

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS PROFESIONAL

**CALIDAD DEL AGUA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO
CHALLHUAHUACHO COMPARADO CON LOS ESTÁNDARES DE
CALIDAD AMBIENTAL PARA RIEGO Y BEBEDERO (ECA 3) EN LA ZONA
DE CHALLHUAHUACHO, COTABAMBA – APURÍMAC - 2016**

Para optar El Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO

Presentado Por:

Bach. MARCO ANTONIO CORDOVA CASTAÑEDA

Asesor:

MCs. Ing. JOSÉ ALFREDO SIVERONI MORALES

Cajamarca – Perú

- 2017 -

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por bendecirme para la realización del presente trabajo, de igual manera a mi alma mater Universidad Nacional de Cajamarca con su plana docente que me inculco y brindo el valioso conocimiento para mi desarrollo profesional.

Agradezco a los ingenieros docentes, mis compañeros con quienes pude compartir durante mis años de estudio y me permitieron ir formándome profesionalmente con sus consejos y palabras de aliento para motivarme a lograrlo

Agradezco a mi asesor MCs. Ing. José Siveroni, por su valioso tiempo y sugerencias que permitieron la realización de la presente Tesis. A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de la presente tesis.

DEDICATORIA

A mis amados padres Leonor y Felipe, por su amor y apoyo incondicional en cada momento de mi vida. Son ellos a quienes les debo todo lo que soy y quienes impulsan la realización de esta tesis. A mis hermanos Raquel y Diego por ser esas personitas que me motivan a ser mejor cada día.

A Vero por ser la persona que está a mi lado dándome fuerzas y amor para enfrentar cualquier obstáculo.

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
ÍNDICE DE FOTOS	viii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Antecedentes teóricos	4
2.2 Bases teóricas	5
2.2.1 Calidad del Agua	5
2.2.1.1 Parámetros físicos.....	7
2.2.1.2 Parámetro químicos	9
2.2.1.3 Parámetro biológicos.....	12
2.2.2 Usos del Agua	13
2.2.2.1 Para consumo humano	13
2.2.2.2 Para uso industrial.....	14
2.2.2.3 Para uso agrícola	14
2.2.2.4 Para uso público.....	14
2.2.2.5 Para uso recreativo	15
2.2.3 Alteración de la calidad del agua	15
2.2.4 Estándares de Calidad Ambiental para el agua (ECA).....	18
2.2.5 Modificación de los ECA para agua	22
2.2.6 Cuenca hidrográfica	27
2.2.6.1 División de la cuenca.....	28

	Pág.
2.2.6.2	Micro cuenca 29
2.2.7	Índice de Calidad del Agua (ICA) 30
2.2.8	Importancia de la calidad del agua 31
2.2.8.1	Desarrollo sostenible 32
2.3	Definición de términos básicos 32
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS 35	
3.1	Ubicación..... 35
3.1.1	Ubicación política 35
3.1.2	Ubicación hidrográfica 35
3.1.3	Accesibilidad..... 37
3.2	Procedimiento y técnicas de recopilación de información 38
3.2.1	Metodología 38
3.2.1.1	Trabajo de gabinete..... 38
3.2.1.2	Trabajo de campo..... 39
3.2.2	Definición de variables 41
3.2.2.1	Variable independiente 41
3.2.2.2	Variable dependiente..... 41
3.2.2.3	Población de estudio 41
3.2.2.4	Muestra..... 41
3.2.2.5	Unidad de análisis 41
3.2.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos 42
3.3	Descripción general de la micro cuenca 43
3.3.1	Clima 43
3.3.2	Hidrografía..... 45
3.3.3	Geología 45
3.3.4	Geología Local. 47
3.3.4.1	Depósitos cuaternarios 47
3.3.5	Geomorfología 51
3.3.6	Eventos geodinámicas: 54
3.3.7	Geología Estructural:..... 56

	Pág.
3.3.8 Geología Ambiental	56
3.3.5.1 Recursos Hídricos	56
3.3.5.2 Recursos Suelos	57
3.3.5.3 Situación actual	60
3.4 Tratamiento y análisis de datos	63
3.4.1 Plan de muestreo	63
3.4.1.1 Determinación del número de muestras	63
3.4.1.2 Selección de parámetros de muestreo	66
3.4.1.3 Recipientes utilizados para muestreo	69
3.4.1.4 Etiquetado	70
3.4.1.5 Forma de recolectar las muestras	71
3.4.1.6 Preservación, conservación y traslado de las muestras	73
3.4.1.7 Preservación de las muestras	74
3.4.1.8 Embalaje y transporte muestras	76
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	77
4.1 Resultados y análisis	77
4.1.1 Ubicación de los puntos de muestreo.....	77
4.1.2 Parámetros ECA Categoría 3 analizados	78
4.1.3 Resultados por parámetro	79
4.1.4 Análisis de datos	91
4.2 Contrastación de la hipótesis.....	92
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
5.1 Conclusiones	93
5.2 Recomendaciones	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
Tabla 2.1	Datos sobre deterioro de la calidad del agua en el Perú.....	17
Tabla 2.2	Definición de parámetros Físico - Químicos	19
Tabla 2.3	Definición de los parámetros Inorgánicos.	20
Tabla 2.4	Definición de los parámetros Orgánicos y Biológicos.....	21
Tabla 2.5	Modificación ECA para el agua	25
Tabla 3.1	Cuencas y Subcuencas del Departamento de Apurímac	38
Tabla 3.2	Métodos de ensayo para parámetros.....	66
Tabla 4.1	Coordenadas puntos de muestro	77
Tabla 4.2	Parámetros ECA categoría 3 analizados	78
Tabla 4.3	Comparación Resultados vs ECA categoría 3	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Pág.
Gráfico 2.1 Cuenca hidrográfica	27
Gráfico 3.1 Ubicación micro cuenca	36
Gráfico 3.2 Accesibilidad	37
Gráfico 3.3 Climograma.....	42
Gráfico 3.4 Diagrama de temperatura	43
Gráfico 4.1 Resultados respecto al Aluminio	79
Gráfico 4.2 Resultados respecto al Arsénico.....	79
Gráfico 4.3 Resultados respecto al Níquel	80
Gráfico 4.4 Resultados respecto al Selenio.....	80
Gráfico 4.5 Resultados respecto al Cobre.....	81
Gráfico 4.6 Resultados respecto al Plomo.....	81
Gráfico 4.7 Resultados respecto al Cadmio	82
Gráfico 4.8 Resultados respecto al Cromo.....	82
Gráfico 4.9 Resultados respecto al Cianuro WAD.....	83
Gráfico 4.10 Resultados respecto al Nitrito	83
Gráfico 4.11 Resultados respecto al Zinc.....	84
Gráfico 4.12 Resultados respecto al Fluoruro	84
Gráfico 4.13 Resultados respecto al Cloruro	85
Gráfico 4.14 Resultados respecto al Boro	85
Gráfico 4.15 Resultados respecto al Bario	86
Gráfico 4.16 Resultados respecto al Hierro.....	86
Gráfico 4.17 Resultados respecto al Sulfato.....	87
Gráfico 4.18 Resultados respecto al Manganeso	87
Gráfico 4.19 Resultados respecto al Bicarbonato.....	88
Gráfico 4.20 Resultados respecto a N-Nitrato +N-Nitrito	88
Gráfico 4.21 Resultados respecto a Coliformes totales.....	89
Gráfico 4.22 Resultados respecto a Coliformes termotolerantes.....	89
Gráfico 4.23 Resultados respecto a Escherichia Coli.....	90
Gráfico 4.24 Resultados respecto a Huevos y larvas de Helmitos	90

ÍNDICE DE FOTOS

Foto
Pág.

Foto 3.1	Depósitos morrénicos	49
Foto 3.2	Depósitos morrénicos	49
Foto 3.3	Depósitos Fluviales	50
Foto 3.4	Depósitos Aluviales	51
Foto 3.5	Depósitos Aluviales	51
Foto 3.6	Colinas presentes en la microcuenca.....	53
Foto 3.7	Cadena montañosa presentes en la microcuenca	53
Foto 3.8	Altiplanicie presente en la microcuenca.	54
Foto 3.9	Plegamiento en unidades calcáreas.	57
Foto 3.10	Micro cuenca Challhuahuacho 2010	58
Foto 3.11	Micro cuenca Challhuahuacho 2012	59
Foto 3.12	Río Challhuahuacho 2014	61
Foto 3.13	Río Challhuahuacho 2016.....	62
Foto 3.14	Toma de muestra M-01	64
Foto 3.15	Toma de muestra M-01	64
Foto 3.16	Toma de muestra M-01	64
Foto 3.17	Toma de muestra M-02	65
Foto 3.18	Toma de muestra M-02	65
Foto 3.19	Toma de muestra M-02	65
Foto 3.20	Toma de muestra M-02	65
Foto 3.21	Recipiente para análisis bacteriológico de muestras.....	69
Foto 3.22	Recipiente para análisis bacteriológico de muestras.....	69

	Pág.
Foto 3.23 Recipiente para análisis fisicoquímico de muestras	70
Foto 3.24 Recipiente para análisis fisicoquímico de muestras	70
Foto 3.25 Recolección de muestras para análisis bacteriológico	71
Foto 3.26 Recolección de muestras para análisis bacteriológico	71
Foto 3.27 Recolección de muestras para análisis fisicoquímico	72
Foto 3.28 Recolección de muestras para análisis fisicoquímico	72
Foto 3.29 Preservación de muestras	75
Foto 3.30 Preservación de muestras	75

ANEXOS

	Pág.
1. Certificación de laboratorio.....	97
2. Resultados de muestras.....	98
3. Estándares de Calidad para agua D.S. N°002- 2008-MINAM	100
4. ECAs para agua Modificados D.S. N°015- 2015 - MINAM	112
5. Planos	123

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ANA	: Autoridad Nacional del Agua.
DQO	: Demanda Química de Oxígeno.
DBO	: Demanda Bioquímica de Oxígeno.
ECA	: Estándar de Calidad Ambiental.
EE.UU	: Estados Unidos.
EPA	: Agencia de Protección Ambiental.
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FTU	: Unidad de Turbidez de la Formazina
ICA	: Índice de calidad ambiental.
JTU	: Unidad de Turbidez de Jackson.
MINAM	: Ministerio del Ambiente.
NTU	: Unidad de Turbidez Nefelométrica.
OMS	: Organización Mundial para la Salud.
ONU	: Organización de las Naciones Unidad.
OEFA	: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
Ph.	: Potencial de hidrógeno.
Temp.	: Temperatura.
UNF	: Unidad Nefelométrica de Formazina.
WAD	: Ácido débil disociable.

RESUMEN

El desarrollo de las ciudades y la expansión de su territorio sin una previa planificación urbana pueden ocasionar serios problemas con los recursos naturales, siendo los ríos uno de los principales recursos afectados con este crecimiento acelerado y desorganizado. Por ello este trabajo tuvo como objetivo determinar la calidad de las aguas de la micro cuenca del río Challhuahuacho en los límites a la zona de crecimiento poblacional y urbanístico del distrito del mismo nombre, considerando el crecimiento repentino y acelerado del distrito fue preciso realizar un análisis de las aguas y compararlas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) categoría III y determinándose el correcto uso.

Para lo cual se muestreo en dos puntos M-02 ubicado en la parte alta en el inicio de la zona urbana y el punto M-01 ubicado al finalizar la zona urbana en la parte baja, estas muestras fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis según los ECA categoría III. Después de análisis se pudo determinar que el punto M-02 cumple con todos los estándares no así el punto M-01 quien sobrepasa los valores de los parámetro referentes a los Coliformes Totales (16000NMP/100ml), Coliformes Termotolerantes (1600NMP/100ml) y Escherichia coli (920 NMP/100ml) indicado contaminación termotolerante. Se concluyó que aguas abajo la micro cuenca no cumple con los ECA categoría III para riego de vegetales y bebedero de animales pues están contaminadas con residuos termotolerantes procedente de los seres humanos y de animales haciendo que no sea apta para consumo de ningún ser vivo.

Palabras Claves: Contaminación, agua, estándares de calidad, coliformes, termotolerantes.

ABSTRACT

The development of cities and the expansion of their territory without prior urban planning can cause serious problems with natural resources, with rivers being one of the main resources affected by this accelerated and disorganized growth. The objective of this study was to determine the quality of the watershed of the Challhuahuacho river basin in the limits of the area of population growth and urban development of the district of the same name, considering the sudden and accelerated growth of the district. Of the waters and compare them with the ECA (environmental quality standards) category III and thus determine the correct use of them.

The work was carried out between October and December 2016, for which the point M-02 located at the top of the urban area was sampled at two points and the M-01 point located at the end of the urban zone Urban area in the lower part, these samples were sent to the laboratory for their respective analysis according to the ECA category III. After analysis it was possible to determine that point M-02 meets all the standards, not the point M-01 that surpasses the Values for Total Coliforms (16 000 NMP/ 100ml), Thermotolerant Coliforms (1 600NMP/ 100ml) and Escherichia coli (920 NMP/100ml) indicated thermotolerant contamination. It was concluded that downstream the micro basin does not comply with the category III RCTs for irrigation of vegetables and animal drinker as they are contaminated with thermotolerants waste from humans and animals making it unfit for consumption by any living being.

Key words: Contamination, water, quality standards, coliforms, Thermotolerant

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a la calidad del agua del río Challhuahuacho, comparada con los Estándares de Calidad Ambiental del agua (ECA) categoría III para bebedero de animales y riego de vegetales. La característica principal de los ríos cercanos a una población es la contaminación de los mismos por diversos agentes procedentes de actividades desarrolladas por el ser humano.

Nuestro país está dentro de los 20 países más ricos del mundo en agua. Sin embargo, aunque el agua superficial disponible en nuestro país es relativamente abundante, su calidad deja mucho que desear en algunas regiones del país según ANA(Autoridad Nacional del Agua) todos los ríos del Perú están contaminados, por ello el interés de esta investigación por conocer la calidad del agua de la micro cuenca del río Challhuahuacho comparada con los ECA categoría III, para el uso eficiente del recurso y realizar acciones que garanticen en el futuro seguir contando con este elemento y sobre todo con una buena calidad para los diversos usos en los cuales se empleen.

Los ríos son un importante afluente de agua, en muchas de las regiones son el principal afluente, ese es el caso de la microcuenca Challhuahuacho que tiene su importancia en ser el mayor afluente para las actividades del distrito de ahí nace la pregunta: ¿Cuáles son los valores de calidad del agua de la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para el agua categoría III?

Sabiendo que las aguas reflejan lo que sucede en las áreas aledañas al cauce de un río se plantea la hipótesis de que la calidad del agua del río Challhuahuacho supera los valores de los parámetros físico - químicos y

bacteriológicos permitidos por los estándares de calidad ambiental del agua para riego y bebedero de animales debido a la contaminación por residuos procedentes de las actividades humanas.

La justificación para realizar el presente trabajo está en que la geología ambiental es una rama de la geología que busca reconocer y caracterizar las relaciones de causa y efecto en el medio geológico desencadenado por las actividades humanas, por lo cual esta investigación busca conocer los valores de calidad del agua de la microcuenca Challhuahuacho y de esta manera determinar el uso adecuado que se le puede dar, de igual manera servirá para determinar los principales agentes contaminantes y poder tomar las medidas necesarias para la prevención, control y mitigación, para impulsar una gestión integrada de este recurso en esta microcuenca. El presente trabajo también busca servir como base para realizar trabajos posteriores integrando los otros elementos naturales como aire y suelo y así poder determinar la calidad de vida en el distrito.

Esta investigación es de enfoque descriptivo, correlacional, causal, de tipo transversal, con un enfoque mixto en la microcuenca Challhuahuacho, en el distrito del mismo nombre, región Apurímac.

Los objetivos en el presente trabajo son: realizar la comparación entre los valores de calidad del agua de la microcuenca Challhuahuacho y los estándares de calidad ambiental tipo 3. Determinar las características de los principales agentes contaminantes. Determinar la calidad de las aguas mediante muestreo y análisis físico/químicos. Definir el uso adecuado de las aguas de la microcuenca Challhuahuacho.

La distribución de los capítulos está de la siguiente manera:

En el capítulo II: Marco Teórico de la Investigación contiene un resumen de antecedentes al temas, las bases teóricas que se consideran imprescindibles en el desarrollo de la investigación; así como también una definición de términos básicos utilizados.

En el capítulo III: Materiales y Métodos, indica la ubicación geográfica donde se realizó la investigación y aborda el procedimiento seguido para alcanzar los objetivos propuestos.

En el capítulo IV: Análisis y Discusión de Resultados, en este capítulo se detallan los resultados obtenidos en la investigación y su posterior análisis comparándolo con los parámetros de ECA para el agua categoría III, contrastándose con la hipótesis planteada.

En el capítulo V: Se detallan las conclusiones derivadas de los resultados en base a los objetivos planteados y se presentan algunas recomendaciones.

Por último se mencionan las referencias bibliográficas y los anexos en donde se adjunta la información complementaria utilizada en el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes teóricos

INS (Instituto Nacional de Salud). 2005. Línea de base en salud de las comunidades aledañas al proyecto minero Las Bambas. Apurímac, Perú. DIRESA. 128p. Realizó un levantamiento de la situación actual en ese año sobre las condiciones de salud ocupacional y la situación ambiental como las características medioambientes de la zona concesionada antes de que se inicie la etapa de explotación. En este trabajo se pudo concluir que las aguas subterráneas cumplían con los estándares internacionales recomendados por el Reglamento de la Ley General de Aguas por lo cual eran aptas para el abastecimiento domestico con una simple desinfección. Mientras que los valores de las aguas superficiales no superan los límites establecidos los la LGA por lo que se encuentran aptas para el riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

Espinoza Herrera, N; Mariano Astocondor, M; Porlles Loarte, J; Romero Baylón, A. 2006. Estrategias Regionales De Gestión Ambiental: El caso del proyecto minero Las Bambas De Apurímac. Lima, Perú. UNMSM. v. 9, p 33–40. Estudio que tiene por objetivo evaluar las incidencias de la actividad minera en el medio ambiente regional y proponer una estrategia de gestión ambiental. Se determinó que siendo necesaria la explotación minera para promover el desarrollo económico y social de la región, se requiere establecer de una estrategia de gestión ambiental.

ECOFLUIDOS INGENIEROS, PERÚ. 2012. Informe final: Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco. Lima,

Perú. F-ODM. p 105. Analiza los recursos ambientales para minimizar vulnerabilidades al cambio climático en microcuencas andinas focalizado en dos microcuencas: Challhuahuacho, región Apurímac y Santo Tomás en la región Cusco, en este estudio se muestra el estado situacional de las fuentes de agua ante la vulnerabilidad de agentes naturales y artificiales. Se concluyó que presencia de coliformes fecales y coliformes totales, y presencia de hierro que sobrepasa los límites de la OMS para consumo humano.

SNC – Lavalin Perú S.A. 2014. Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental (MEIA) de Las Bambas. Perú. p 213. En este estudio se determinó que el río Challhuahuacho tiene tendencia del pH entre neutra a alcalina y exceden diferentes parámetros debido a características naturales geológicas e hidrogeológicas.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Calidad del agua

Según Senanmhi (2007), es tan importante conocer la calidad del agua para el consumo humano, como lo puede ser para el riego de cultivos, para el uso industrial en calderas, para la fabricación de productos farmacéuticos, para la expedición de licencias ambientales, para diseñar y ejecutar programas de monitoreo en las evaluaciones ambientales, para adecuarla a las múltiples aplicaciones analíticas de los laboratorios y para regular y optimizar el funcionamiento de las plantas de tratamiento, entre muchos otros fines.

El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para

mantener la calidad ambiental. (CEPIS, 1987).

Por lo tanto, la calidad del agua es un término variable en función del uso concreto que se vaya a hacer de ella. Para los usos más importantes y comunes del agua existen una serie de requisitos recogidos en normas específicas basados tradicionalmente en las concentraciones de diversos parámetros físico-químicos (ANA, 2015):

- a) Físicos: Las propiedades físicas del agua son las que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato, como pueden ser los sólidos suspendidos, turbiedad, color, sabor, olor y temperatura.
- b) Químicos: Los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias, entre las que podemos mencionar la alcalinidad, dureza, fluoruros, materia orgánica, oxígeno disuelto, metales y nutrientes: pH, O₂, saturación de oxígeno, sólidos en suspensión, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, amoniacosulfuros, hierro, manganeso, metales pesados, gases disueltos como dióxido de carbono, DBO₅, DQO.
- c) Biológicos: Por último, los parámetros biológicos se relacionan con la presencia de especies biológicas en el agua, y su evaluación es de gran importancia ya que son un indicador de la calidad del recurso hídrico (Ramírez, 2010). Bacterianos (presencia de bacterias coliformes, indicadoras de contaminación fecal y otras como Salmonellas.); presencia de virus, comunidades de macroinvertebrados bentónicos estos son indicadores de buena calidad del agua en función de las especies más o menos tolerantes a la contaminación que aparezcan.

2.2.1.1 Parámetros físicos

Los parámetros físicos, son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbiedad, color, sabor, olor y temperatura.

Sabor y Olor: El sabor y olor del agua son determinaciones organolépticas de determinación subjetiva, para los cuales no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. Tienen un interés evidente en las aguas potables destinadas al consumo humano. Las aguas adquieren un sabor salado a partir de los 300 ppm de Cl^- , y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de $\text{SO}_4^{=}$. El CO_2 le da un gusto picante. Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un color y sabor desagradables (Rigola,1999).

