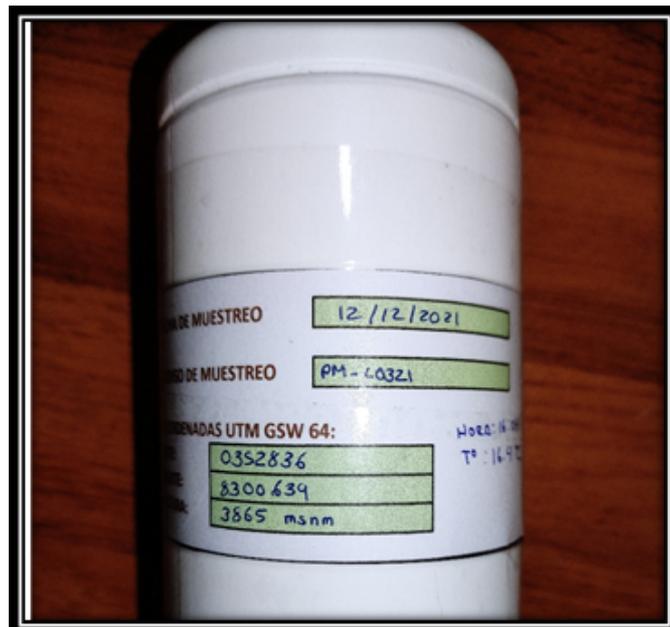


Figura 20: Rotulado de las muestras tomadas durante la investigación

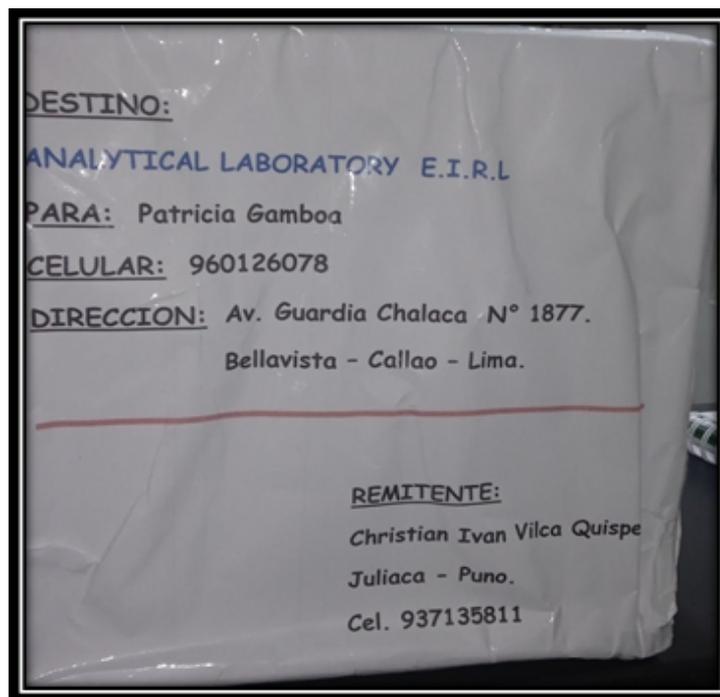


Figura 21: Envió de las muestras hacia el laboratorio ANALYTICAL LABORATORY

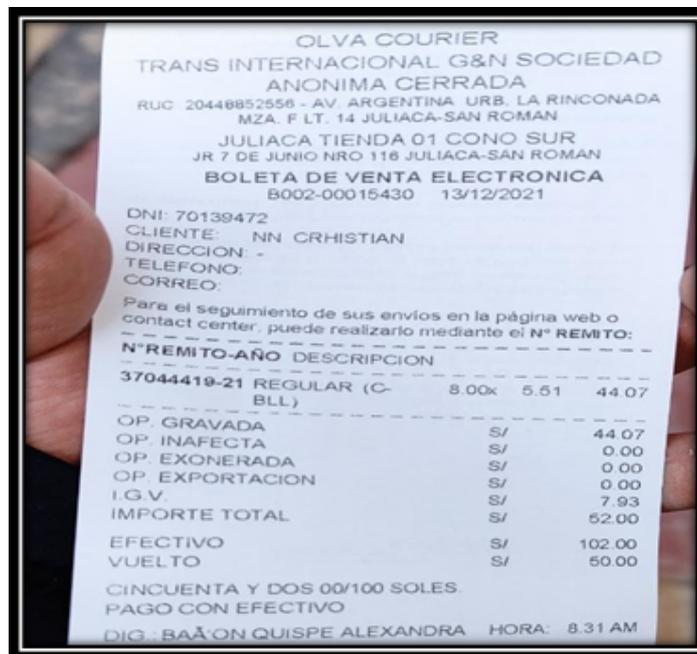


Figura 22: Pago del envío de muestras mediante la empresa OLVA COURIER SAC.

ANEXO 05: ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL AGUA D.S. 004-2017 – MINAM

10	NORMAS LEGALES	Miércoles 7 de junio de 2017 /  El Peruano
----	-----------------------	--

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

**DECRETO SUPREMO
N° 004-2017-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud de lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 115 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29156, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma
La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua
Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua
Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- **A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección**
Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.
- **A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional**
Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.
- **A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado**
Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación
Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

- Estuarios

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precítese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermiales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

Artículo 8.- Sistematización de la Información

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

Artículo 9.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los Instrumentos de gestión ambiental aprobados

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA
DEROGATORIA**

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2006-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLACHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRÁ
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (It)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (It)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Fitofarinos de Origen Antropogénico		Ausencia de material fitofarinos de origen antropogénico	Ausencia de material fitofarinos de origen antropogénico	Ausencia de material fitofarinos de origen antropogénico
Nitratos (NO ₃) (It)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (It)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

14 **NORMAS LEGALES** Miércoles 7 de junio de 2017 /  **El Peruano**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Urano	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C _n -C ₁₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)		1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromoclorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benz(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentacloroeno (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copepodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estados evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<3x10 ²	<3x10 ²

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

(b) Después de la filtración simple.