Color: El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. No se pueden atribuir a ningún constituyente en exclusiva, aunque ciertos colores de aguas naturales son indicativos de ciertos contaminantes. El agua pura solo es azulada en grandes espesores. En general presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales, como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle color rojizo, y la del manganeso un color negro. El color afecta estéticamente la potabilidad de las aguas, puede representar un potencial de ciertos productos cuando se utiliza como material de proceso.

Las medidas de color se hacen normalmente en laboratorio por comparación con un estándar arbitrario a base de cloruro de cobalto Cl_2Co , y cloroplatinato de potasio Cl_6PtK_2 , y se expresa en una escala de unidades de Pt-Co (unidades Hazen) o simplemente Pt, las aguas subterráneas no suelen sobrepasar valores de 5 ppm de Pt, pero las superficiales pueden alcanzar varios centenares de ppm (Rigola,1999).

Turbidez: Rigola (1999), la turbidez es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso.

La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias. La medición en ppm de SiO₂ fue la más utilizada, pero, existen diferencias en los valores obtenidos según la sílice y la técnica empleadas por un laboratorio u otro. Existen varios tipos de turbidímetros modernos dando valores numéricos. Es prácticamente idéntico. El fundamento del turbidímetro de Jackson es la observación de una bujía a través de una columna de agua ensayada, cuya longitud se aumenta hasta que la llama desaparece. Con una célula fotoeléctrica se mejora la medida. El aparato se puede calibrar mediante suspensiones de polímeros de formacina, con la cual se deriva a una escala de unidades de formacina. En el nefelómetro se mide la intensidad de luz difractada al incidir un rayo luminoso sobre las partículas de suspensión y recogidas sobre una célula fotoeléctrica. La unidad nefelométrica (NTU o UNF), la unidad Jackson (JTU), y la unidad de formacina (FTU) se pueden intercambiar a efectos prácticos.

Las aguas subterráneas suelen tener valores inferiores a 1 ppm de sílice, pero las superficiales pueden alcanzar varias decenas. Las aguas con 1 ppm son muy transparentes y permiten ver a través de él hasta profundidades de 4 ó 5 m.

Conductividad y resistividad: Rigola (1999), la conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la materia ionizable total presente en el agua. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, y en su casi totalidad es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas presentes. La resistividad es la medida recíproca de la conductividad. El aparato utilizado es el conductímetro cuyo fundamento es la medida eléctrica de la resistencia de paso de la electricidad entre las dos caras opuestas de un prisma rectangular comparada con la de una solución de ClK a la misma temperatura y referida a 20°C. La medida de la

conductividad es una buena forma de control de calidad del agua, siempre que:

- No se trate de contaminación orgánica por sustancias no ionizables.
- Las mediciones se realizan a la misma temperatura.
- La composición del agua se mantenga relativamente constante

La unidad estándar de resistencia eléctrica es el ohm y la resistividad de las aguas se expresa convenientemente en megaohms-centímetro. La conductividad se expresa en el valor recíproco, normalmente como microsiemens por centímetro. Para el agua pura los valores respectivos son de 18,24 Mohms.cm y 0,05483 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 25°C (Rigola,1999).

Temperatura: Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (Rigola,1999).

2.2.1.2 Parámetros químicos

Ph: El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno, y se define como $\text{pH} = \log (1/a_{\text{H}^+})$. Es una medida de la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8. Su medición se realiza fácilmente con un pHmetro bien calibrado, aunque también se disponen de papeles especiales que, por coloración indican el pH (Rigola, 1999).

Dureza: la dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio (Rigola, 1999),

Existen distintas formas de dureza:

Dureza total o título hidrotimétrico, TH. Mide el contenido total de iones Ca^{++} y Mg^{++} . Se puede distinguir entre la dureza de calcio, THCa , y la dureza de magnesio THMg .

Dureza permanente o no carbonatada. Mide el contenido en iones Ca^{++} y Mg^{++} . después de someter el agua a ebullición durante media hora, después se recupera el volumen inicial con agua destilada.

Dureza temporal o carbonatada. Mide la dureza asociada a iones CO_3H^- , eliminable por ebullición, y es la diferencia entre la dureza total y la permanente.

La dureza se puede expresar como meq/L, en ppm de CO_3Ca , o en grados hidrométricos de los cuales el más común es el francés. Las aguas con menos de 50 ppm en CO_3Ca se llaman blandas, hasta 100 ligeramente duras, hasta 200 moderadamente duras, y a partir de 200 ppm muy duras.

Alcalinidad: La alcalinidad es una medida de la capacidad para neutralizar ácidos. Contribuyen a la alcalinidad principalmente los iones bicarbonato (CO_3H^-), carbonato ($\text{CO}_3^{=}$), y oxhidrilo (OH^-), pero también los fosfatos y ácido silícico u otros ácidos de carácter débil. Los bicarbonatos y los carbonatos pueden producir CO_2 en el vapor, que es una fuente de corrosión en las líneas de condensado. También pueden producir espumas, provocar arrastre de sólidos con el vapor y fragilizar el acero de las calderas. Se distingue entre la alcalinidad total o título alcalimétrico total, TAC, medida por adición hasta el viraje del anaranjado de metilo, a pH entre 4.4 y 3.1, también conocido como alcalinidad m, y la alcalinidad simple o título alcalimétrico, TA, medida por el viraje de la fenolftaleína, a pH entre 9.8 y 8.2, conocido como alcalinidad (Rigola, 1999).

Sólidos Disueltos: Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde al residuo seco con filtración previa. El origen de los sólidos disueltos puede ser múltiple, orgánico e inorgánico, tanto en aguas subterráneas como superficiales. (Rigola, 1999).

Sólidos en Suspensión: Los sólidos en suspensión (SS), es una medida de los sólidos sedimentables (no disueltos) que pueden ser retenidos en un filtro. Se puede determinar pesando el sólido que queda en el filtro, después de secado. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1ppm.(Rigola, 1999).

Sólidos totales: Los sólidos totales son la suma de los sólidos disueltos y de los sólidos en suspensión (Rigola, 1999).

Cloruros: Rigola (1999), el ion cloruro (Cl^-), forma sales en general muy solubles. Suele ir asociadas al ion Na^+ , especialmente en aguas muy salinas. Las aguas dulces contienen entre 10 y 250 ppm de cloruros, pero no es raro encontrar valores mucho mayores. El contenido en cloruros afecta la potabilidad del agua y su potencial uso agrícola e industrial. Se separa por intercambio iónico (Rigola, 1999).

Sulfatos: El ion sulfato (SO_4^-), corresponde a sales moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces contienen de 2 a 150 ppm. (Rigola, 1999).

Nitratos: Rigola (1999), el ion nitrato (NO_3^-), forma sales muy solubles y bastante estables aunque en medio reductor puede pasar a nitrito, nitrógeno o amoníaco. Las aguas normales contienen menos de 10 ppm, pero las aguas contaminadas principalmente por fertilizantes, pueden llegar a varios centenares de ppm. Concentraciones elevadas en las aguas de bebida pueden ser la causa de cianosis infantil. Se elimina por intercambio iónico.

Su presencia en las aguas superficiales, conjuntamente con fosfatos, determina la eutrofización, que se caracteriza por un excesivo crecimiento de las algas.

El nitrato es el contaminante más común en el agua subterránea es, debido a su alta solubilidad y por lo tanto, a su facilidad de transporte por el agua a través del suelo.

La organización Mundial de la Salud (OMS) fija el límite de nitrato en el agua de consumo humano en 50mg/L de nitrato. En cambio, la Agencia para la protección del medio Ambiente de Norteamérica (EPA) sitúa este límite en 10mg/L de nitrato. Por su parte la Comunidad Europea fijan los niveles máximos permitidos de nitratos en 50 mg/L (directiva 91/676/CEE).

Metales tóxicos: Los más comunes son el arsénico, el cadmio, el plomo, el cromo, el bario y el selenio. Todos ellos deben ser estrictamente controlados en

el origen de la contaminación. Las mediciones analíticas se realizan en general por espectrofotometría de absorción atómica (Rigola, 1999).

2.2.1.3 Parámetros biológicos

Tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas naturales. La descomposición de la materia animal y vegetal da lugar a ácidos húmicos y fúlvico y a materia colorantes. Los residuos domésticos contienen materias en descomposición, detergentes y microorganismos. De la actividad agrícola resultan residuos de herbicidas (Rigola, 1999).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua, mediante procesos biológicos aerobios. En general se refiere al oxígeno consumido en 5 días (DBO5). La DBO es una medida de la materia orgánica en el agua, expresada en mg/L. Es la cantidad de oxígeno disuelto que se requiere para la descomposición de la materia orgánica. La prueba de la DBO toma un período de cinco días. Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm. Un contenido superior es indicativo de contaminación. En las aguas superficiales su contenido es muy variable. En las aguas residuales domésticas se sitúa entre 100 y 350 ppm (Rigola, 1999).

Demanda química de oxígeno (DQO): La DQO es una medida de la materia orgánica e inorgánica en el agua, expresada en mg/l, es la cantidad de oxígeno disuelto requerida para la oxidación química completa de contaminantes. Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato o permanganato, por las materias oxidables contenidas en el agua, y también se expresa en ppm de O₂. Indica el contenido en materias orgánicas oxidables y otras sustancias reductoras, tales como Fe⁺⁺, NH₄⁺. Las aguas no contaminadas tienen valores de la DQO de 1 a 5ppm, o algo superiores. Las aguas residuales domésticas

suelen contener entre 250 y 600ppm. La relación entre los valores de la DBO y la DQO es un indicativo de la biodegradabilidad de la materia contaminante. En aguas residuales un valor de la relación DBO/DQO menor que 0,2 se interpreta como un vertido de tipo inorgánico y si es mayor que 0,6 como orgánico (Rigola, 1999).

Coliformes totales: El grupo coliforme se define como todas las bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa en cultivos a temperatura de 35°C a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en 24 horas. Entre ellos se encuentran la *Escherichia Coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. (Organización Panamericana de la Salud, 1987).

Coliformes termotolerantes: Las bacterias del grupo de los coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C se conocen como coliformes termotolerantes. En la mayoría de las aguas, el género predominante es *Escherichia*, pero algunos tipos de bacterias de los géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* también son termotolerantes. *Escherichia coli* se puede distinguir de los demás coliformes termotolerantes por su capacidad para producir indol a partir de triptófano o por la producción de la enzima β -glucuronidasa. *E. coli* está presente en concentraciones muy grandes en las heces humanas y animales, y raramente se encuentra en ausencia de contaminación fecal, aunque hay indicios de que puede crecer en suelos tropicales. Entre las especies de coliformes termotolerantes, además de *E. coli*, puede haber microorganismos ambientales. (Burchard, 2005)

2.2.2 Usos del agua

Se considera “uso” a cada una de las distintas clases de utilización del agua según su destino, cuya cantidad derivada del sistema hidrológico es tomada de los embalses o se extrae de los acuíferos (Hernández, 2005).

Uso es un concepto relacionado con el provecho que se obtiene de las cosas. En términos hídricos, se aplica como sinónimo de utilización, consumo o demanda, de forma tal que las necesidades de agua varían de un usuario a otro,

los usos del agua determinan la cantidad utilizada. El agua juega un papel primordial en el desarrollo de los seres vivientes sobre la tierra, pudiéndose decir que es la base de la vida. Se define al uso como la aplicación del agua en alguna actividad (Repda, 2010). Atendiendo a su uso se puede clasificar según:

2.2.2.1 Para consumo humano

Se refiere al agua que se usa para cocinar, beber y para uso doméstico. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003), señala que 50 litros implican un acceso razonable al agua (18.25 m³ al año/persona), lo que asegura contar con buena higiene, mientras que entre 100 y 200 litros aseguran el acceso óptimo que permite cubrir las necesidades hídricas básicas (higiene, salud y seguridad alimenticia) del hombre.

2.2.2.2 Para uso industrial

Se refiere al agua que sirve como materia prima o bien ingrediente en manufactura y/o fabricación, para lavar materia prima y producto, para transporte de material, para producir vapor en calderas, como refrigerante o calefacción en procesos térmicos, como lubricante, etc. Se incluye a la industria que toma el agua que requiere directamente de los ríos y arroyos, lagos o acuíferos del país (CONAGUA, 2010).

2.2.2.3 Para uso agrícola

Se entiende por uso agrícola, a la aplicación de aguas nacionales para riego destinada a la producción agrícola.

La agricultura es el sector que consume más agua, representando globalmente alrededor del 69 por ciento de toda la extracción, el consumo doméstico alcanza aproximadamente el 10 por ciento y la industria el 21 por ciento (FAO, 2003).

En la selva, debido al gran volumen de agua disponible, se utiliza tan solo el 0,02% del agua disponible naturalmente para esa región. El consumo promedio por persona es de 109 m³/año, aproximadamente 300 litros de agua por persona

al día (MINAG, 2006).

2.2.2.4 Para uso público

Se refiere al agua entregada a través de las redes de agua potable, las cuales abastecen a los usuarios domésticos (domicilios), así como a los diversos servicios conectados a dichas redes (incendios, fuentes, bebederos, etc.). El disponer de agua en cantidad y calidad suficiente para el consumo humano es una de las demandas básicas de la población, pues incide directamente en su salud y bienestar en general (REPDA, 2010). La Organización Mundial de la Salud señala que las necesidades básicas de agua se pueden cubrir con 20 litros por persona al día, aunque esta cantidad no asegura una buena calidad en la higiene; por su parte el Manifiesto del agua, propone un mínimo de 40 litros por persona al día como suministro básico (OMS, 2003).

2.2.2.5 Para uso recreativo

Por uso recreacional del agua, se entiende la actividad no consuntiva del agua que genera un bienestar social, sociológico, estético, al existir una relación directa o indirecta con ella. Este uso ha sido considerado un uso secundario particularmente por su carácter no consuntivo y también debido a que sus beneficios no son muy aparentes y difícilmente se pueden medir.

Los usos recreacionales del agua pueden dividirse en dos categorías:

Con contacto directo: todas aquellas actividades que se realizan en contacto con el agua como: natación, rafting, kayakismo, canotaje, velerismo, pesca entre otros. Además dentro de este grupo encontramos una clasificación aún más específica diferenciando entre contacto primario y contacto secundario. El contacto primario se refiere a la inmersión del cuerpo en el agua, por ejemplo, natación. El contacto secundario está referido solo al contacto con el agua sin inmersión, donde entrarían por ejemplo actividades como el rafting, canotaje y kayakismo entre otros (Samboni, 2007)

Sin contacto directo: actividades como: fotografías, caminatas, navegación en embarcaciones mayores, esparcimiento.

2.2.3 Alteración de la calidad del agua

Las características de agua son alteradas por la introducción de materias o formas de energía que, de modo directo o indirecto perjudican su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica. Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua (Gallego, 2000).

La contaminación de las aguas en el Perú es un problema muy antiguo. El crecimiento poblacional ha llevado a que los ríos, lagos y mares sirvan de botaderos de todo tipo de residuos, como por ejemplo la basura que constituyen los aceites usados. Por esto, podemos señalar que el grado de la contaminación en la naturaleza crece en la medida en que crece el desarrollo de las ciudades. Y en esta contaminación ambiental, el agua juega un papel importante por ser un elemento de transporte. Recordemos la definición de contaminación del agua: es la alteración de su calidad natural por la acción humana, que la hace total o parcialmente inadecuada para los usos a los que se destina. Las características que determinan la calidad del agua se refieren a sus aspectos físicos (temperatura, transparencia), químicos (sales, metales) y microbiológicos. De acuerdo a estas características, la calidad de un cuerpo de agua (como un lago o un río) puede permitir un uso concreto y no otros. Por ejemplo, el agua de un embalse o represa puede ser útil para producir energía eléctrica o para el regadío y, sin embargo, puede estar contaminada para ser usada para el consumo humano. Las aguas superficiales son las primeras en verse afectadas por la emisión constante de agentes contaminantes de cualquier procedencia. En Lima, la generación de aguas residuales se estima en 200 litros diarios por persona. Esta agua contiene una gran cantidad de sales disueltas, materias orgánicas, partículas, sólidos en suspensión y microorganismos patógenos (que causan enfermedades). Y llega a los ríos y al mar, en su mayor parte, sin ningún

tratamiento. Entre los ríos más contaminados del Perú están el Mantaro, San Juan, Yauli, Rímac, Moche, Santa, Cañete, Locumba y Huallaga. Las causas que generan esta situación son varias y entre ellas están la actividad minera, la actividad industrial y las ciudades que no cuentan con un sistema adecuado de saneamiento. Entre las lagunas más contaminadas están la laguna Junín, Quiulacocha, Huascacocha, Antauta y Llacsacocha, ello se debe principalmente a la actividad minera. Por otro lado, las zonas del litoral costero más contaminadas son: Chimbote, Supe, Carquin, Samanco, Tambo de Mora y Végueta por la actividad de la industria pesquera, y las de Ilo, por la industria minera. (MINAM, 2010).

Tabla 2.1 Datos sobre deterioro de la calidad del agua en el Perú

El deterioro de la calidad del agua	Datos sobre el tratamiento de agua en el Perú
Este es uno de los problemas más graves del país porque limita los potenciales usos del recurso y compromete el normal abastecimiento de agua a la población, así como provoca la alteración de los hábitats y la pérdida de especies, pudiéndose señalar entre sus principales causas: - El vertimiento de efluentes domésticos e industriales (manufactureros, mineros, agroquímicos) a los cuerpos de agua con alta carga orgánica, así como de sustancias peligrosas, entre ellas: agroquímicos, residuos químicos de actividades ilícitas y lixiviados provenientes de	Un estudio de la SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento) determinó que en el año 2007 en el país se realizaba el tratamiento del 29,1% de las aguas residuales domésticas urbanas a través de 143 plantas de tratamiento, vertiéndose el resto a los cauces de los ríos y lagos y al mar. Sin embargo, en este estudio también se muestra las debilidades y deficiencias de las citadas plantas de tratamiento (SUNASS 2008). Ese mismo año, el 63,7% de la población urbana tenía servicio de alcantarillado administrado por empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) y el resto era administrado directamente por las municipalidades, a través de operadores especializados (OES) en pequeñas ciudades, comités de agua o simplemente no se contaba con dicho servicio. Durante ese año, los sistemas de alcantarillado recolectaron aproximadamente 747,3 hm ³ (hectómetros cúbicos) de aguas

<p>relaves abandonados de la minería y de botaderos de residuos sólidos. - El insuficiente y deficiente tratamiento de las aguas residuales domésticas y no domésticas (principalmente de origen minero, manufacturero, pesquero y agrario, entre otros).</p>	<p>residuales provenientes de las descargas de los usuarios (domésticos, comerciales, industriales y otros) conectados al servicio. Al año 2009, de las 253 autorizaciones de vertimiento, 38% correspondían al subsector minero, 31% al subsector pesquería, 15% al subsector hidrocarburos, 9% al subsector industrial y 7% a los subsectores saneamiento, construcción, energía y pecuario.</p>
---	--

Fuente: (Brack, y Mendiola, 2006).

2.2.4 Estándares de Calidad Ambiental para el agua (ECA)

Según el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el ECA (Estándares de calidad ambiental para agua) no es otra cosa, que la medida que establece el nivel o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpos receptores, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente. Según el parámetro particular a que se refiera, la concentración o grado podrá expresarse en máximos, mínimos o rangos (MINAM, 2010).

Establece concentraciones de elementos, sustancias o parámetros que puede contener el agua sin afectar la calidad del recurso para determinados usos específicos. Los estándares se establecen de acuerdo a cuatro categorías: Poblacional y Recreacional, con tres subcategorías cuando las aguas son destinadas para la producción de agua potable y dos subcategorías cuando las aguas son destinadas para la recreación (Contacto primario y secundario. No encontramos una definición de ambas subcategorías); Aguas para actividades marino costeras con tres subcategorías, Aguas para riego de vegetales y bebida de animales y Aguas para la conservación del ambiente acuático que tiene las subcategorías de lagunas y lagos, ríos de costa y sierra, ríos de selva, estuarios y ecosistemas marinos (MINAM, 2008)

Tabla 2.2 Definición de los parámetros Físico - Químicos.

PARÁMETROS	DEFINICIÓN
FÍSICO-QUÍMICOS	
Bicarbonatos y Carbonatos	Estos iones comunican alcalinidad al agua en el sentido que da capacidad de consumo de ácido al producir una solución tampón. Se pueden precipitar con mucha facilidad como CO_3Ca .
Fluoruro	El flúor es un gas corrosivo de color amarillo pálido, fuertemente oxidante. Es el elemento más electronegativo y reactivo y forma compuestos con prácticamente todo el resto de elementos. Se encuentra en la naturaleza combinado y tiene tal afinidad por otros elementos.
Cloruro	Los cloruros aparecen en todas las aguas naturales en concentraciones que varían ampliamente, en las aguas de mar el nivel de cloruros es muy alto, en promedio de 1900 mg/l, constituyen el ion predominante. En aguas superficiales, su contenido es generalmente menor que los bicarbonatos y sulfatos.
Nitratos y nitritos	El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es NO_3 . El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO_2). Nitrato es una forma de nitrógeno que todas las plantas necesitan para crecer. Desafortunadamente, los nitratos pueden contaminar los acuíferos de agua subterránea.
Ph	El pH expresa la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución. El pH del agua natural depende de la concentración de CO_2 . El pH de las aguas naturales se debe a la composición de los terrenos atravesados, el pH alcalino indica que los suelos son calizos y el pH ácido que son silíceos.
Sulfuros	Los sulfuros son minerales constituidos por el enlace entre el azufre y elementos metálicos, tales como el cobre, hierro, plomo, zinc, etc. Los minerales sulfurados de cobre más comunes son calcopirita (CuFeS_2), bornita (Cu_5FeS_4), calcosina (Cu_2S), covelina (CuS) y enargita (Cu_3AsS_4).
Conductividad	La Conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones. Proviene de una base, un ácido o una sal, disociadas en iones.
Demanda bioquímica de oxígeno	La DBO es una prueba que mide la cantidad de oxígeno consumido en la degradación Bioquímica de la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios.
Sulfatos	Los sulfatos son las sales o los esteres del ácido sulfúrico. Contienen como unidad común un átomo de azufre en el centro del tetraedro formado por cuatro átomos de oxígeno.
Berilio	Es un metal gris de peso ligero con fuerza tensil elevada, muy duro, muy elástico. Sus propiedades químicas están entre las del aluminio y las del manganeso.
Sodio	Es un elemento metálico blanco plateado, extremadamente blando y muy reactivo. El sodio es un metal tan blando que puede cortarse con un cuchillo. Tiene una dureza de 0,4. Se oxida con rapidez al exponerlo al aire y reacciona violentamente con agua formando hidróxido de sodio e hidrógeno.
Calcio	El calcio (Ca) es acumulado por las plantas, especialmente en las hojas donde se deposita irreversiblemente, es un elemento esencial para el crecimiento de meristemas y particularmente para el crecimiento y funcionamiento apropiado de los ápices radicales
Oxígeno disuelto	Es el oxígeno que está disuelto en el agua, esto se logra por la aireación y como un producto de desecho de la fotosíntesis. La solubilidad del oxígeno en agua depende, además de su presión parcial, de la temperatura.

Fuente: Laboratorio de las Aguas del Gobierno Regional de Cajamarca.

Tabla 2.3 Definición de los parámetros Inorgánicos.

PARÁMETROS INORGÁNICOS	DEFINICIÓN
Aluminio	Es un metal plateado con una densidad de 2.70 g/cm ³ a 20°C (1.56 oz/in ³ a 68°F). El que existe en la naturaleza consta de un solo isótopo, 2713Al. El aluminio se conoce por su alta conductividad eléctrica y térmica, lo mismo que por su gran reflectividad.
Arsénico	Es un metaloide de color gris plateado, brillante, quebradizo y amorfo, de olor aliáceo, que en contacto con el aire húmedo se oxida fácilmente formando Trióxido de Arsénico o Anhídrido Arsenioso o Arsénico blanco.
Boro	Es de color negro azabache a gris plateado con brillo metálico. Una forma de boro cristalino es rojo brillante. La forma amorfa es menos densa que la cristalina y es un polvo que va del café castaño al negro.
Bario	Es un metal plateado-blancuzco que puede ser encontrado en el medioambiente, donde existe de forma natural. Aparece combinado con otros elementos químicos, como el azufre, carbón u oxígeno.
Cadmio	Es un metal blanco plateado dúctil y maleable. Puede cortarse fácilmente con el cuchillo. Es insoluble en bases, se disuelve en ácido nítrico diluido y es poco soluble en los ácidos sulfúricos y clorhídricos.
Cromo	Es un metal de transición duro, frágil, gris acerado y brillante. Es muy resistente frente a la corrosión
Cobre	Es blando, maleable, dúctil y un buen conductor del calor. Se le considera semiprecioso. Pues solo es atacado directamente por los ácidos oxidantes. En presencia de O ₂ es atacado por otros ácidos.
Hierro	Es un elemento metálico, magnético, maleable y de color blanco plateado. Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y magnético. Está presente en las aguas freáticas y en la hemoglobina roja de la sangre.
Manganeso	Es un metal que ocurre naturalmente y que se encuentra en muchos tipos de rocas. El manganeso puro es de color plateado, pero no ocurre naturalmente en esta forma.
Plomo	Es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 s 16°C (61°F)), de color azuloso, que se empaña para adquirir un color gris mate. El plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos.
Selenio	Es un metaloide parecido al azufre y un subproducto de la industria del cobre que a temperatura ambiente se presenta como una sustancia sólida, insoluble en agua y en solventes orgánicos.
Zinc	Es un metal blanco ligeramente azulado y brillante. Es un metal quebradizo cuando esta frío, pero se vuelve maleable y dúctil entre 100 y 150°C.
Niquel	Es un elemento natural muy abundante, metal duro, maleable y dúctil, que puede presentar un intenso brillo. Tiene propiedades magnéticas por debajo de 345 °C.
Plata	Es un metal moderadamente suave, de color blanco, un poco más duro que el oro. Cuando se pule adquiere un lustre brillante y reflejo el 95% de la luz que incide sobre ella. Su densidad es 10.5 veces la del agua.
Mercurio	Es de color gris claro, como plateado y bastante brillante. Es el único metal líquido a temperatura ambiente. Es además muy volátil. Su dilatación es uniforme a cualquier temperatura.
Magnesio	Es blanco plateado y muy ligero. Su densidad relativa es de 1.74 y su densidad de 1740 kg/m ³ . Es el metal estructural más ligero en la industria, debido a su bajo peso y capacidad para formar aleaciones mecánicamente resistentes.
Cianuro wad	Se halla donde halla vida e industria, existen dos formas tanto las inorgánicas como las orgánicas, los cianuros se emplean en múltiples métodos industriales, durante algunos de estos usos se puede producir contaminación del aire y del agua además el empleo ocasional del cianuro en la exterminación de plagas puede contaminar el agua.

Fuente: Laboratorio de las Aguas del Gobierno Regional de Cajamarca.

Tabla 2.4 Definición de los parámetros Orgánicos y Biológicos.

PARÁMETROS	DEFINICIÓN
ORGÁNICOS	
Aceites y grasas	Altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.
Fenoles	Las características toxicas del fenol está en el producto y el efluente, sus efectos adversos presentados en su destino final del fenol en el ambiente y su remoción es complicado y difícil por diversos factores; ALEMANY <i>et al</i> (1996) mencionan algunos de ellos: su alta solubilidad en el agua a temperatura ambiente, su habilidad para ionizarse, su baja presión de vapor y su tendencia a la oxidación.
Sustancias activas para el azul de metileno (detergentes)	Son compuestos de materiales orgánicos superficialmente activo en soluciones acuosas. Las moléculas de los compuestos superficialmente activos, son grandes, un extremo de la molécula muy soluble en agua y el otro soluble en aceites; generalmente se usan como sales de sodio o de potasio. Los detergentes, en el agua alteran su tensión superficial y permiten la formación de burbujas estables de aire, gracias a su contenido de agentes superficiales activos o surfactantes, sustancias que combinan en una sola molécula un grupo fuertemente hidrofobico con uno fuertemente hidrofílico.
Plaguicidas	El principal origen de los plaguicidas en el ambiente es consecuencia de las aplicaciones que se realizan a los cultivos agrícolas y forestales mediante distintos métodos de aplicación terrestres y aéreos.
Biológicos	
Coliformes Termotolerantes, coliformes totales	Los coliformes termo tolerantes comprenden a los géneros de <i>Escherichia</i> y en menor grado <i>Klebsiella</i> , <i>Enterobacter</i> y <i>Citrobacter</i> . Este grupo de organismos puede fermentar la lactosa entre 44 – 45 °C. Los estreptococos fecales están constituidos por especie del genero <i>Streptococcus</i> como <i>S.Faecalis</i> , <i>S. Faecium</i> , <i>S. Avium</i> , <i>S. Bovis</i> , <i>S. Equim</i> y <i>S. Gallinarum</i> . Los enterococos se diferencian de los estreptococos por su capacidad para crecer en CINa al 6,5% y pH 9,6 a 45°C. Las bacterias del grupo coliforme se encuentran en el intestino, en las heces humanas y en las de animales de sangre caliente. Se denomina <i>organismos coliformes</i> a las bacterias gramnegativas en forma de bastoncillos, no esporuladas, aerobias y anaerobias facultativas y oxidasa negativa, capaces de crecer en presencia de sales biliares u otros compuestos tensoactivos; fermentan la lactosa a temperaturas de 35 oC a 37 oC con producción de ácido, gas y aldehído entre 24 y 48 horas. Pertenecen a este grupo los siguientes géneros: <i>Escherichia</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Enterobacter</i> y <i>Klebsiella</i> .
Escherichia coli	Pertenece a la familia de las enterobacteriaceas, posee las enzimas beta-galactosidasa. Se desarrolla a 44 – 45 C° en medios complejos, fermenta la lactosa y el manitol liberando ácido y gas, produciendo índole a partir del triptofano. Algunas cepas pueden desarrollarse a 37 C° pero no a 44 – 45 C° y algunas no liberan gas. La escherichia Coli no produce oxidasa ni hidroliza la urea.La Escherichia coli. es el principal indicador bacteriano en el agua. Estudios efectuados han demostrado que la <i>E. coli</i> está presente en las heces de humanos y animales de sangre caliente entre 108 y 109 por gramo de heces.
Huevos de helmintos	Los huevos son de color parduzco y los fecundados tienen forma elíptica, miden de 45 a 75 micras de largo y de 35 a 50 micras de ancho. Tienen una cubierta externa gruesa de superficie mamelonada y de color café. Los huevos deben madurar en el suelo antes de ser infectivos. Los Nematodos son gusanos redondos, como el <i>Ascaris lumbricoides</i> , y los Platelminfos son acintados, como la <i>Taenia solium</i> .

Fuente: Laboratorio de las Aguas del Gobierno Regional de Cajamarca.

2.2.5 Modificación de los Estándares de Calidad Ambiental para el agua

Mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, publicado el 19 de diciembre de 2015, en el diario oficial El Peruano, el Ministerio del Ambiente (MINAM), en coordinación con todos los sectores gubernamentales, en un proceso iniciado el año 2012 y luego de la pre publicación del proyecto y de la consulta pública respectiva, aprobó los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA de Agua); así como las disposiciones para su aplicación. Ello fue resultado luego de un riguroso proceso técnico y científico que permitió analizar la situación de los estándares aprobados hace siete años (2008), a la luz de las normas técnicas emitidas por los órganos especializados en esa materia y con el claro objetivo de proteger la salud de las personas y el ambiente. Por ello, el MINAM. considera importante compartir la siguiente información relativa al proceso y al contenido de esta importante norma:

1. El Estándar de Calidad Ambiental es legalmente “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”. De manera específica y conforme se señala líneas adelante, el ECA de agua es una unidad de medida para determinar el uso que puede darse a un cuerpo de agua en función a la calidad que presenta, ya sea por sus valores naturales o por la carga contaminante a la que pueda estar expuesta. Un ECA no es un valor de medición para una emisión o efluente. Así, en el caso de una autorización de vertimiento, esta autoriza el vertimiento de manera tal que no se exceda el ECA, que está predeterminado en función del uso del agua.

Dicho de otra manera, los ECA para agua están orientados a proteger el ambiente y la salud y establecen objetivos de calidad que deben ser cumplidos por los diversos titulares de actividades económicas de diversos sectores, y contienen parámetros para determinar el uso que puede darse a un cuerpo de agua.

2. En el Perú, desde la Ley de Aguas (Decreto Ley N° 17752 de 1969) y luego con la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338 del año 2009); se señala que los ECA de Agua deben fijarse en función a las categorías determinadas en relación al uso que se le va a dar al cuerpo natural de agua como se detalla a continuación:

Tabla 2.5 Modificación ECA para el agua

Categoría	Descripción	Subcategoría	Descripción
Categoría 1-A	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	A1	Agua que puede ser potabilizada con desinfección
		A2	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional
		A3	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento avanzado
Categoría 1-B	Aguas superficiales destinadas a recreación	B1	Contacto primario
		B2	Contacto secundario
Categoría 2: Actividades de extracción y cultivo marino costeras y continentales	Agua de mar	C1	Extracción y cultivo de moluscos bivalvos
		C2	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas
		C3	Otras actividades
	Agua continental	C4	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	Parámetros para riego de vegetales	D1	Riego de cultivos de tallo alto y bajo
	Parámetros para bebida de animales	D2	Bebida de animales
Categoría 4	Conservación del Ambiente Acuático	E1	Lagunas y lagos
		E2: Ríos	Ríos de costa y sierra
			Ríos de selva
		E3: Ecosistemas marino costeras	Estuarios
	Marinos		

FUENTE: MINAM, 2015

3. Es decir, en cada categoría de ECA de Agua se debe establecer un valor en relación al uso que se le pretende dar al cuerpo natural correspondiente. Por ejemplo, si se quiere destinar un cuerpo de agua a la producción de agua para consumo humano deben considerarse los valores establecidos en la Categoría En cambio, si se quiere destinar un cuerpo de agua para riego deben considerarse los valores establecidos en la Categoría 3.

4. Asimismo, es importante destacar que los ECA de Agua del Perú se han establecido considerando referentes internacionales. Por ello, la regulación peruana ha empleado, para las aguas destinadas a la producción de agua potable (Categoría 1), preferentemente las actualizaciones de la Organización Mundial para la Salud (OMS); en el caso de aguas para riego de vegetales y bebidas de animales (Categoría 3) se han adoptado las correspondientes a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); así como a la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA). Es necesario precisar además que, estas guías internacionales se actualizan continuamente en función a estudios periódicos de toxicidad. El D.S. N° 015-2015-MINAM que actualiza los ECAs para Agua ha considerado las guías más recientes

Para la implementación del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y D.S. N°015 – 2015-MINAM, se tiene en consideración las siguientes precisiones de las Categorías de los ECA para Agua:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

- Sub Categoría 1-A. Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

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.

- Sub Categoría 1-B. Aguas superficiales destinadas para recreación

Son las aguas superficiales destinadas al uso recreativo, que en la zona costera marina comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea y que en las aguas continentales su amplitud es definida por la autoridad competente.

Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino Costeras y Continentales

- Sub Categoría C1: Extracción y cultivo de moluscos bivalvos en aguas marino costeras.
- Sub Categoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras.
- Sub Categoría C3: Otras Actividades en aguas marino costeras; Entiéndase a las aguas destinadas para actividades diferentes a las precisadas en las subcategorías C1 y C2, tales como infraestructura marina portuaria, de actividades industriales y de servicios de saneamiento.
- Sub Categoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas; Entiéndase a los cuerpos de agua destinadas a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales

- Subcategoría D1: Vegetales de Tallo Bajo y Alto.
Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo (tallo bajo), tales como plantas de ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio, arvejas y similares) y de plantas de

porte arbustivo o arbóreo (tallo alto), tales como árboles forestales, frutales, entre otros.

- Sub Categoría D2: Bebida de Animales.

Entiéndase como aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, ovino, porcino, equino o camélido, y para animales menores, como ganado caprino, cuyes, aves y conejos.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

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

- Sub Categoría E1: Lagunas y Lagos

Comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua, de origen y estado natural y léntico incluyendo humedales.

- Sub Categoría E2: Ríos

- Sub Categoría E3: Ecosistemas Marino Costeros

Marino.- Entiéndase como zona del mar comprendida desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional

2.2.6 Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica se define como un área de terreno que desagua en una quebrada, río, lago, pantano, acuífero, bahía o estuario. Toda el agua proveniente de lluvias y riego que corre por la superficie del suelo en un valle desemboca en quebradas y ríos que fluyen directamente al mar. La cantidad de agua que va a tener una cuenca hidrográfica dependerá de la cantidad de lluvia que reciba, su tamaño y forma. El tipo de suelo de la cuenca influirá en la humedad y la escorrentía.

El manual de manejo de cuencas (World Vision), denomina a una cuenca hidrográfica como un “espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar.”



GRÁFICO 2. 1: CUENCA HIDROGRAFICA
FUENTE: Riveros, 2016

El ámbito de la cuenca y el conjunto de sus partes las subcuencas, y microcuencas y que reúnen en cabecera de sus nacientes el recurso de agua, y su respectivo suelo, clima, flora y fauna, se comportan y actúan como unidades de estructura en función del equilibrio de la naturaleza, es decir actúan como Sistemas Ecológicos y cuyo curso vital es el agua.

Cuenca Hidrográfica es el área de escurrimiento del agua de lluvia hacia un río o punto determinado. Su contorno o perímetro se encuentra limitado por el lomo o filo de las montañas, denominado parte aguas.

En otras palabras la cuenca hidrográfica tiene forma cóncava como la de un cucharón, donde escurre el agua que llueve hacia las quebradas y a los ríos. El borde de ese cucharón llamado cuenca, lo conforman las montañas más altas alrededor de esos ríos y quebradas.

2.2.6.1 División de la cuenca

La cuenca puede subdividirse de varias formas, siendo común el uso del término subcuenca para denominar a las unidades de menor jerarquía, drenadas por un tributario del río principal. El término microcuenca se emplea para definir las unidades hidrográficas más pequeñas dentro de una cuenca principal. Esta subdivisión de las cuencas permite una mejor priorización de las unidades de intervención o tratamiento.

Subcuenca: Es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca; varias subcuentas pueden conformar una cuenca.

Microcuenca: Es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una Subcuenca; varias micro-cuencas pueden conformar una Subcuenca.

Quebradas: es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una microcuenca. Varias quebradas pueden conformar una microcuenca.

Agua Superficial. Toda el agua que se encuentra por encima de la superficie del terreno y que incluye el agua de los ríos, lagos, océanos, glaciares, etc. El agua superficial se incluye en el Ciclo hidrológico.

Agua Subterránea. Es el agua que se encuentra bajo la superficie de la Tierra o en la litosfera, que circula dentro de ella y que ocupa los huecos (poros) existentes entre las diferentes partículas que constituyen las rocas. El agua subterránea forma parte del Ciclo hidrológico. (Riveros, 2016)

2.2.6.2 Microcuenca

Existen criterios relacionados con el tamaño de la cuenca y están relacionados con el número de orden de drenaje y/o con el tamaño del área que encierran. Con relación al tamaño, en las grandes vertientes, el termino de área para definir cuenca, subcuenca o microcuenca debe adaptarse a otras consideraciones físicas, naturales o socio económicas.

UNIDAD	N° DE ORDEN	AREA (Km²)
Microcuenca	1,2,3	10 – 500
Subcuenca	4,5	500 – 2000
Cuenca	6,7 o más	Más de 2000

Fuente: (Faustino y Jiménez, 2000).

Una microcuenca hidrográfica, al igual que la cuenca, es una unidad física determinada por la línea divisoria de las aguas, que delimite los puntos desde los cuales toda el agua escurre hacia el fondo de un mismo valle, río o arroyo. Al unirse el caudal y superficie drenada de varias microcuencas, se conforman las cuencas hidrográficas de mayor tamaño.

Una microcuenca hidrográfica es una unidad topográfica/hidrológica de terreno que es drenada por una misma corriente de agua. Las características de esta corriente están en gran parte determinadas por el uso y manejo de la tierra y la cobertura vegetal de la microcuenca.

Todas las actividades desarrolladas por el hombre en una microcuenca están relacionadas por el ciclo del agua. El manejo de los suelos, el agua y los cultivos realizados en las partes más altas de la microcuenca tendrán a su vez importantes repercusiones sobre los recursos ubicados aguas abajo.

2.2.7 Índice de Calidad del Agua (ICA)

Consiste básicamente en una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, las cuales sirven como una medida de la calidad del agua. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color. Puede ser usado como marco de referencia único para comunicar información sobre la calidad del ambiente afectado y para evaluar la vulnerabilidad o la susceptibilidad del agua a la contaminación. (Canter, 1996).

El aumento en los niveles de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas ha generado la necesidad de cuantificar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua. Por otra parte, debido a las diferencias de interpretación entre los encargados de tomar decisiones, los expertos en el tema y del público en general, existe un esfuerzo creciente para desarrollar un sistema indicador que agrupe los parámetros contaminantes más representativos dentro de un marco de referencia unificado. El monitoreo de un cuerpo de agua para detectar su grado de contaminación, conduce a obtener una inmensa cantidad de datos de varios parámetros, incluso dimensionalmente distintos, que hace difícil detectar patrones de contaminación.

El Índice de Calidad del Agua (ICA) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura, como forma de agrupación simplificada de algunos parámetros, indicadores de un deterioro en calidad del agua, es una manera de comunicar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua. Sin embargo, para que dicho índice sea práctico debe de reducir la enorme cantidad de parámetros a una forma más simple, y durante el proceso de simplificación algo de información se sacrifica.

Los índices de calidad del agua son expresiones simplificadas de un conjunto complejo de variables y resultan ser eficaces para transmitir información sobre calidad del agua, a quienes toman decisiones y al público también. Existen índices de calidad del agua, como índices biológicos o índices que utilizan indicadores físicos y químicos (Salazar, 2009).