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

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N (NO₂-N), multiplicar el resultado por el factor 3.26 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO₂).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{ECA_{\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{ECA_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{ECA_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{ECA_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 1:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOS-QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Total	mg/L	0,06	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitros (NO ₂ -N)	mg/L	10	**
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfatos	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
Giardia duodenalis	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
Salmonella spp	Presencia/100 ml	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FÍSICOS- QUÍMICOS					
Aceites y Grasas	mg/L	1.0	1.0	2.0	1.0
Cianuro Wad	mg/L	0.004	0.004	**	0.0002
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0.062	0.062	**	0.025
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2.5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 - 8.5	6.0 - 8.5	6.0 - 8.5	6.0-9.0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	60	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0.64	0.64	0.64	**
Arsénico	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.1
Boro	mg/L	5	5	**	0.75
Cadmio	mg/L	0.01	0.01	**	0.01
Cobre	mg/L	0.0031	0.05	0.05	0.2
Cromo VI	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.10
Mercurio	mg/L	0.00004	0.0001	0.0016	0.00077
Níquel	mg/L	0.0062	0.1	0.074	0.052
Plomo	mg/L	0.0051	0.0001	0.03	0.0025
Selenio	mg/L	0.071	0.071	**	0.005
Talio	mg/L	**	**	**	0.0006
Zinc	mg/L	0.061	0.061	0.12	1.0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0.007	0.007	0.01	**
Bifenilos Policlorados					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0.00003	0.00003	0.00003	0.000014
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

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

(b) Después de la filtración simple.

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

(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 3:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃).

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	193	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,020
15	69,7	22,0	6,96	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,06	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	510		**
Cloruro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (ti)	Color verdadero Escala Pt Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
Organoclorados				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDE)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfan	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
Carbamato				
Aldicarb	µg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminfos	Huevo/L	1	1	**

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

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	Et: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Cloruro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,005	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Ferros	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,6	5,6
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitrato (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0005	0,0005
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0052	0,0052
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0051	0,0051
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0005	0,0005	0,0005	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,061	0,061
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benz(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Dieldrin	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDO y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000036	0,0000036	0,0000036	0,0000036	0,0000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Rios		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000036	0,000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

- (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
- (b) Después de la filtración simple.
- (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).
- Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 5:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH₃).

Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH₃)

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Salinidad 10 g/kg								
7.0	41.00	29.00	20.00	14.00	9.40	6.60	4.40	3.10
7.2	26.00	18.00	12.00	8.70	5.90	4.10	2.80	2.00
7.4	17.00	12.00	7.80	5.30	3.70	2.60	1.80	1.20
7.6	10.00	7.20	5.00	3.40	2.40	1.70	1.20	0.84
7.8	6.60	4.70	3.10	2.20	1.50	1.10	0.75	0.53
8.0	4.10	2.90	2.00	1.40	0.97	0.69	0.47	0.34
8.2	2.70	1.80	1.30	0.87	0.62	0.44	0.31	0.23
8.4	1.70	1.20	0.81	0.56	0.41	0.29	0.21	0.16
8.6	1.10	0.75	0.53	0.37	0.27	0.20	0.15	0.11
8.8	0.69	0.50	0.34	0.25	0.18	0.14	0.11	0.08
9.0	0.44	0.31	0.23	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07
Salinidad 20 g/kg								
7.0	44.00	30.00	21.00	14.00	9.70	6.60	4.70	3.10
7.2	27.00	19.00	13.00	9.00	6.20	4.40	3.00	2.10
7.4	18.00	12.00	8.10	5.60	4.10	2.70	1.90	1.30
7.6	11.00	7.50	5.30	3.40	2.50	1.70	1.20	0.84
7.8	6.90	4.70	3.40	2.30	1.60	1.10	0.75	0.53
8.0	4.40	3.00	2.10	1.50	1.00	0.72	0.50	0.34
8.2	2.80	1.90	1.30	0.94	0.66	0.47	0.31	0.24
8.4	1.80	1.20	0.84	0.59	0.44	0.30	0.22	0.16
8.6	1.10	0.75	0.56	0.41	0.28	0.20	0.15	0.12
8.8	0.72	0.50	0.37	0.26	0.19	0.14	0.11	0.08
9.0	0.47	0.34	0.24	0.18	0.13	0.10	0.08	0.07
Salinidad 30 g/kg								
7.0	47.00	31.00	22.00	15.00	11.00	7.20	5.00	3.40
7.2	29.00	20.00	14.00	9.70	6.60	4.70	3.10	2.20
7.4	19.00	13.00	8.70	5.90	4.10	2.90	2.00	1.40
7.6	12.00	8.10	5.60	3.70	2.50	1.80	1.30	0.90
7.8	7.50	5.00	3.40	2.40	1.70	1.20	0.81	0.56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8.0	4.70	3.10	2.20	1.60	1.10	0.75	0.53	0.37
8.2	3.00	2.10	1.40	1.00	0.69	0.50	0.34	0.25
8.4	1.90	1.30	0.90	0.62	0.44	0.31	0.23	0.17
8.6	1.20	0.84	0.59	0.41	0.30	0.22	0.16	0.12
8.8	0.75	0.53	0.37	0.27	0.20	0.15	0.11	0.09
9.0	0.50	0.34	0.26	0.19	0.14	0.11	0.08	0.07

Notas:

- (*)El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/ kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.
- (**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

NOTA GENERAL:

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplan como parte de sus Informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2