2.2.8 Importancia de la Calidad del agua.

Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incrementos en consumo per cápita, la contaminación de fuentes de agua y en general, al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas (Radulovich, 1997). Faustino (1997), refiere que aunque la cantidad de agua es constante, la calidad de la misma va disminuyendo rápidamente como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual generaría estrés hídrico a nivel 9 general en la mayoría de los países centroamericanos, siendo más notorio en las ciudades capitales. La magnitud del problema de la contaminación es tal, que en muchos países es ya imposible solucionar el problema mediante dilución (por efecto del aumento de caudal) y que a largo plazo se prevé un descenso de los recursos alimentarios sostenibles (Ongley, 1997). Con el aumento de la población va implícito la cantidad de desechos generados, en el que los vertederos de basura son focos posibles de contaminación, al arrastrar la lluvia en forma superficial o filtrándose a través del suelo, ciertos elementos solubles que se incorporan a los recursos de agua existentes y aun en mayor grado si entran directamente en contacto con aguas superficiales o subterráneas (Anónimo, s.f.). Las implicaciones de consumir agua contaminada son variadas; en el contexto de salud pública, la OMS (1998) calcula que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en desarrollo tienen por causa el agua contaminada, ya que alrededor del 70% del agua consumida directamente por humanos en zonas rurales está altamente contaminada por heces fecales (Radulovich, 1997).

Lo anterior posee relación con la escorrentía superficial, una forma de contaminación difusa o no localizada. La contaminación por fuentes no localizadas contribuyen significativamente con niveles altos de agentes patógenos en la masas de aguas superficiales, especialmente coliformes termotolerantes (Ongley, 1997). En este sentido, un suministro de agua para usos domésticos en cantidad y calidad suficiente contribuiría a reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por la vía fecal-oral (OMS, 1998)

2.2.8.1 Desarrollo Sostenible.

La ONU plantea en el Informe de Brundtland (1987) que el desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Este concepto enfatiza los valores del desarrollo económico, protección ambiental, equidad y progreso social en el presente y el futuro.

Por tanto, el desarrollo sostenible es definido como una fórmula que busca resolver el real conflicto entre la economía y el medio ambiente (Leiserowitz, Kates y Parris 2006, p415).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Agua: Es un compuesto químico formado por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O), o un ión de hidrógeno y otro de oxidrilo (OH). su fórmula es H₂O. (Dávila, 2011)

Aguas residuales: Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. (OEFA. 2014).

Aguas para bebedero de animales: Entiéndase como aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, ovino, porcino, equino o camélido, y para animales menores, como ganado caprino, cuyes, aves y conejos. (FAO. 2008)

Aguas para riego: Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo (tallo bajo), tales como plantas de ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio, arvejas y similares) y de plantas de porte arbustivo o arbóreo (tallo alto), tales como árboles forestales, frutales, entre otros. (FAO. 2008)

Aguas superficiales: Aguas superficiales continentales son todas las aguas quietas o corrientes en la superficie del suelo. Se trata de aguas que discurren por la superficie de las tierras emergidas (plataforma continental) y que, de forma general, proceden de las precipitaciones de cada cuenca. (Dávila, 2011)

Alteración calidad del agua: Es el cambio de las características, y el estado normal de las propiedades del agua. (MINAM, 2010).

Autoridad Nacional del Agua (ANA): Ejerce de manera exclusiva acciones de control, supervisión, fiscalización y sanción para asegurar la calidad del agua en sus fuentes naturales y en la infraestructura hidráulica pública. (OEFA. 2014).

Calidad del agua: Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. (MINAM, 2010).

Contaminación del agua: Es una modificación de esta, generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales. (Peñaloza, 2012.)

Cuenca hidrográfica: Es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. (Dávila, 2011)

Estándar de Calidad Ambiental (ECA). Es 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. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. (MINAM, 2016).

Microcuenca: Una micro cuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una subcuenca; es decir, que una subcuenca está dividida en varias microcuencas. Terreno delimitado por las partes altas de una montaña, donde se concentra el agua lluvia que es consumida por el suelo para luego desplazarse por un cauce y desembocar en una quebrada, río o lago. (Sociedad Geográfica de Lima, 2011).

Límite máximo permisibles (LMP) : Son la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. (OEFA. 2014).

Muestreo de agua: Es una herramienta del monitoreo. Su función básica es la extracción de una parte del cuerpo de agua para determinar sus características y condiciones actuales. (FUENTE: OEFA. 2014).

Parámetro: Es un elemento descriptivo de una variable o una característica numérica de la misma (media, mediana, varianza, rango, etc.). (FUENTE: RAE. 2016)

Recurso hídrico: Recurso natural renovable que fluye en los cuerpos naturales de agua continental y marino, y sus bienes asociados. (OEFA,2014).

Río: En el marco natural, el río es un curso de agua que se mantiene en permanente movimiento (no estancada) y que se conecta con otros cursos de agua mayores como lagos, mares, océanos u otros ríos, en los que precisamente desemboca. (Fuente: OEFA, 2014).

Subcuenca: Se habla de subcuencas para referirse a los territorios que drenan por cursos de agua que desembocan en el curso principal de una cuenca; o sea la cuenca se subdivide en subcuencas que corresponden a los cursos de agua que terminan en el curso principal. También se puede definir como una subdivisión de la cuenca. Es decir que en una cuenca puede haber varias subcuencas. (Avendaño, 2014).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

3.1.1 Ubicación Política

La unidad de investigación la microcuenca del río Challhuahuacho, se ubica al sur del territorio peruano en el flanco sur occidental de la Cordillera de los Andes. Se encuentra ubicada en el departamento de Apurímac, provincia de Cotabambas, distrito Challhuahuacho.

El río Challhuahuacho se conoce también como Río Challahuacho, río Challucahuacho, río Ferrobamba. Sus coordenadas geográficas son 13°54'0" S y 72°7'0" W. (797178.84 E - 8437382.66 N)

3.1.2 Ubicación hidrográfica

La microcuenca tiene una orientación de Suroeste a Noreste y pertenece a la cuenca del río Apurímac y subcuenca del río Santo Tomas, el cual sirve de límite con la región del Cusco.

La micro cuenca del río Challhuahuacho aguas arriba de la cota 3,690 msnm, tiene una superficie total de 468.7 km² y pertenece a la vertiente del Atlántico. En sus nacientes, posee dirección Oeste-Este, cambiando a Suroeste Noreste, aguas abajo de su confluencia con el río Conchacota.

Región Apurímac



Provincia Cotabamba



Distrito Challhuahuacho

Gráfico 3. 1: Ubicación política.

3.1.3 Accesibilidad:

RUTA	TIEMPO	TIPO DE VÍA	DISTANCIA
Cusco – Challhuahuacho	8 horas	Afirmada	200 km
Abancay – Challhuahuacho	9 horas	Afirmada	201 km

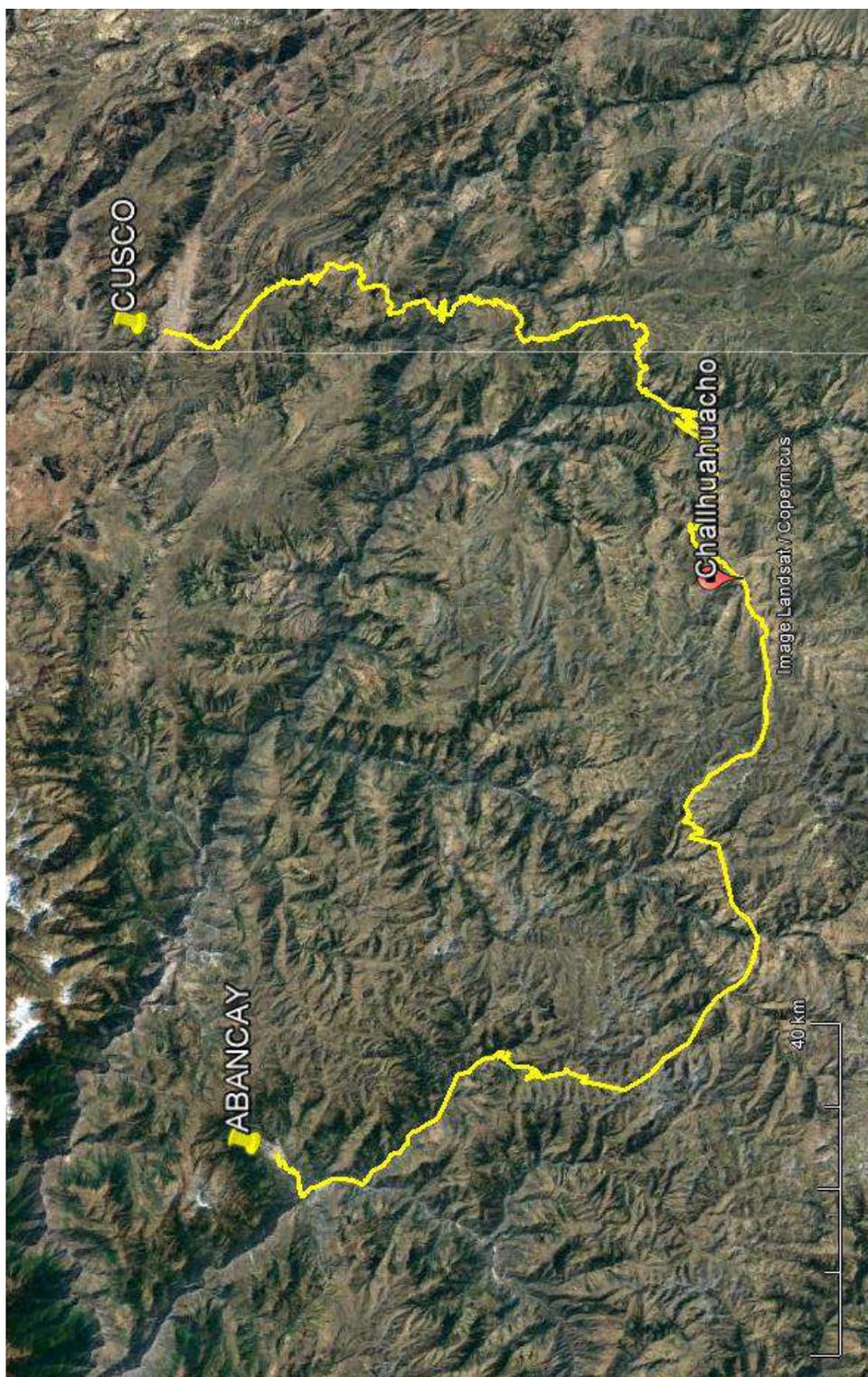


Gráfico 3.2: Accesibilidad
Fuente: Google Earth, 2016

3.2 PROCEDIMIENTO Y TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

3.2.1 Metodología:

3.2.1.1 Trabajo de Gabinete:

- **Delimitación del área de trabajo:**

El drenaje hidrográfico en la Región todos sus ríos convergen hacia la cuenca del río Apurímac, al que dan sus aguas por la margen izquierda. De acuerdo a su ubicación y recorrido llegan a conformar tres cuencas, se clasifican en aguas de régimen permanente y aguas de régimen estacional. Así mismo se ha contabilizado 316 lagunas y 162 ríos (ODM, 2011), sistema que se muestra a continuación:

Tabla 3.1 Cuencas y Subcuencas del Departamento de Apurímac

CUENCA	SUBCUENCA	Principales Ríos.
Cuenca del río Apurímac	Santo Tomás	Nahuinlla, Challhuahuacho , Palccaro, Cayarani, Ccocha, Tambobamba, Punanqui, Huarajo.
	Vilcabamba	Ríos Vilcabamba, T.Oropesa, Trapiche, Chacapampa, Pallcca, Chuquibambilla, Rancahuasi, Nahuinlla, Sarcconta y Antilla.
Cuenca del río Pachachaca	Antabamba	Ríos Ccocho, Ceccantía, Antabamba, Mollebama, Turisa, Palccayño.
	Chalhuanca	Ríos Cotaruse, Colca, Caraybamba, Aparaya, Chacña, San Mateo, Pincos, Pichirhua, Anchicha, Ocobamba, Silcón y Mariño.
Cuenca del río Pampas	Chumbao	Río Chumbao, Cocas, y Soccus
	Chicha	Río Soras, Chicha, Pampachirí, Ccollpa, Tambillo, Huancaray, Pomabamba, Chincheros, Blanco y Pincos.

Fuente: Diagnóstico socioeconómico de la región Apurímac – ODM, 2011

Se determinó como unidad de análisis a la Microcuenca hidrográfica del río Challhuahuacho, delimitada por los límites de la comunidad Challhuahuacho y tiene una extensión de 468.7 km².

- **Recopilación de información bibliográfica**

Una vez hecha la delimitación de la investigación se realizó la búsqueda bibliográfica de información relacionada a:

- Estudios Geológicos
- Estudios hidrogeológicos
- Estudios hidrológicos
- Estudios de ordenamiento territorial
- Estudios ambientales

3.2.1.2 Trabajo de Campo:

Muestreo de agua

Este muestreo consistió en la extracción de muestras de agua de los 2 puntos seleccionados en éste estudio estos puntos fueron seleccionado considerando su ubicación y la importancia para ello estuvo en cuentas las siguientes consideraciones.

Cadena de vigilancia

Es el proceso a seguir para asegurar la integridad de la muestra desde la toma hasta llegar al informe final del análisis, de tal forma que la muestra esté siempre bajo vigilancia y responsabilidad personal, para lo cual hay que seguir una serie de aspectos de esta cadena, tales como:

- a) Etiquetado de las muestras donde conste al menos el número de la muestra, fecha, hora, lugar de la toma y nombre de quien la ha hecho.
- b) Sellado de la toma, el cual se hará delante de quien ha hecho la toma.
- c) Libro de registro de campo, en el que se registrará, al menos, el objeto y la localización de la toma, número y volumen de las muestras, descripción del

punto donde se ha realizado, fecha y otros datos de campo e información suficiente por si hay que volver a repetir la toma.

- d) Hoja de petición de análisis, que acompañará a la muestra hasta el laboratorio, donde se anotará el trabajo de campo y a su llegada al laboratorio será cumplimentada por el personal de éste, incluyendo la fecha de recepción, número de la muestra y nombre de quien la recibe, que a su vez registrará en el libro de entrada al laboratorio y la almacenará hasta que sea asignada a un analista.

Método de toma de muestras

La metodología de muestreo seguida fue de acuerdo a los lineamientos del Protocolo de Monitoreo de Aguas de la DIGESA, que es la misma que se emplea en el monitoreo de cuerpo receptor y el análisis de agua, el mismo que indica los factores a seguir a fin de asegurar que las muestras sean representativas: Se empleó el método de toma manual.

Envases de las muestras

Los envases fueron preparados previamente con las condiciones adecuadas para unas muestras que cumplan los estándares necesarios.

Comparación de resultados con los ECA de agua.

Se realizará la comparación de los resultados obtenidos en laboratorio con los estándares de calidad ambiental de agua del tipo 3, para así poder determinar la calidad de las aguas del rio Challhuahuacho.

Análisis e interpretación de datos.

El análisis e interpretación de datos será realizado en gabinete mediante procesamiento de datos obtenidos en campo, los cuales serán plasmados en los informes parciales y el informe final usando procesador de textos, hoja de cálculo, y software como Google Earth y Arc Gis 10.2 para la elaboración de planos.

3.2.2 Definición de variables

3.2.2.1 Variable independiente:

Contaminación por residuos procedentes de la actividad humana.

3.2.2.2 Variable dependiente:

Calidad del agua.

3.2.2.3 Población de estudio.

Microcuenca del río Challhuahuacho.

3.2.2.4 Muestra.

Aguas de la microcuenca del río Challhuahuacho.

3.2.2.5 Unidad de análisis.

Parámetros físicos químicos y biológicos de las aguas de la microcuenca..

3.2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas utilizables son análisis documental y observación, instrumentos de fichas para el monitoreo de aguas, mapa de recolección de datos.

- Softwares (Microsoft Word, Microsoft Excel, ArcGIS 10.1, Google Earth): Se empleó Word para la redacción del texto de la tesis , Excel para procesamiento de los datos y presentación de resultados, de igual forma se empleó ArcGIS10.1 para la creación de los mapas. Google Earth para la representación de imágenes satelitales de acceso y ubicación.
- Protactor : Se empleó para poder fijar los puntos de muestreo en los planos.
- Gps navegador Garmin Etrex-10: Con la ayuda del Gps se realizó la toma de las coordenadas de los puntos de muestreo.
- Brújula Brunton: Se utilizó para la determinación de la dirección del río.
- Cámara Digital SONY HX400V – Negro : Con la cámara se pudo realizar la toma de fotografías en la toma de muestras.
- Planos Topográficos 1/25000
- Planos Hidrogeológico 1/25000
- Phmetro: Se utilizó para la toma del ph de las aguas del río Challhuahuacho previo a la toma de muestras para ser analizadas.
- Frascos de muestra: Estos fueron proporcionados por el laboratorio sirvieron para la toma de muestras; para el análisis físico químicos se emplearon frascos de PVC y para los análisis biológicos frascos de vidrio.
- Guantes: Los guantes se utilizaron para la toma de muestras para así evitar contaminarlas.
- Instrumento de recolección de datos.: Se preparó un instrumento de recolección de datos para el control de las muestras y él envió a laboratorio.

3.3 Descripción general de la Microcuenca

La superficie del distrito Challhuahuacho es de 439,96 Km² representando el 16.8% de la extensión territorial de la provincia de Cotabambas , con una densidad de población de 16.6 Hab/Km².

3.3.1 Clima

El distrito de Challhuahuacho presenta temperaturas que varían de acuerdo a las estaciones del año y a los diversos pisos ecológicos y altitudinales que van desde los 2600m.s.n.m y 4800m.s.n.m, presentando un clima cálido en los valles, templado en las quebradas y áreas medias y frígido en las punas.

El clima es templado y cálido en Challhuahuacho. En invierno hay en Challhuahuacho mucho menos lluvia que en verano. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Cwc. La temperatura media anual se encuentra a 8.7 °C. Hay alrededor de precipitaciones de 846 mm. (SENAMHI, 2015).

Climograma:

El mes más seco es junio, con 4 mm. 184 mm, mientras que la caída media en enero. El mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año.

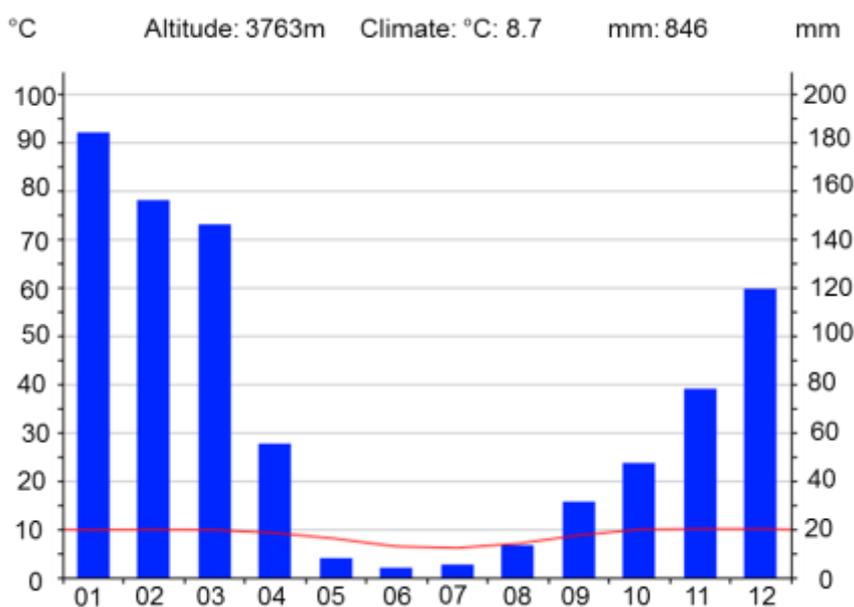


Gráfico 3. 3: Climograma (SENAMHI, 2015)

Diagrama de temperatura:

El mes más caluroso del año con un promedio de 10.0 °C de noviembre. El mes más frío del año es de 6.1 °C en el mes de julio.

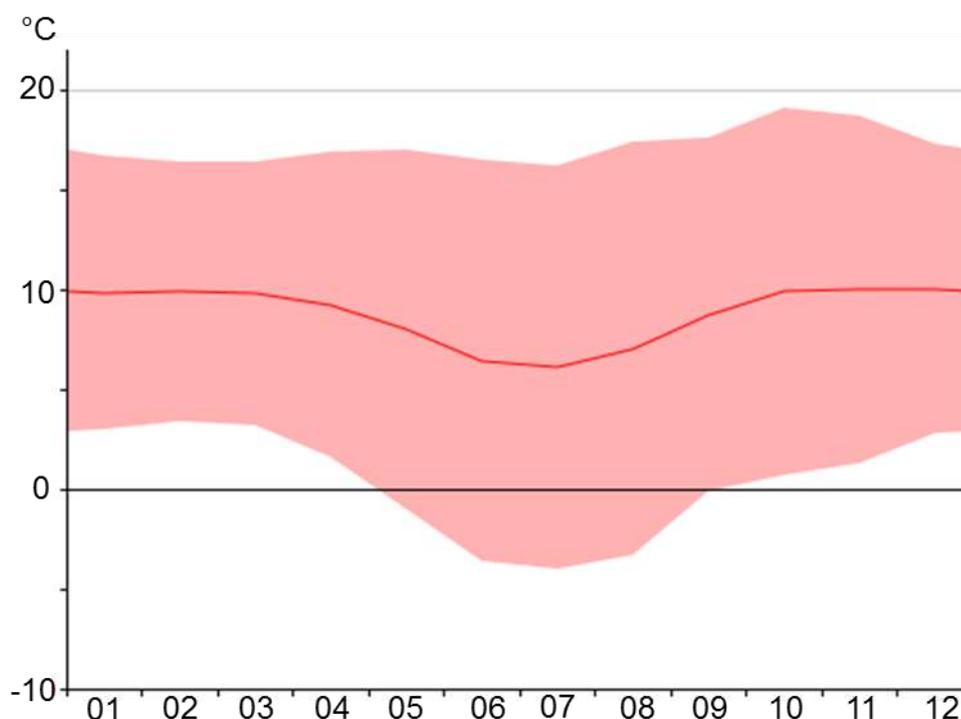


Gráfico 3. 4: Diagrama de temperatura (SENAMHI 2015)

Tabla climática // datos históricos del tiempo:

La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 180 mm. Las temperaturas medias varían durante el año en un 3.9 °C. Los números de la primera línea de la tabla climática representan los meses siguientes: (1) enero (2) febrero (3) marzo (4) abril (5) mayo (6) junio (7) julio (8) agosto (9) septiembre (10) octubre (11) noviembre (12) diciembre

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	184	156	146	55	8	4	5	13	31	47	78	119
°C	9.8	9.9	9.8	9.2	8	6.4	6.1	7	8.7	9.9	10	10
°C(min)	3	3.4	3.2	1.6	-1	-3.6	-4	-3.3	-0.1	0.7	1.3	2.8
°C(max)	16.7	16.4	16.4	16.9	17	16.5	16.2	17.4	17.6	19.1	18.7	17.3

Fuente: SENAMHI, 2015

3.3.2 Hidrografía

Las masas de agua en el distrito, se encuentran formando manantiales, quebradas, riachuelos, lagunas y aguas subterráneas. La distribución de aguas, mediante sus divisorias, cuencas y afluentes a través de aguas loticas desembocan en su colector principal, el río Challhuahuacho, que en sus nacientes es llamado río Record, y desemboca en el río Santo Tomás, con el nombre de Punanqui.

El río Challhuahuacho en sus nacientes, posee dirección Oeste - Este, cambiando a Suroeste Noreste, aguas abajo de su confluencia con el río Conchacota.

3.3.3 Geología.

Tomado de la carta geológica 29-r – INGEMMET:

Depósitos aluviales (Qh-al): Hemos considerado los conos aluviales y de deyección dentro de estos depósitos. Estos conos están adosados principalmente a la desembocadura de las quebradas adyacentes a los principales ríos como el Vilcanota, el Apurímac, el Santo Tomás y el Velille. Los conos están formados por bloques y gravas de calizas, cuarcitas, areniscas, rocas volcánicas, etc., envueltos por una matriz areno-arcillosa.

Depósitos fluviales (Qh-fl): Estos depósitos han sido reconocidos en el fondo de los valles, particularmente del Huatanay, Vilcanota, Apurímac, Santo Tomas y Velille, donde están constituidos por bancos de gravas y arenas, formando una o varias terrazas.

Depósitos morrenicos (Qpl-mo): Constituyen acumulaciones de bloques y gravas en una matriz gravo-arenosa. Desde el punto de vista mecánico son depósitos muy variados que en presencia de agua tienen problemas de estabilidad. En las laderas del Pachatusan, estas morrenas están cortadas por fallas activas que ratifican la sismicidad de la región.

Depósitos piroclásticos (NQ-vi/vs,tbl,b): Se encuentra al este del cuadrángulo, ocupando las partes bajas de las laderas occidentales de los cerros Las Minas, Suni o del Nevado Chachani. Esta unidad está formada principalmente por capas de lapilli de color amarillo y blanquesino, que contienen pequeños fragmentos de pómez, lavas y algunas escorias y bombas, cementados por ceniza en parte arenosa y poco consolidada. Alternando con dichas capas se hallan otras más delgadas de arena de grano grueso y de color gris oscuro, que parece haber sido acarreada por el agua.

Volcánico Vilcarani (NQ-vi/tbs): Está constituido por una secuencia de piroclastos y derrames, con predominancia de los primeros. La secuencia piroclástica está representada por tobas, brechas, aglomerados, cenizas de composición andesítica, riódacítica y riolítica. Su coloración presenta diferentes matices del blanco al rojo. Los derrames lávicos se extienden en forma de capas levemente horizontales o inclinadas, constituyendo los conos volcánicos de la región.

Formación Murco (Ki-mu): (Jenks, 1948, Benavides, 1962), aflora en el cerro Tacu Condori donde sobreyace concordantemente a la Formación Hualhuani e infrayace del mismo modo a las calizas de la Formación Arcunquina. Litológicamente, está constituida por una alternancia de lutitas y areniscas de color rojo, que se depositaron en una plataforma continental (Vicente, 1981).

Formaciones Hualhuani (Ki-hu): Esta formación es uniforme en sus afloramientos y consiste de areniscas cuarzosas de color blanquecino de grano fino a medio, que presentan niveles con laminaciones oblicuas curvas y planas, así como canales, hacia la zona de Sibayo (suroeste del cuadrángulo). Entre las areniscas cuarzosas se encuentra un paquete de calizas de color negro y de grano fino tipo mudstone, de aspecto masivo. (Fuente: Boletín Geología de los Cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas, 1975. I)

Formación Arcunquina(Ki-ar): (Jenks, 1948)Esta formación presenta estratos con laminación paralela, estratos nodulares y Slumps. Litológicamente, está constituida por calizas de color gris oscuro a negro de grano fino a grueso, en

estratos de 20 a 50 cm de espesor. Las capas presentan también conglomerados, así como brechas con clastos de hasta 4 cm, en una matriz de grano fino, nódulos de chert y agregados de calcedonia-calcita. Estas calizas se encuentran fuertemente bioturbadas, observándose también vetillas de calcita.

Pluton Ferrobamba: Están constituidas por un batolito alargado y orientado de Oeste a Este con una longitud de casi 150 km. Coincidente a la vez con el rumbo general de los Andes de esta zona. Dichos productos plutónicos han sido divididos en dos conjuntos distintos, según criterios cronológicos y petrográficos:

El macizo sin tectónicas de Abancay de composición esencialmente diorítica.

El gran batolito post- tectónico E-W de composición esencialmente granodiorita.

3.3.4 Geología Local.

3.3.4.1 Depósitos cuaternarios.

Existen formaciones cuaternarias, tales como los que afloran en los flancos del río Challhuahuacho en la parte sur; como morrenas y sedimentos fluvio-glaciales. Está constituido por depósitos aluviales, fluviales y morrénicos del holoceno y pleistoceno.

a) Depósitos morrénicos.

Se ha clasificado como depósitos morrénicos aquellas acumulaciones de material de origen glacial que se extiende en ambos flancos de la parte superior del sector medio del río. Se distingue dos etapas de acumulación morrénica por producto de la actividad glacial. Las más antiguas se presentan bastante erosionadas apenas reconocibles y sus relictos muestran que la parte frontal llegaba hasta los 3600 m.s.n.m. Están constituidas por bloques y gravas angulosas de diferentes tipos de rocas, englobados en una matriz, arenosa-limosa. Las rocas son del tipo de las calizas, pizarras, lutitas y arenisca.

Las morrenas más recientes se encuentran bien expuestas en toda esta área, ocupando áreas aproximadamente desde los 4200 hasta más de 5000 m.s.n.m..

Se presentan, ocupando antiguos valles y quebradas de origen glaciar, así como también las extensas llanuras o pampas que se encuentran sobre los 4000 m.s.n.m. y están constituidos por acumulaciones elásticas heterogéneas con un grosor promedio de 30 metros.



b) Depósitos Fluviales

Estos depósitos cubren grandes extensiones en los flancos del río Challhuahuacho. Son menos potentes que los depósitos aluviales y está constituido por guijarros angulosos y bloques rocosos de variable tamaño, envueltos en una matriz arcillosa.

Los cantos angulosos y bloques rocosos, son del tipo de calizas, lutitas, volcánicas, de variados colores. Depósitos que rellenan el lecho actual de los ríos o las salidas de algunas quebradas de esorrentía estacional (Bustamante et al., 2010).



Foto 3.3: Depósitos fluviales

c) Depósitos Aluviales

Los depósitos aluviales están compuestos por cantos rodados o guijarros, de rocas sedimentarias e intrusivas más o menos redondeadas que varían en tamaño según la distancia del transporte pudiendo llegar a 2 m. la matriz es la que está envuelta de arena y de limo. Tienen grandes exposiciones a lo largo del río.

Estos depósitos son potentes y alcanzan a 60-80 m. de espesor. Estos depósitos están constituidos por materiales aluviónicos y fluviales, en los que destacan cantos rodados, guijarros, envueltos en una matriz arenosa y limosa. Los cantos rodados pertenecen a la familia de rocas sedimentarias, principalmente calizas y en menor grado lutitas, pizarra y areniscas

Estos depósitos aluviales son muy importantes porque han dando origen a suelos agrícolas muy fértiles del tipo fluvisoles, como los que se observan en los alrededores. Debajo del suelo se observan una capa detrítica, en proceso de consolidación, denominado caliche, cuyo espesor alcanza 2 a 4 m.



Foto 3.4: Depósitos aluviales



Foto 3.5: Depósitos aluviales

3.3.5 Geomorfología

La microcuenca en estudio presenta una topografía variada y compleja, la configuración topográfica y geográfica del territorio del distrito está formada por cumbres elevadas y quebradas profundas, de naturaleza volcánica sedimentaria y plutónica, las rocas dominantes son las calizas las pizarras, los conglomerados, lutitas, basaltos, andesitas, granitos, granodiorita y dioritas.

Todo ello caracteriza a los suelos de naturaleza rocosa pedregosa en su mayor parte con pendientes por encima de 10° grados de inclinación, que no permite la explotación intensiva de la actividad agropecuaria. El medio natural guarda en su contextura física muchos elementos orgánicos e inorgánicos, entre ellos: vegetales, minerales y otras.

La topografía de los terrenos en el área de influencia es ligeramente plana con suaves ondulaciones que van de 10% al 45%, (5,71° - 22,22°) y quebradas profundas. En algunas zonas, presenta afloramientos de masas rocosas, sin embargo tienen acumulación de gran cantidad de materia orgánica y fertilidad natural. Su textura varía entre limo arcilloso y limo arenoso. (Fuente: Municipalidad Distrital de Challhuahuacho).

La morfología que presenta la microcuenca en estudio es el resultado de la combinación de procesos endógenos y fenómenos exógenos. Como producto de ello se han formado las diferentes unidades morfológicas que se detallan a continuación:

Colinas: Esta unidad morfológica se encuentra en la zona Norte del distrito Challhuahuacho. La erosión actual en estas colinas y vertientes es localmente fuerte, lo que ocurre en los lugares donde las pendientes son pronunciadas, hay presencia de afloramientos rocosos poco compactadas, en tales circunstancias las arroyadas difusas tienen a concentrarse a una erosión en surcos. La cobertura de gramíneas frena el desarrollo de las acciones erosivas.



Foto 3.6: Colinas presentes en la microcuenca.

Cadena Montañosa (C-Mnt): Constituye la divisoria de la microcuenca. Desde el final de la última glaciación, hace unos 10 000 años, la zona altoandina ha sido colonizada por la vegetación de gramíneas que ahora caracteriza el medio. El clima actual de la zona altoandina resulta frío y húmedo, con momentos variables de congelamientos diarios y estacionales que a veces ejercen acciones geomorfológicas erosivas.



Foto 3.7: Cadena montañosa presentes en la microcuenca.

Altiplanicies (Altp): Son sectores de topografía poco accidentada. Ocupa pequeñas áreas utilizadas por los moradores para el uso de la agricultura. Este tipo de morfología se caracteriza por estar recubierto de pastos naturales.



Foto 3.8: Altiplanicie presente en la microcuenca

3.3.6 Eventos geodinámicas:

Se debe principalmente al proceso de erosión fluvial, en el que el agua es el agente geomórfico más importante, el que a través de millones de años ha erosionado lateral y verticalmente el fondo del valle.

La erosión fluvial ha realizado su trabajo de profundización y ensanchamiento del valle, debido a un conjunto de procesos menores como: la fluvirapación, corrosión, abrasión, atracción y transporte.

Mediante la fluvirapación o acción hidráulica, el agua del río Challhuahuacho, captura los materiales meteorizados (rocas diaclasadas, triturada, canchales, talud de derrubios etc., o acumulados transitoriamente, en el cauce o en sus riberas).

Mediante la corrosión el agua de los ríos disuelve y desgasta los materiales rocosos del cauce y mediante la abrasión los materiales que transporta el río (bloques rocosos, cantos rodados, graves, arenas etc) van erosionando vertical y lateralmente el cauce del río, y por ende, el fondo del valle.

La atricción Fluvial consiste en el desgaste de los materiales que transporta el río, por golpeteo, frotación, raspado, trituración y por ende facilitan, de manera indirecta la profundización y ensanchamiento del cauce. Por este proceso los grandes bloques rocosos que captura el río se convierten en cantos rodados, grava y finalmente arena.

Finalmente, gracias al transporte fluvial los materiales capturados por la fluvirapación, son acarreados aguas abajo, debido al caudal del río y a su competencia. Este transporte asume varias formas: tracción, saltación, suspensión, solución y flotación.

El transporte fluvial por tracción consiste en el acarreo de materiales, por acción del caudal y competencia del río."La tracción involucra el sostén ascensional del agua, pero consta principalmente del rodaje, empuje y arrastre de las partículas de rocas"(Thornbury, 1960:50).

El transporte por saltación se produce por saltos y brincos de las rocas, al chocar unas con otras y debido a la fuerza ascensional del torrente. El transporte por suspensión consiste en el sostén temporal de las partículas de rocas más pequeñas, debido a la fuerza ascensional y turbulencia del torrente.

El transporte por solución se realiza sin gasto extra de energía de aquellos materiales que son solubles. Finalmente el transporte por flotación se realiza con materiales sumamente ligeros o pequeños, del tipo de las pumitas, micas y arcillas. (Thornbury, 1960:51).

Los materiales acarreados por los ríos mencionados son depositados en sus riberas, formando terrazas fluviales. Debido en sus riberas, formando terrazas fluviales. Debido a la juventud y estrechez del cauce, de los ríos mencionados, no se observan playones del río. (6).

Los depósitos aluviales, sobre los cuales se asienta la ciudad, se formó por remoción en masa, por deposición de numerosas cargas de aluviones y alud-aluviones, durante el Holoceno y probablemente durante el pleistoceno superior.

Los depósitos fluviales, que se observan en el canal de desagüe o conos de deyección, de los torrentes del Sahuanay- Chinchichaca, Ullpahuaycco, y Ñacchiro, se formaron también por remoción en masa, por deposición de las "lavas torrenciales", "corrientes de barro" o huaycos.

Los Depósitos glaciares, que se observan en la laguna de Anqascocha, en Uspaicocha, Tornacocha y otros lugares mencionados, se formaron por erosión y sedimentación glaciár, durante el pleistoceno superior.

3.3.7 Geología Estructural

El área de estudio ha sido afectada por la acción de diversas fuerzas, las cuales han producido deformaciones, dando lugar a diversas estructuras, tales como:

Plegamientos:

Estas estructuras se relacionan a las calizas de la formación Ferrobamba; generalmente presentan gran continuidad y son algo falladas.



Foto 3.9: Plegamiento en unidades calcáreas.

3.3.8 Geología Ambiental

3.3.5.1 Recursos Hídricos

Una restricción importante que está relacionada a la calidad del suelo y la agricultura son los recursos hídricos. El distrito de Challhuahuacho cuenta con los siguientes recursos hídricos:

- Río Challhuahuacho
- Humedales, lagunas y ríos.

Estas aguas superficiales abastecen a las poblaciones que se encuentran a sus alrededores, tanto para consumo humano como para las actividades de agricultura y ganadería de subsistencia.

3.3.5.2 Recurso Suelo

El distrito de Challhuahuacho posee suelos ligados en gran porcentaje a pajonales y muy pocas para cultivo que se ubican a las márgenes de la cuenca del río Challhuahuacho.

La zona de pastoreo de páramo tiene calidad agrícola baja y limitación por el suelo y erosión, la misma que representa aproximadamente la mitad de la extensión territorial del distrito.

La mayor parte de los terrenos está cubierta de ichu y de pastos naturales. La aptitud para la siembra de pastos asociados mejorados es alta, lo que demuestra el potencial del recurso con posibilidades de promover la ganadería (vacunos, ovinos, auquénidos, equinos y animales menores), mejorando el manejo y la sanidad.

El recurso suelo en la microcuenca se encuentra afectado solo por erosión de tipo moderado o de segundo orden. Esto se debe a que gran parte de terrenos son de pendientes suaves.

En las laderas se presenta la erosión laminar o por escurrimiento superficial. Esta clase de erosión se produce en laderas desprovistas de cobertura vegetal.

Entre las causas de la erosión de los suelos se tienen las siguientes: la desaparición de la cobertura vegetal; prácticas de los cultivos con surcos a favor de la pendiente; el sobre pastoreo y la práctica de barbecho sobre suelos de bastante pendiente; la fragmentación de las tierras agrícolas, debido al aumento demográfico de la población del lugar; la pobreza rural, que da lugar a una mayor presión sobre los recursos naturales existentes en la zona.

No se ha visto ninguna práctica de conservación de suelos, tales como surcos en contorno, terrazas de formación lenta o zanjas de infiltración.



Foto 3.10: Challhuahuacho 2010

Fuente: Instituto Demográfico del Territorio de la ciudad 2010



Foto 3.11: Micro cuenca Challhuahuacho 2012

Fuente: Instituto Peruano del Territorio v de la ciudad 2012

3.3.5.3 Situación actual del agua

a) Agua

Servicio administrado por la Municipalidad Distrital. Insuficiente infraestructura para dar cobertura total del servicio a los pobladores. Servicio colapsado. El FOSBAM financió la ejecución de obras en el año 2008, las cuales a la fecha no son suficientes para atender al total de la población. La Municipalidad cuenta con estudios de pre inversión que se encuentran desfasados en relación a la demanda del servicio a la fecha. Se requieren nuevos estudios de pre inversión, así como los expedientes técnicos correspondientes, a fin de que se gestione el financiamiento de nuevas obras.

Consecuencia de esta situación es el consumo de agua de mala calidad debido al nivel parcial de cobertura del servicio de agua para consumo humano y a la deficiente infraestructura del sistema de agua por bajos niveles de mantenimiento e inadecuada operación del sistema.

El 73.72% de los predios cuentan con red pública de agua dentro del lote(ver cuadro n° 12), por lo que un importante sector de la población realiza se abastece a través de pilón de uso público (agua potable), camión-cisterna, pozo, río, acequia, manantial, y otro mecanismo construido por iniciativa propia.

b) Desagüe

Servicio administrado por la Municipalidad Distrital. Insuficiente infraestructura para dar cobertura total a los pobladores. Servicio colapsado y en algunos casos obras parciales abandonadas. La disposición del desagüe se hace directamente al río Challhuahuacho.

No se realiza una eficiente disposición sanitaria de excretas en las viviendas, así como tampoco el tratamiento y eliminación de aguas residuales..

Esta situación ha originado contaminación, impactando negativamente sobre la fauna que habitaba en el río, extinguiéndola.



Foto 3.12: Río Challhuahuacho 2014



Foto 3.13: Río Challhuahuacho 2016

c) Condiciones Socio-Económicas

La estructura productiva del Distrito de Challhuahuacho es eminentemente agropecuaria, con economía de autoconsumo o de subsistencia con bajos niveles de producción y productividad.

La producción agropecuaria es la base de la economía, en la parte alta se desarrolla la actividad pecuaria, mientras que en la parte baja (quebradas y valles) gana gradualmente prioridad la agricultura.

Las tierras con aptitud agrícola son destinadas en gran parte para los pastos naturales, y otras partes lo ocupan montes y bosques.

La producción agrícola es variada con fluctuaciones de campaña a campaña, esta es definida por el tipo de cultivo de rotación, por la existencia y manejo de pisos diversos complementados por las agroclimáticas, el nivel tecnológico de producción es tradicional lo que limita su crecimiento y ha estancado su productividad pero al mismo tiempo es la actividad más importante.

3.4 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.4.1 Plan de muestreo

La distribución del monitoreo de las aguas se determinó tomando en consideración la disponibilidad de agua para consumo animal y riego por lo cual se distribuyó el muestreo de tal forma que se pudiera cubrir la zona urbana de la microcuenca de Challhuahuacho, en este aspecto se consideraron dos puntos.

3.4.1.1 Determinación del número de muestras

Se determinó la toma de 02 puntos de muestreo, considerando un punto en el inicio de la zona urbana del distrito de Challhuahuacho y el otro punto fue tomado teniendo en consideración el fin de la zona urbana, ambas muestras de agua recolectadas se enviaron para su análisis en el laboratorio del Agua del Gobierno Regional de Cajamarca, en la ciudad de Cajamarca, donde se realizaron los análisis del agua con fines de evaluar su cumplimiento con los ECAs categoría 3 (agua a ser utilizada en el riego de vegetales y bebida de animales).

- **PUNTO 1:** Este punto se encuentra ubicado en aguas abajo del río Challhuahuacho, a una altura de 3736 m.s.n.m. Se realizó la toma de la muestra M-01.

Toma de muestra M-01: Foto 3.14, Foto 3.15 y Foto 3.16



Foto 3.14: Se vierte los concentrados para la conservación de la muestra.



Foto 3.15: Tomamos la muestra a 30 cm de profundidad



Foto 3.16: Preservación de la muestra para análisis biológico

- **PUNTO 02:** Este punto se encuentra ubicado aguas arriba en el inicio de la zona urbana del distrito., a una altura de 3726 m.s.n.m... Se tomó la muestra **M-02.** (Toma de muestra **M-02:** Foto 3.17, Foto 3.18, Foto 3.19 y Foto 3.20).



Foto 3.17: Toma de muestra



Foto 3.18: Toma de muestra



Foto 3.19: Preservación de M-02



Foto 3.20: Punto de muestreo M-02

3.4.1.2 Selección de parámetros de muestreo

Los parámetros de análisis se seleccionaran en función a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua. D.S. N° 015-2015-MINAM de acuerdo a su uso como categoría 3: Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y debadero de animales. Para los efectos de Protección de las aguas, correspondientes a los diferentes usos rigen límites bacteriológicos, y de sustancias peligrosas.

Tabla 3.2 Métodos de Ensayo para los parámetros

Ensayo	Método de Ensayo	Definición	Unidad
Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22 nd Ed. 2012 : Alkalinity. Titration Method	Este análisis se realiza por medio de una titulación volumétrica. Se toma una alícuota de la muestra y se agrega unas 10 gotas de fenolftaleína, para determinar la concentración de bicarbonatos, se deben adicionar 2 gotas de anaranjado de metilo a la disolución anterior y se continúa la titulación hasta que la coloración cambie de amarillo a anaranjado.	mg CaCO₃/L
Cianuro Wad	Skalar Methods 1296-311	Este método está basado en la formación del ion complejo Ag(NO) ₂ por la adición de nitrato de plata a la solución a analizarse. En el momento que la reacción se completa, el exceso de plata es detectado por el indicador yoduro de potasio, formándose un precipitado color amarillo opalescente, por medio de la cantidad de nitrato de plata consumida y del volumen de muestra analizada se obtiene el valor de la concentración de cianuro de la misma.	mg/L
Aniones ECA 3	EPA Method 300.1 Rev. 1.0. 1997: Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography	Este método permite la separación de moléculas basada en sus propiedades de carga eléctrica. Se compone de dos fases: la fase estacionaria o intercambiador iónico, y la fase móvil. La fase estacionaria insoluble lleva en la superficie cargas electrostáticas fijas, que retienen contraiones móviles que pueden intercambiarse por iones de la fase móvil, la cual suele ser una disolución acuosa con cantidades moderadas de metanol u otro disolvente orgánico miscible con agua que contiene especies iónicas.	mg/L
N-Nitrato + N-Nitrito	EPA Method 300.1 Rev. 1.0. 1997: Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography	La cromatografía iónica es una técnica basada en la separación de sustancias por su diferente migración en una columna de intercambio iónico o en una lámina impregnada con un intercambiador iónico. Los iones de las muestras son desplazados de la columna con una solución de eluyente. Se establece una competencia entre los iones de la muestra y los del eluyente por reaccionar con los grupos funcionales del intercambiador iónico.	mg/L

FUENTE: Laboratorio de las Aguas, 2016

Ensayo	Método de Ensayo	Definición	Unidad
Conductividad (uS/cm)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22 nd Ed. 2012: Conductivity. Laboratory Method	La determinación de la conductividad se realiza midiendo la resistencia eléctrica en un área de la solución definida por el diseño de la sonda ("probe"). Se aplica un voltaje entre los dos electrodos que integran la sonda y que están inmersos en la solución. La caída en voltaje causada por la resistencia de la solución es utilizada para calcular la conductividad por centímetro. El flujo de electrones entre los electrodos en una solución de electrolitos varía con la temperatura de la solución.	uS/cm
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test	El método de ensayo se basa en medir el dióxigeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se han inhibido los procesos fotosintéticos de producción de dióxigeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. La curva de consumo de dióxigeno suele ser al principio débil y después se eleva rápidamente hasta un máximo sostenido, bajo la acción de la fase logarítmica de crecimiento de los microorganismos.	mg O2/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 22 nd Ed. 2012: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Titrimetric Method	Se somete a reflujo una muestra en una solución ácida fuerte con un exceso de dicromato potásico. Después de la digestión, el dicromato no reducido que quede, se determina con sulfato ferroso amónico, sal de Mohr: (SO4)2Fe(NH4)2, para determinar la cantidad de dicromato consumido y calcular la M.O. oxidable en términos de equivalente de oxígeno.	mg O2/L
Oxígeno Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 22 nd Ed. 2012: Oxygen (Dissolved). Azide Modification.	Se basa en la adición de una solución de manganeso divalente, seguido por una de álcali fuerte a la muestra en un frasco de tapón esmerilado. El oxígeno disuelto rápidamente oxida una cantidad equivalente de hidróxido manganoso divalente precipitado a hidróxido de un estado de valencia mayor. En presencia de iones Ioduro en medio ácido, el manganeso oxidado se revierte a su estado divalente, liberando una porción equivalente de Yodo elemental al oxígeno disuelto original presente en la muestra.	mg O2/L
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25 oC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22 nd Ed. 2012: pH Value. Electrometric Method	El método radica en usar una celda electroquímica, consistente en un electrodo indicador sensible a la concentración de protones, [H+], un electrodo de referencia y la muestra (como electrolito de la celda). El potencial de la celda está relacionado con el pH.	pH
Metales ECA	EPA Method 200.7 Rev. 4.4. 1994 (Validado-PEQ1-5.4-01): Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	Es una técnica de análisis inorgánico elemental e isotópico capaz de determinar y cuantificar la mayoría de los elementos de la tabla periódica en un rango dinámico lineal de 8 órdenes de magnitud (ng/l – mg/l) además de poder llevar a cabo la determinación de los elementos en un análisis multielemental que provee la composición de la muestra analizada. Puede además llevar a cabo la cuantificación de la composición isotópica y estudios de la estabilidad de isótopos traza	mg/L

Ensayo	Método de Ensayo	Definición	Unidad
Numeración de Coliformes Totales (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique	El método requiere la realización de una serie de diluciones en serie de la muestra de cultivo, en un medio líquido adecuado para el crecimiento de dicho organismo de un volumen diez veces mayor. Luego, se incuban las muestras de esos tubos y, pasado un tiempo, se examinan los tubos. Aquellos tubos que recibieron una o más células microbianas procedentes de la muestra, se pondrán turbios, mientras que los tubos que no recibieron ninguna célula permanecerán transparentes. La técnica tiene 3 fases: presuntiva, confirmativa y completa. En la fase presuntiva se utiliza el caldo lauril triptosa y la fase confirmativa para coliformes totales utiliza el caldo verde bilis brillante y para coliformes fecales el caldo EC.	NMP/10 0mL
Numeración de Coliformes Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 22 nd Ed. 2012: Fecal Coliform Procedure.	Es un procedimiento por el cual una reacción negativa excluye la presencia de coliformes fecales, mientras que una reacción positiva indica su presencia inequívocamente. Deben someterse a esta prueba, todos los tubos que hayan resultado positivos en la prueba presuntiva. A partir de los tubos positivos obtenidos se resiembran mediante asa ó bien con dos gotas de cultivo tomadas con pipeta Pasteur tantos tubos de caldo MacConkey como tubos positivos presuntivos haya, incubándose inmediatamente a 44°C durante 24 horas.	NMP/10 0mL
Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G 22 nd Ed. 2012: Other Escherichia coli Procedures	El método se basa en la fermentación de la lactosa. El ensayo consiste en sembrar diluciones seriadas de la muestra en medios líquidos, basándose en la combinación de tubos positivos se puede estimar el número de microorganismos presentes por gramo de alimento, con el uso de la tabla estadística aportada por la referencia. Todos los tubos que resulten positivos a las 24 o 48 horas en el Test Presuntivo se transfieren a caldo EC para confirmar E. coli. Mezclar por agitación el tubo del test presuntivo y transferir un inóculo con un asa de 3 mm. de diámetro o con aplicador de madera, a tubos de fermentación conteniendo caldo EC.	NMP/100 mL
Huevos y Larvas de Helmintos	Determinación y cuantificación de Huevos y larvas de Helmintos	Este método de análisis se basa en la diferencia de densidades entre los huevos de helminto, las demás sustancias presentes en las aguas residuales, y las que segregan para permitir la separación. El método comprende los procesos de sedimentación, flotación, decantación y la técnica bifásica para recuperar los huevos de helminto y efectuar el conteo. Técnica bifásica: Es la técnica de concentración que utiliza la combinación de dos reactivos no miscibles entre sí, y donde las partículas huevos y detritus se segregan en función de su balance hidrofílico<lipofílico.	Nº Org/L

3.4.1.3 Recipientes utilizados para muestreo

En cada punto de muestreo se utilizaron dos envases de plástico de litro, dos de medio litro, uno de cristal de litro y otro de cristal de medio litro. Los envases utilizados fueron previamente esterilizados y al momento de tomar las muestras fueron debidamente etiquetadas para su óptima identificación.

- **Para análisis Bacteriológico:** Se utilizaron frascos proporcionados por el laboratorio; estos frascos fueron previamente esterilizados, tapados y amarrados con papel.(Foto 3.21 Y Foto 3.22)



Foto 3.21: Frasco para muestreo biológico



Foto 3.22: Sellado de muestra para envío a laboratorio

- **Para análisis Físicoquímico:** Se utilizaron recipientes de PVC, proporcionados por el laboratorio, en un cooler, tal como se observa en la Foto 3.23 y Foto 3.24



Foto 3.23: Frasco de muestreo para análisis físicoquímico



Foto 3.24: Cooler para envío de muestras, cadena fría.

3.4.1.4 Etiquetado

El etiquetado o rotulado de los envase se hizo antes de ir al campo para el muestreo, utilizando plumón indeleble, con la finalidad de que no se borre. En el caso de los envases para muestreo bacteriológico se etiquetó directamente en la botella de vidrio, para el caso del muestreo físicoquímico se utilizó una etiqueta, que fue pegado en los envases. La información básica registrada en el etiquetado es principalmente: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha. En la foto que se muestra a continuación, se observa los frascos utilizados para muestreo físicoquímico y el etiquetado de los frascos.

3.4.1.5 Forma de recolectar las muestras

Se realizó la calibración de instrumentos previa a la medición de los parámetros fisicoquímicos de pH y temperatura de la muestra. Los datos del registro para cada punto incluyeron: fecha de muestreo, hora de toma de la muestra, localidad y coordenadas UTM utilizando un equipo de posicionamiento Garmin GPS.

- **Para análisis bacteriológico:** La captación de la muestra fue de la siguiente manera: Se destapó la botella sosteniendo la tapa con una mano, con la otra se invierte boca abajo el envase y se introduce unos 30cm. bajo la superficie, se da vuelta de manera que se llene, evitando que el agua que toca la mano entre en la botella. Se saca el envase lleno hasta tres cuartas parte de su capacidad, se tapa inmediatamente, se coloca en la caja y se envía al laboratorio.(Foto 3.25 y Foto 3.26)



Foto 3.25: Recolección de muestra



Foto 3.26: Recolección de muestra

- **Para análisis fisicoquímico:** Se tomó la botella destapada, por la parte inferior y se llenó parcialmente de agua dos o tres veces, se enjuaga y se bota fuera de la fuente. Luego se llena parcialmente de agua 30cm por debajo de la superficie y se hace un rápido recorrido hacia adelante para que termine de llenarse, se tapa y se almacena para luego enviarse al laboratorio.(Foto 3.27 y Foto 3.28).



Foto 3.27: Recolección de muestra



Foto 3.28: Recolección de muestra

3.4.1.6 Preservación, conservación y traslado de las muestras al laboratorio de análisis.

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolecta y manipula adecuadamente las muestras, para esto se siguieron las recomendaciones establecidos por el Ministerio de salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y el laboratorio de agua del gobierno regional de Cajamarca.

Consideraciones generales

Según el “Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de Recursos Hídricos”.

Los frascos requeridos deben ser de polietileno (preferencia primer uso) o vidrio, los cuales deben estar limpios y secos para evitar contaminación.

Todo equipo debe estar debidamente calibrados.

Las muestras requieren almacenamiento a baja temperatura y/o preservación con químicos para mantener su integridad durante el transporte y antes del análisis en el laboratorio.

Los preservantes químicos más comunes son ácido clorhídrico, nítrico, sulfúrico e hidróxido de sodio.

Las cajas térmicas usadas para el transporte de las muestras deberán ser apropiadas para almacenar las muestras tomadas, materiales de empaque y hielo.

Llenar los registros de cada muestra recolectada (ficha de muestreo) e identifique cada frasco (etiquetado)

Utilice procedimientos formales que rastreen la historia de la muestra desde la recolección hasta su llegada al laboratorio de análisis (cadena de custodia).

3.4.1.7 Preservación de las muestras

Para la preservación de muestras se siguió la guía de instrucciones recomendadas por ENVIROLAB PERU-SAC, según el tipo de análisis requerido:

Para el análisis bacteriológico: Se utilizó hielo en forma de ice pack para refrigeración, que fueron colocados al costado de los frascos de vidrio, dentro del cooler.

Para análisis fisicoquímico:

Cloruros: se tomó 1/2 de muestra en frasco plástico, para luego guardar en refrigeración en el cooler.

Metales pesados: (Cd, Cu, Cr, Fe, Pb, Hg, Ni): se tomó 1/2 litro de muestra en frasco plástico y se agregó 20 gotas de HNO₃ (1:1) hasta pH < 2, posteriormente se mezcló para guardar en refrigeración.

D.B.O: Se tomó 1 litro de muestra en frasco plástico llenando completamente sin burbujas) y guardar en refrigeración.

D.Q.O: Se tomó ½ litro de muestra en frasco plástico y luego se agregó a la muestra con 20gotas de H₂SO₄ (1:1) hasta pH < 2 , se cerró y se mezcló para refrigerar.

Foto 3.29 y Foto 3.30: Añadiendo los preservarte a las muestras.



Foto 3.29: Preservación de la muestra



Foto 3.30: Preservación de la muestra

3.4.1.8 Embalaje y transporte muestras

Para el embalaje y transporte de las muestras se siguió la guía de instrucciones recomendadas por ENVIROLAB PERU-SAC, cuya finalidad es asegurar la calidad de las muestras, confiabilidad de los resultados y de prevenir riesgos potenciales de contaminación en el transporte tanto para las personas así como para el medio ambiente, asegurar la integridad del contenido de las muestras recolectadas de acuerdo a las siguientes instrucciones:

1. Asegurar que los contenedores de las muestras estén perfectamente selladas.
2. Colocar dentro de un mismo cooler las muestras recolectadas en envases de vidrio y de plásticos de tal forma que los envases de vidrio estén separados por envases de plásticos y de esa forma evitar roturas de los envases de vidrio.
3. Si las muestra recolectadas son todos en envases de vidrio, colocar los envases en el cooler, separando las divisiones con esponja, cartón, plástico o cualquier otro material amortiguante.
4. Colocar ice pack o hielo para mantener la condición fría hasta la llegada al laboratorio.
5. Colocar la Cadena de Custodia en una bolsa de plástico, hermetizar y pegarla dentro del cooler.
6. Llenar espacios libres con material de muestreo de plástico sobrante para no permitir el movimiento de las botellas.
7. Sellar el cooler con cinta adhesiva para evitar que el cooler se abra durante el transporte.
8. En el cooler indicar mediante el uso de etiquetas u otro medio, que el cooler es frágil e indicar la correcta posición de transporte del mismo mediante el uso del símbolo de flechas.
9. Depositar los cooler conteniendo las muestras en la agencia de transporte terrestre o aéreo según sea el caso.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS:

4.1.1 Ubicación de los puntos de muestreo:

Muestra	Punto	Coordenadas			Parámetros físico químicos	
		Este	Norte	Cota	T°	pH
M-01	01	798 372	8 438 656	3 734	17°	7.7
M-02	02	795 675	8 437 657	3 726	17°	8.19

Tabla 4.1 Coordenadas puntos de muestreo

Luego de determinar los puntos y realizado el muestreo, los recipientes con las muestras se enviaron al laboratorio de las aguas del gobierno regional de Cajamarca en donde se realizaron los análisis correspondientes considerando los parámetros indicados para los estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua de categoría 3.

4.1.2 Parámetros ECA Categoría 3 Analizados: Para hacer la comparación con los resultados obtenidos en el análisis de las muestras tenemos en consideración el siguiente cuadro con los parámetros que determinan los ECA de categoría 3:

TABLA 4.2 Parámetros ECA categoría 3 analizados

Parámetro	Unidad	LCM	ECA (D.S – 015)
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	5
Arsenico(As)	mg/L	0.003	0.1
Boro(B)	mg/L	0.021	1
Bario(Ba)	mg/L	0.002	0.7
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	0.01
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	0.1
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	0.2
Hierro(Fe)	mg/L	0.019	5
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.2
Plomo(Pb)	mg/L	0.003	0.05
Selenio (Se)	mg/L	0.017	0.02
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	2
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	0.2
Fluoruro(F-)	mg/L	0.038	1
Cloruro (Cl-)	mg/L	0.065	500
Nitrito (NO ₂ -)	mg/L	0.05	10
Sulfato (SO ₄ =)	mg/L	0.07	1000
N-Nitrato+N-Nitrito	mg/L	0.064	100
(*)Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	0.5	518
pH a 25°C	pH	NA	6.5-8.5
(*) Cianuro Wad	mg/L	0.002	0.1

Parámetro	Unidad	LCM	ECA (D.S – 015)
(*) Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	1000
(*) Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	1000
(*) Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	100
(*) Huevos y larvas de Helmintos	N° /L	1	<1

4.1.3 Resultados por parámetro:

En los siguientes gráficos se aprecia el valor del ECA 3 y los resultados de los análisis tanto de M-01 Y M-02.

ALUMINIO:

Las muestras se encuentran por debajo del estándar de calidad ambiental que es 5 mg/L.

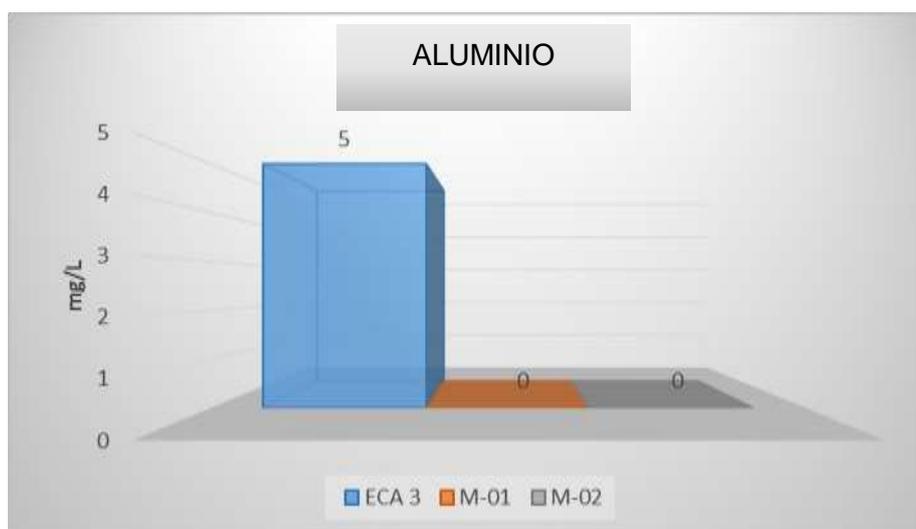


Gráfico 4.1: Resultados respecto al Aluminio

ARSÉNICO

El valor permitido por los ECA tipo 3 es de 0.1 mg/L y ambas muestras se encuentra por debajo de este valor.

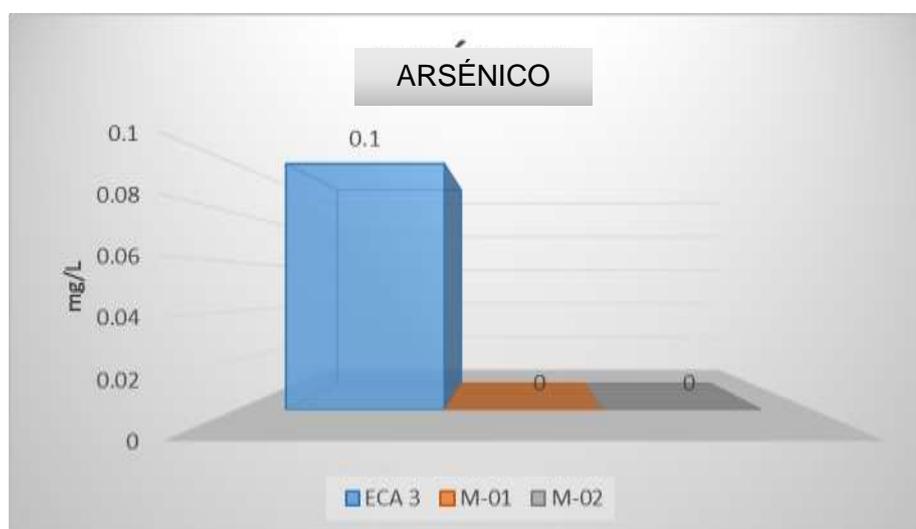


Gráfico 4.2: Resultados respecto al Arsénico

NÍQUEL

La concentración de níquel en las muestras se encuentra debajo del límite permisible dados por los ECA tipo 3 que es 0.2 mg/L.

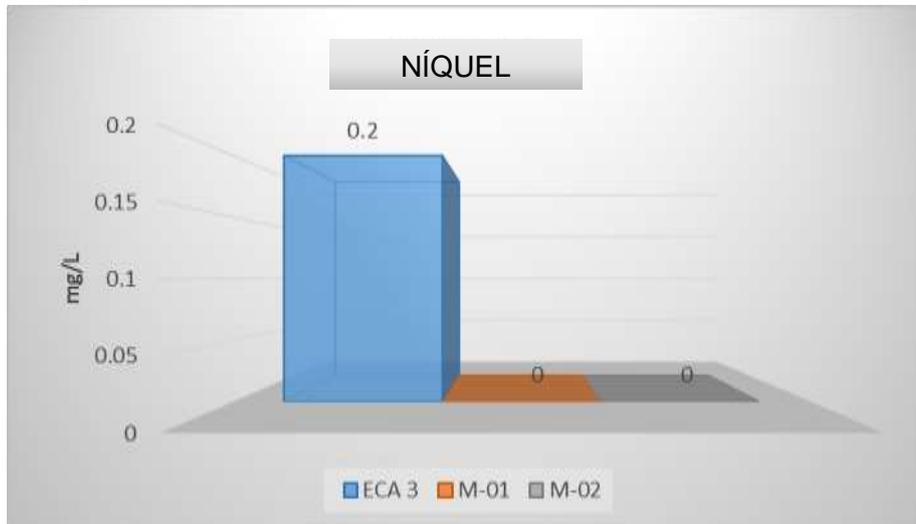


Gráfico 4.3: Resultados respecto al Niquel

SELENIO

El contenido de selenio en ambas muestras se encuentra por debajo de 0.02mg/L que es el parámetro dado por los ECA tipo 3.

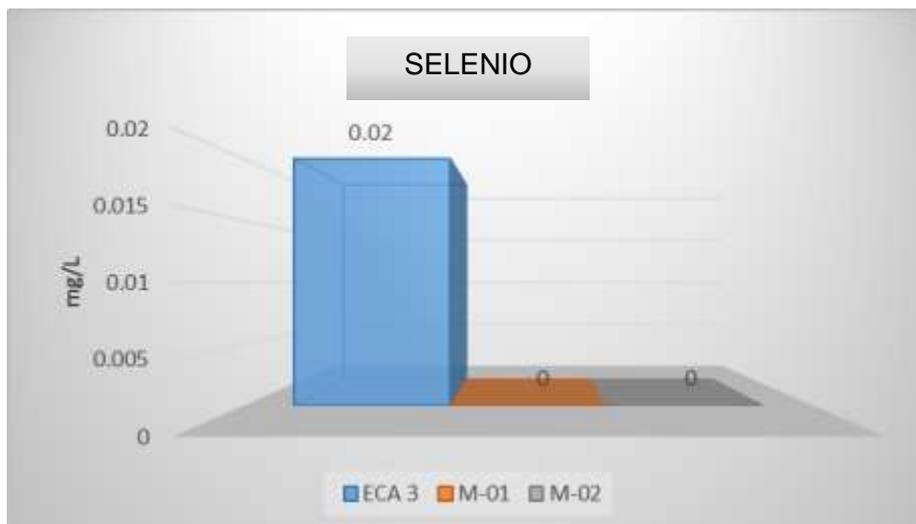


Gráfico 4.4: Resultados respecto al Selenio

COBRE

Los valores de Cu en las muestras se encuentran debajo de los permitidos por los ECA tipo 3. (0.2 mg/L).



Gráfico 4.5: Resultados respecto al Cobre

PLOMO

Las muestras tienen concentraciones por debajo de 0.05mg/L que es el parámetro impuesto por los ECA tipo 3.

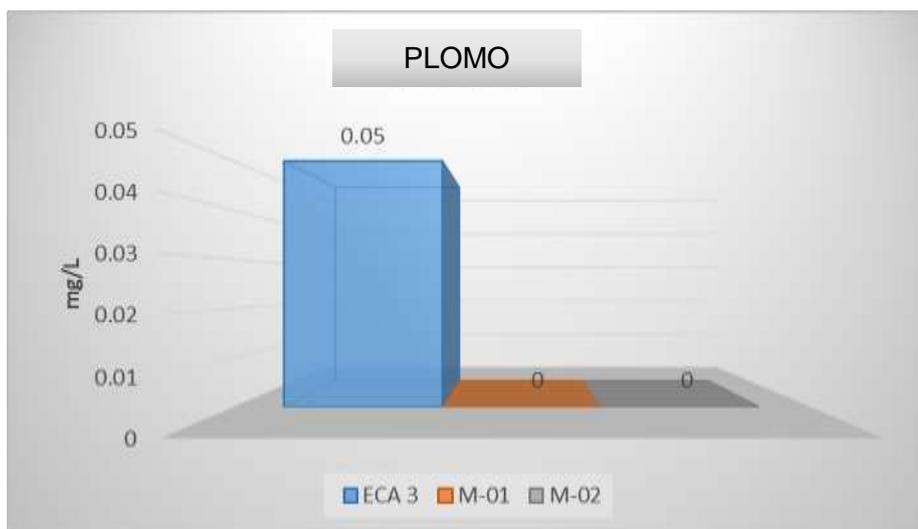


Gráfico 4.6 Resultados respecto al Plomo

CADMIO

La concentración en las muestras es menor al valor de los ECA tipo 3 que es de 0.01mg/L.



Gráfico 4.7 Resultados respecto al Cadmio

CROMO

Las muestras tienen una concentración de cromo menor a 0.1 mg/L .



Gráfico 4.8 Resultados respecto al Cromo

CIANURO WAD

La concentración de cianuro wad es menor a los ECA tipo 3 que es de 0.1 mg/L.



Gráfico 4.9 Resultados respecto al CIANURO WAD

NITRITO

Las muestras presentan valores menores a 10mg/L. es decir están por debajo de los ECA tipo 3.

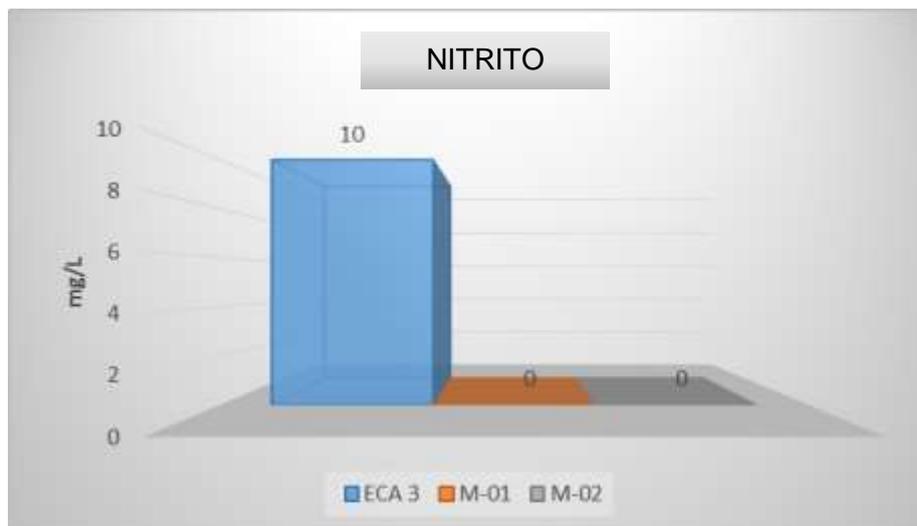


Gráfico 4.10 Resultados respecto al Nitrito

ZINC

Las dos muestras tienen valores menores al de los ECA tipo 3 que es de 2mg/L. siendo la muestra M-01 la que presenta un valor considerable de 0.032 mg/L.



Gráfico 4.11 Resultados respecto al Zinc

FLOURURO

Las concentraciones en ambas muestras son menores a 1 mg/L que es el estándar, teniendo la muestra M-01 un valor considerable de 0.041.

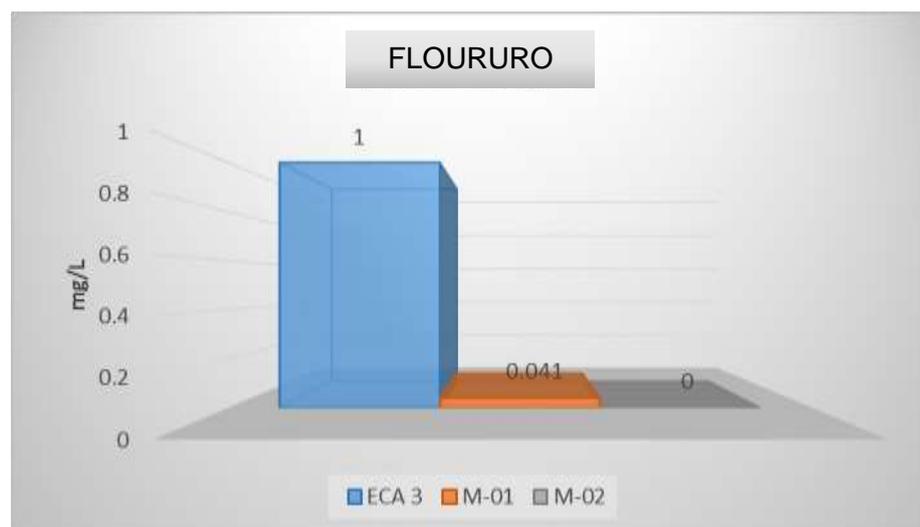


Gráfico 4.12 Resultados respecto al Floururo

CLORURO

Las dos muestras tienen concentraciones inferiores a los ECA tipo 3, M-01: 2.317mg/L y M-02: 1.078 mg/L.



Gráfico 4.13 Resultados respecto al Cloruro

BORO

Las dos muestras tienen valores inferiores a 1 mg/L.



Gráfico 4.14 Resultados respecto al Boro

BARIO

La concentración en las muestras es inferior al ECA tipo 3 cuyo valor es de 0.7 mg/L.

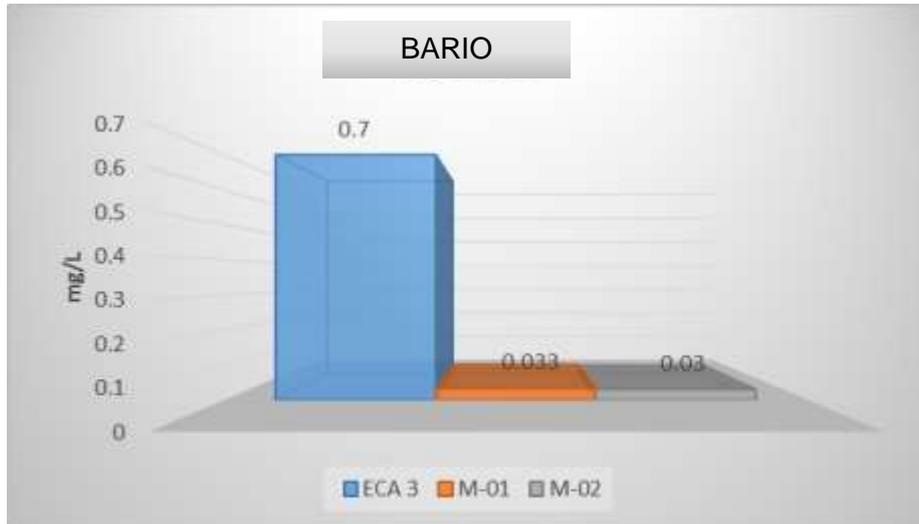


Gráfico 4.15 Resultados respecto al Bario

HIERRO

La muestra M-01 tiene una concentración de 0.177mg/L. y la M-02 : 0.078mg/L ambas están por debajo del valor de ECA tipo 3 que es 5 mg/L



Gráfico 4.16 Resultados respecto al Hierro

SULFATO

La concentración presente en ambas muestras es menor a 1000 mg/L que es el valor dado por los ECA tipo 3.

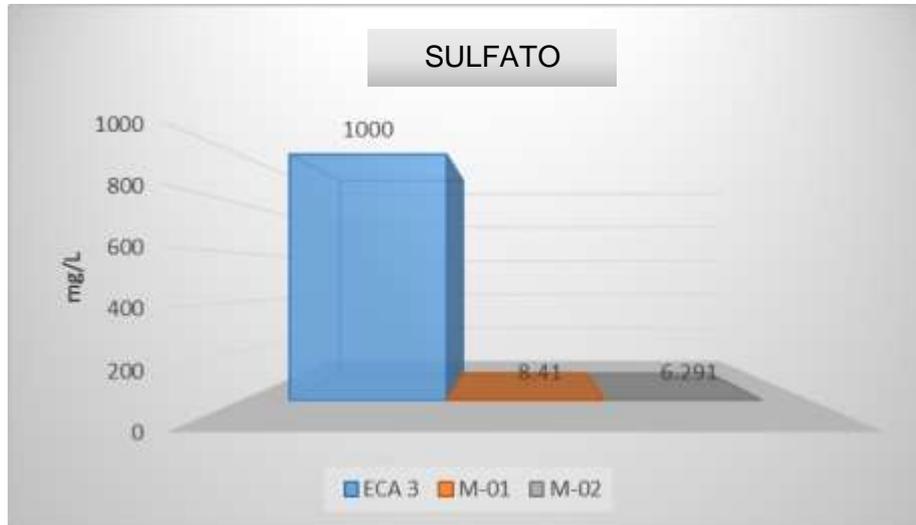


Gráfico 4.17 Resultados respecto al Sulfato

MANGANESO

La concentración en la M-01 es de 0.054mg/L y en la M-02 es 0.024 mg/L ambos valores son menores al 0.2 mg/L que es el parámetro por ECA tipo 3.



Gráfico 4.18 Resultados respecto al Manganeso

BICARBONATOS

La concentración en ambas muestras es menor al valor de 518 mgCaCO₃/L que es el parámetro de los ECA tipo 3.



Gráfico 4.19 Resultados respecto al Bicarbonatos

N-NITRATO + N-NITRITO

EL valor de ambas muestras se encuentra muy por debajo del ECA tipo 3 que es de 100mg/L.



Gráfico 4.20 Resultados respecto a N-NITRATO + N-NITRITO

COLIFORMES TOTALES

La muestra M-01 tiene un valor de 16000 NMP/100mL este sobrepasa el límite de los ECA tipo 3 que es de 1000 NMP/100MI, el valor de la M-02 es de 120NMP/100mL encontrándose por debajo del valor del ECA.



Gráfico 4.21 Resultados respecto a Coliformes totales

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

La concentración de la M-01 es 1600 NMP/100mL se encuentra sobre el valor de los ECA tipo 3 que es de 1000 NMP/100MI, el valor de la M-02 es de 4.0NMP/100mL encontrándose por debajo del valor del ECA.

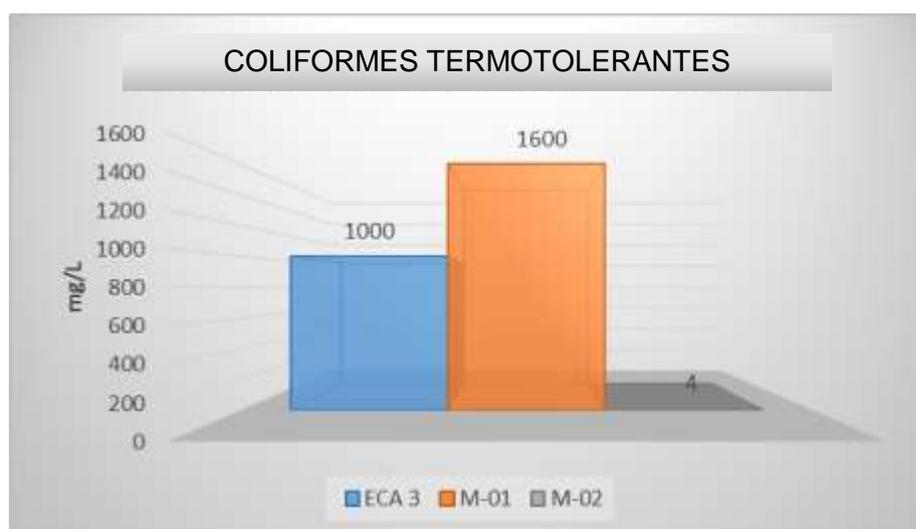


Gráfico 4.22 Resultados respecto a Coliformes termotolerantes

ESCHERICHIA COLI

La concentración de la M-01 es 920 NMP/100mL se encuentra sobre el valor de los ECA tipo 3 que es de 100 NMP/100MI, el valor de la M-02 es de 4.0NMP/100mL encontrándose por debajo del valor del ECA.

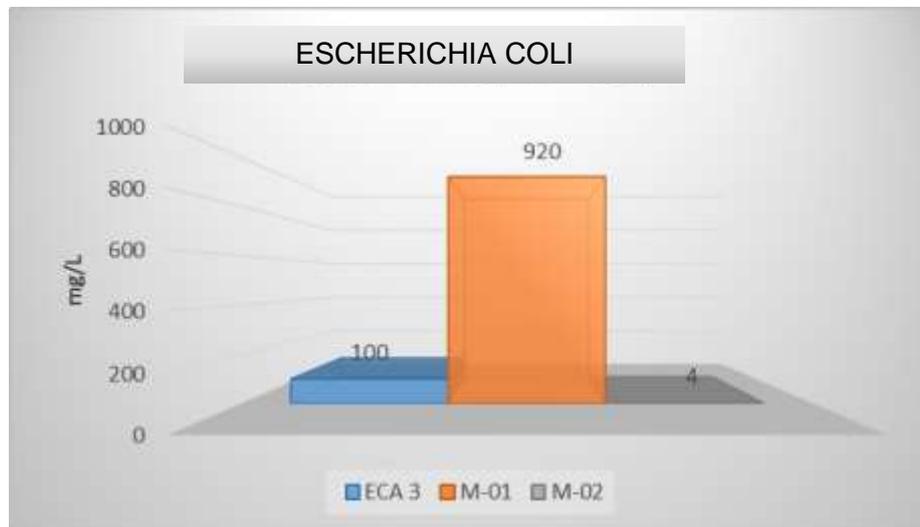


Gráfico 4.23 Resultados respecto a Escherichia coli

HUEVOS Y LARVAS DE HELMITOS

La concentración en las dos muestras es menor al valor que indica el ECA tipo 3.



Gráfico 4.24 Resultados respecto a huevos y larvas de helmintos

4.1.4 Análisis de datos

Tabla 4.3: Comparación Resultados Muestras vs ECA categoría 3

COMPARACIÓN PARAMETROS ECA VS RESULTADOS MUESTRAS					
ENSAYOS			M-01	M-02	ECA (D.S - 015)
Parámetro	Unidad	LCM			
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	<LCM	<LCM	5
Arsenico(As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	0.1
Boro(B)	mg/L	0.021	0.06	0.045	1
Bario(Ba)	mg/L	0.002	0.033	0.03	0.7
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	0.01
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	0.1
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	0.2
Hierro(Fe)	mg/L	0.019	0.177	0.078	5
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.054	0.024	0.2
Plomo(Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	0.05
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	0.02
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	0.032	<LCM	2
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	0.2
Fluoruro(F-)	mg/L	0.038	0.041	<LCM	1
Cloruro (Cl-)	mg/L	0.065	2.317	1.078	500
Nitrito (NO ₂ -)	mg/L	0.05	<LCM	<LCM	10
Sulfato (SO ₄ =)	mg/L	0.07	8.41	6.295	1000
N-Nitrato+N-Nitrito	mg/L	0.064	1.75	1.27	100
(*)Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	0.5	85.9	75.9	518
pH a 25°C	pH	NA	7.7	8.19	6.5-8.5
(*) Cianuro Wad	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	0.1
(*) Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	16 x 10 ³	120	1000
(*) Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	16 x 10 ²	4	1000
(*) Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	920	4	100
(*) Huevos y larvas de Helminths	N° /L	1	<1	<1	<1

Se puede apreciar como los valores Aluminio (Al), Arsenico(As), Boro(B), Bario(Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Hierro(Fe), Manganeso (Mn), Plomo(Pb), Selenio (Se), Zinc (Zn), Niquel (Ni), Fluoruro(F-), Cloruro (Cl-), Nitrito (NO₂-), Sulfato (SO₄=), N-Nitrato+N-Nitrito, Bicarbonatos y Cianuro Wad comparados con los estándares nacionales de calidad ambiental del agua categoría 3 , estos se encuentran por debajo del valor apropiado para este tipo de agua.

Los valores de los parámetros de: Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli, Huevos y larvas de Helmintos se encuentran sobre los ECAs del tipo 3 en la muestra M-01 a diferencia de la muestra M-02 en donde no sobrepasan estos valores. La M-01 fue tomada en el punto que se encuentra agua abajo donde termina la parte urbana de la microcuenca del río de Challhuahuacho, esto nos indica que la mayor parte de la contaminación está dada por las actividades propias de la población.

Los agentes contaminantes vienen de los desechos humanos y de sus actividades es por ello que las aguas de la microcuenca pasando el pueblo de Challhuahuacho no cumple con los requisitos propios de calidad del agua para ser utilizado en riego de vegetales y como agua para bebedero de animales según los parámetros especificados por los estándares de calidad ambiental para el agua (ECA) categoría III.

4.2.1 Contratación de la hipótesis

Los resultados del análisis de agua y comparándolo con los estándares nacionales de calidad de aguas(ECA) categoría III se comprueba que la calidad del agua del río Challhuahuacho agua abajo pasando el pueblo del mismo nombre no cumple con los valores permitidos para poder ser empleados como agua de riego y bebedero de animales sobre todo la contaminación se debe a las aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición con coliformes termotolerantes (1600NMP/100ml) y coliformes totales(16000NMP/100ml) que son resultado de las actividades de la población del distrito como los desagües de viviendas, hoteles y restaurantes .

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Existe una diferencia marcada respecto al análisis de los parámetros bacteriológicos entre el punto M-01 y M-02, lo cual demuestra que la contaminación es aguas abajo al pasar la zona urbana del distrito Challhuahuacho.

Los principales agentes contaminantes en el punto M-01 son los Coliformes Totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, indicando contaminación procedente de las heces de los humanos y de animales.

Los parámetros físico-químicos y de metales analizados en las muestras, se encontraron dentro de los límites máximos permitidos en D.S 012-2015 ECA para el agua Categoría 3.

Las aguas del río Challhuahuacho que pasan el distrito no son aptas para el riego ni bebedero de animales, considerando que están alimentando a pueblos que se encuentran aguas abajo debe realizarse un tratamiento previo para su uso.

El estado de las aguas abajo puede facilitar la proliferación de vectores y convertirse en un problema de salud, debido a la presencia excesiva de coliformes termotolerantes (16000 NMP/100mL).

5.2 RECOMENDACIONES

Complementar el monitoreo de la calidad del agua de toda la micro cuenca con más puntos de control dos veces al año uno en la época seca y otra en la lluviosa; para observar la variabilidad de contaminación debido a los cambios de régimen hidrológico.

Se recomienda la implementación de programas de educación ambiental en temas de Gestión Integral de Recursos Hídricos – GIRH y Manejo de Residuos Sólidos por parte de las autoridades locales y regionales.

Advertir a los pobladores con rotulación sobre los sitios contaminados no aptos para las actividades de riego o bebederos.

Realizar un estudio específico sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales para la zona, donde se incluyan parámetros como la permeabilidad del suelo, distancia del sistema a los cuerpos de agua y el nivel freático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avendaño, R. (2014). Subcuencas y microcuencas hidrográficas.

Azcuntar R, O. (1992). Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente. Cali. Ed. Editex.

Canter, L. (1996). "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental". 101p.

Dávila Burga, J. (2011), Diccionario Geológico. Ed. INGEMMET.Lima, Perú.

Ecofluidos Ingenieros SRL (2012). "Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco".

Espinoza, Mariano, Porlles y Romero (2006). "Estrategias regionales de gestión ambiental. El caso del proyecto minero Las Bambas de Apurímac".

Fernández, G. (2013). "Esquema de ordenamiento urbano distrito de Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac".

Hernández R, Fernández C. y Baptista P. (1999). Metodología de la Investigación. 2da Edición. Mc GRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. México D.F. 501 p.

Instituto Nacional de Salud – Dirección Regional de Salud Apurímac (2005), "Línea de base en salud de las comunidades aledañas al proyecto minero Las Bambas".

Marchand, E. (2002), Tesis "Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana".

- Marocco, R. (1975). "Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas". Ed. INGEMMET. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente (2008). Decreto Supremo - N° 002 -2008 –MINAM. "Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua".
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación- FAO, (2003). Administración de Derechos de Agua: Experiencias, asuntos relevantes y lineamientos. Roma, Italia. 312 p
- Organización Mundial de la Salud - OMS (2003). Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Segunda edición. Volumen 3. OMS, Ginebra. 255 p.
- Peñaloza, J. (2012). Contaminación: Contaminación y tipos de contaminación.
- Registro Público de Derechos de Agua – REPDA. (2010). Ley de Aguas Nacional y su Reglamento. México D.F. 25 p
- Rigola, M. (1999). Tratamiento de Aguas Industriales. Barcelona, España. Ed. Marcombo S.A., 157 p. 27-38.
- SENAMHI - Dirección General De Hidrología Y Recursos Hídricos (2007). "Monitoreo de la calidad de agua de los ríos en el Perú".

ANEXOS:

CERTIFICACIÓN POR EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD – INACAL

EMPRESA	:GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA - LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA		SEDE	:CAJAMARCA
Código de Acreditación :	:84		Fecha de Actualización	:2016-12-26
Total de Registros	:6			
Laboratorio	: LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA Laboratorio de análisis físico, químico y bacteriológico de implementado con ISO 17025			
Campo de Prueba	: QUIMICAS			

Nº	Tipo Ensayo	Norma Referencia	Año	Título
1	ANIONES (FLUORURO, CLORURO, NITRITO, BROMURO, SULFATO, NITRATO, FOSFATO)	EPA Method 300.1 Rev. 1.0	1997	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Chromatography
				Producto(s):
				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
2	CONDUCTIVIDAD A 25 °C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed.	2012	Conductivity. Laboratory Method
				Producto(s):
				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
3	MERCURIO POR AAS-CV	EPA Method 245.1 Rev. 3.0, 1994. (VALIDADO)	2014	Determination of mercury in water by cold vapor atomic spectrometry
				Producto(s):
				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
4	METALES POR ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (VALIDADO)	2014	Determination of Metals and Trace Elements in Water an Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrom
				Producto(s):
				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
5	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) A 25 °C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed.	2012	pH Value. Electrometric Method
				Producto(s):
				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL
6	TURBIDEZ	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 22nd Ed.	2012	Turbidity. Nephelometric Method
				Producto(s):
				AGUA NATURAL
				AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
				AGUA RESIDUAL

RESULTADOS DE MUESTRAS

Resultados Muestra 01:

Parámetro	Unidad	LCM	M - 01
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	<LCM
Arsenico(As)	mg/L	0.003	<LCM
Boro(B)	mg/L	0.021	0.060
Bario(Ba)	mg/L	0.002	0.033
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM
Hierro(Fe)	mg/L	0.019	0.177
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.054
Plomo(Pb)	mg/L	0.003	<LCM
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	0.032
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM
Fluoruro(F-)	mg/L	0.038	0.041
Cloruro (Cl-)	mg/L	0.065	2.317
Nitrito (NO ₂ -)	mg/L	0.05	<LCM
Sulfato (SO ₄ =)	mg/L	0.07	8.410
N-Nitrato + N-Nitrito	mg/L	0.064	1.75
(*)Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	0.5	85.9
pH a 25°C	pH	NA	7.7
(*) Cianuro Wad	mg/L	0.002	<LCM
(*) Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	16 x 10 ³
(*) Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	16 x 10 ²
(*) Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	920
(*) Huevos y larvas de Helmintos	N° /L	1	<1

Resultados Muestra 02

Parámetro	Unidad	LCM	M - 02
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	<LCM
Arsenico(As)	mg/L	0.003	<LCM
Boro(B)	mg/L	0.021	0.045
Bario(Ba)	mg/L	0.002	0.030
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM
Hierro(Fe)	mg/L	0.019	0.078
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.024
Plomo(Pb)	mg/L	0.003	<LCM
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM
Fluoruro(F-)	mg/L	0.038	<LCM
Cloruro (Cl-)	mg/L	0.065	1.078
Nitrito (NO ₂ -)	mg/L	0.05	<LCM
Sulfato (SO ₄ =)	mg/L	0.07	6.295
N-Nitrato+N Nitrito	mg/L	0.064	1.27
(*)Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	0.5	75.9
pH a 25°C	pH	NA	8.19
(*) Cianuro Wad	mg/L	0.002	<LCM
(*) Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8	120
(*) Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	4.0
(*) Escherichia coli	NMP/ 100mL	1.8	4.0
(*) Huevos y larvas de Helmintos	N° /L	1	<1

ESTANDARES DE CALIDAD PARA AGUA D.S. N°002- 2008-MINAM

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL						
PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0.005	0,022	0,022	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	0	0,08	0,08	**
Cloruros	mg/L	250	250	250	**	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	(uS/cm)	1500	1600	**	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.5	0,5	na	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10	10	10	10	**
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	1	1	1	1(5)	**
Olor		Aceptable	**	**	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	>= 6	>= 5	>= 4	>= 5	>= 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0	6 - 9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0.05	**	**	0.05	**
Turbiedad	UNT(b)	5	100	**	100	**

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL						
PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
INORGÁNICOS						
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	0,006	0,006	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,004	0,01	0,01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL						
PARÁMETRO	UNIDA D	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
ORGÁNICOS						
I.COMPUUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTTP	mg/L	0,05	0,2	0,2		
Trihalometanos	mg/L	0,1	0,1	0,1	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles, COVs						
1,1,1-Tricloroetano -- 71-55-6	mg/L	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano -- 75- 35-4	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2 Dicloroetano -- 107- 06-2	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno - - 95-50-1	mg/L	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno -- 87-68-3	mg/L	0,0006	0,0006	**	**	**
Tetracloroetano -- 127- 18-4	mg/L	0,04	0,04	**	**	**
Tetracloruro de Carbono -- 56-23-5	mg/L	0,002	0,002	**	**	**
Tricloroetano -- 79-01 -6	mg/L	0,07	0,07	**	**	**
BETX						
Benceno -- 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno-- 100-41 -4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno -- 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos -- 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)pireno -- 50-32-8	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,008	0,008	**	**	**
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL						
PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
Plaguicidas						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*						
Aldrín (CAS 309-00-2)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrín 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endrín -- 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Heptacloro 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenilos Totales						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL						
PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
MICROBIOLÓGICO						
Colliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2000	20000	200	1000
Colliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3000	50000	1000	4000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
Escherichia coli	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
Giardia duodenalis	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
Vibrio Cholerae	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT : Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/ 100 mL Número más probable en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

** Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

Categoría 2: Actividades marino costeras				
PARÁMETRO	UNIDADES	Sub Categoría 1	Sub Categoría 2	Sub Categoría 3
		Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos (C1)	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas(C2)	Otras Actividades (C3)
ORGANOLÉPTICOS				
Hidrocarburos de Petróleo		No Visible	No Visible	No Visible
FÍSICOS - QUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	* *	10,0	10,0
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	>= 4	>= 3	>= 2.5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	**	50,0	70,0
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	**	0,06	0,08
Temperatura	celsius	* **delta 3 °C	* **delta 3 °C	* **delta 3 °C
INORGÁNICOS				
Amoníaco	mg/L	* *	0,08	0,21
Arsénico total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Cadmio total	mg/L	0,0093	0,0093	0,0093
Cobre total	mg/L	0,0031	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05
Fosfatos (P-PO4)	mg/L	**	0,03 - 0,09	0,1
Mercurio total	mg/L	0,00094	0,0001	0,0001
Níquel total	mg/L	0,0082	0,1	0,1
Nitratos (N-NO3)	mg/L	**	0,07 - 0,28	0,3
Plomo total	mg/L	0,0081	0,0081	0,0081
Silicatos (Si-Si O3)	mg/L	* *	0,14 - 0,70	* *
Zinc total	mg/L	0,081	0,081	0,081
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos de petróleo totales (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01
MICROBIOLÓGICO				
Colliformes Termotolerantes NMP/100mL	NMP/100 mL	* <14 (área aprobada) * <88 (área restringida)	<30	1 000

NMP/ 100 ml: Número más probable en 100 mL

* **Área Aprobada:** Áreas de dónde se extraen ó cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana ó animal, de organismos patógenos ó cualquier sustancia deletérea ó 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

** Se entenderá que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente lo determine

*** La temperatura corresponde al promedio mensual multianual del área evaluada.

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES		
PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO BAJO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Fisicoquímicos		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100 - 700
Conductividad	(uS/cm)	<2 000
Demanda Bioquímica de O	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos - P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	0,06
Oxígeno Disuelto	mg/L	> =4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5 - 6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES		
PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO BAJO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Orgánicos		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrín (CAS 309-00-2)	ug/L	0,004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	0,001
Dieldrín (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrín	ug/L	0,004
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) yheptacloripoxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
Biológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
Escherichia coli	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helminthos	huevos/litro	<1	<1(1)
Salmonella sp.		Ausente	Ausente
Vibrio cholerae		Ausente	Ausente

PARÁMETROS PARA BEBIDA DE ANIMALES		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
FISICOQUÍMICOS		
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	<=5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<=15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruro	mg/L	2
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	50
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	1
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	500
Sulfuros	mg/L	0,05
INORGÁNICOS		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,1
Berilio	mg/L	0,1
Boro	mg/L	5
Cadmio	mg/L	0,01
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	1
Cobre	mg/L	0,5
Cromo (6+)	mg/L	1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	24

PARÁMETROS PARA BEBIDA DE ANIMALES		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
ORGÁNICOS		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
PLAGUICIDAS		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrín (CAS 309-00-2)	ug/L	0,03
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	1
Dieldrín (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrín	ug/L	0,004
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) yheptacloripoxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5
BIOLÓGICOS		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000
Enterococos	NMP/100mL	20
Escherichia coli	NMP/100mL	100
Huevos de Helmintos	huevos/litro	<1
Salmonella sp.		Ausente
Vibrión cholerae		Ausente

FUENTE: D.S. N°002-2008-MINAM

NOTA:

NMP/100: Número más probable en 100 mL

Vegetales de Tallo alto: Son plantas cultivables o no, de porte arbustivo o arbóreo y tienen una buena longitud de tallo. las especies leñosas y forestales tienen un sistema radicular pivotante profundo (1 a 20 metros).

Ejemplo; Forestales, árboles frutales, etc.

Vegetales de Tallo bajo: Son plantas cultivables o no, frecuentemente porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (10 a 50 cm). Ejemplo: Hortalizas y verdura de tallo corto, como ajo, lechuga, fresas, col, repollo, apio y arveja, etc.

Animales mayores: Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos, etc.

Animales menores: Entiéndase como animales menores a caprinos, cuyes, aves y conejos

SAAM: Sustancias activas de azul de metileno

CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO						
PARÁMETRO	UNIDAD	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,02	0,02	0,05	0,05	0,08
Temperatura	Celsius					delta 3 °C
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25 - 100	30,00
INORGÁNICOS						
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022	0,022	
Clorofila A	mg/L	10				
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,5	0,031 - 0,093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	Ausente				Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28

PARÁMETRO	UNIDAD	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
INORGÁNICOS						
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6	1,6		
Níquel	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,002	0,0082
Plomo	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0081	0,0081
Silicatos	mg/L					0,14 - 0,7
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S indisociable	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3	0,03	0,081
MICROBIOLÓGICO						
Colliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	2000		1 000	≤30
Colliformes Totales	NMP/100 mL	2 000	3000		2 000	

NOTA: Aquellos parámetros que no tienen valor asignado se debe reportar cuando se dispone de análisis

Dureza: Medir "dureza" del agua muestreada para contribuir en la interpretación de los datos (método/técnica recomendada: APHA-AWWA-WPCF 2340C

Nitrógeno total: Equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (Nitrógeno orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrito (NO)

Amonio: Como NH₃ no ionizado

NMP/100 mL: Número más probable de 100 MI

ESTANDARES DE CALIDAD PARA EL AGUA MODIFICADOS DS. N°015-2015-MINAM

CATEGORÍA 1 - A						
PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7	Ausencia de película visible	**
Cianuro Total	mg/L	0,07	0,2	0,2	0,022	0,022
Cloruros	mg/L	250	250	250	**	**
Color (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15	100 (a)	**	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	(uS/cm)	1500	1600	**	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**		
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30	30	50
Fenoles	mg/L	0,003	**	**	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes de origen antropogénico.		Ausencia de material flotante de origen antrópico	**	**	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ -)	mg/L	50	50	50	10	**
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	3	3	**	1(5)	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	>= 6	>= 5	>= 4	>= 5	>= 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0	6 - 9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	500	**	**	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**	0.05	**
Turbiedad	UNT	5	100	**	100	**

CATEGORÍA 1 - A						
PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
INORGÁNICOS						
Aluminio	mg/L	0,9	5	5	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	1	**	0,7	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1	0,04	**
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01	0,01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	1	5	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**		
Níquel	mg/L	0,07	**	**	0,02	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**
ORGÁNICOS						
I.COMPUUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos de petróleo emulsionado o disuelto (C10 - C28 y mayores)	mg/L	0,01	0,2	1,0		
Trihalometanos	©	1,0	1,0	1,0	**	**
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**		
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**		
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**		
Bromodiclorometano	mg/L	0,06	**	**		
Compuestos Orgánicos Volátiles, COVs						
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	**	**	**

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{E_{CA_{\text{cloroformo}}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{E_{CA_{\text{dibromoclorometano}}}} + \frac{C_{\text{bromodichlorometano}}}{E_{CA_{\text{bromodichlorometano}}}} + \frac{C_{\text{bromoformo}}}{E_{CA_{\text{bromoformo}}}} \leq 1$$

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)

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

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

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

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

CATEGORÍA 1 - B			
PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1	B2
		Contacto Primario	Contacto Secundario
FÍSICOS - QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Total	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color (b)	Unidad de 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 de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ -)	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	6,0-9,0	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	**	**
Sulfuros	mg/L	0.05	**
Turbiedad	UNT	100	**

CATEGORÍA 1 - B			
PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1	B2
		Contacto Primario	Contacto Secundario
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**
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	**
MICROBIOLÓGICO			
Colliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	1000	4000
Colliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	200	1000
Enterococos intestinales	NMP/100 mL	200	**
Escherichia coli	E.coli /100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**
Giardia duodenalis	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Salmonella sp	Presencia/ 100 mL	0	0
Vibrio Cholerae	Presencia/ 100 mL	Ausencia	Ausencia

UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad

- NMP/100 ml : Número más probable en 100 ml

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

CATEGORÍA 2- ACTIVIDADES MARINO COSTERAS					
PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR			AGUA CONITINENTAL
		Sub Categoría 1 (C1)	Sub Categoría 2 (C2)	Sub Categoría 3 (C3)	Sub Categoría 4 (C4)
		Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas
FÍSICOS - QUÍMICOS					
Aceitesy grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	* *	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Unidad de 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 -)	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	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	celsius	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR			AGUA CONITINENTAL
		Sub Categoría 1 (C1)	Sub Categoría 2 (C2)	Sub Categoría 3 (C3)	Sub Categoría 4 (C4)
		Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas
INORGÁNICOS					
Amoníaco	mg/L	**	**	**	1
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico total	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	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
ORGÁNICOS					
Hidrocarburos de petróleo totales (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
ORGANOLÉPTICO					
Hidrocarburos de petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES					
(PCB's)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
MICROBIOLÓGICO					
Colliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 mL	≤14 (área Aprobada)©	<30	1 000	200
	NMP/100 mL	*≤88 (área restringida)(C)			

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

(b) Después de la filtración simple.

(c) 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.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

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

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

(1) Nitrógeno Amoniacal para Aguas Dulce:

Estándar de calidad de concentración del nitrógeno amoniacal en diferente pH y temperatura para la protección de la vida acuática (mg/L de NH₃)

		pH							
		6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
Temp (°C)	0	231	73	23.1	7.32	2.33	0.749	0.25	0.042
	5	153	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	0.029
	15	69.7	22	6.98	2.22	0.715	0.239	0.089	0.026
	20	48	15.2	4.82	1.54	0.499	0.171	0.067	0.024
	25	33.5	10.6	3.37	1.08	0.354	0.125	0.053	0.022
	30	23.7	7.5	2.39	0.767	0.256	0.094	0.043	0.021

Nota: Las mediciones de amoníaco total en el medio ambiente acuático a menudo se expresan en mg / L de amoníaco total -N. Los actuales valores de referencia (mg / L de NH₃) se pueden convertir a mg/L de amoníaco total - N multiplicando el valor de referencia correspondiente por 0.8224. No recomendado pauta para las aguas marinas.

CATEGORIA 3			
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARAMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
FÍSICOS - QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color(b)	Color verdadero escala Pt/Co	100(a)	100(a)
Conductividad	(uS/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	1000	1000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS			
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

Fuente : D.S. N°015 - 2015 - MINAM

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

(b) Después de Filtración Simple.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la subcategoría.

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

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

ECA AGUA: CATEGORIA 3			
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARAMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDA DE ANIMALES
INORGANICOS			
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
PLAGUICIDAS			
Parathión	ug/l	35	35
Organoclorados			
Aldrin	ug/l	0,004	0,7
Clordano	ug/l	0,006	7
DDT	ug/l	0,001	30
Dieldrin	ug/l	0,5	0,5
Endosulfan	ug/l	0,01	0,01
Endrin	ug/l	0,004	0,2
Heptacloro y heptacloro epóxido	ug/l	0,01	0,03
Lindano	ug/l	4	4
CARBAMATO			
Aldicarb	ug/l	1	11
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES			
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	ug/l	0,04	0,045
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1 000	5 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	1 000	1 000
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	20	20
Escherichia coli	NMP/100 ml	100	100
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	<1	<1

CATEGORIA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO						
PARÁMETRO	UNIDAD	E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS		E:3 ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Total	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	0,008	**	**	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo Total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ -)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco	mg/L	1,9	1,9	1,9	0,4	0,55
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 – 9,0	6,5 – 9,0	6,5 – 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendidos 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	0,61	1,6	0,61	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
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	0,001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081

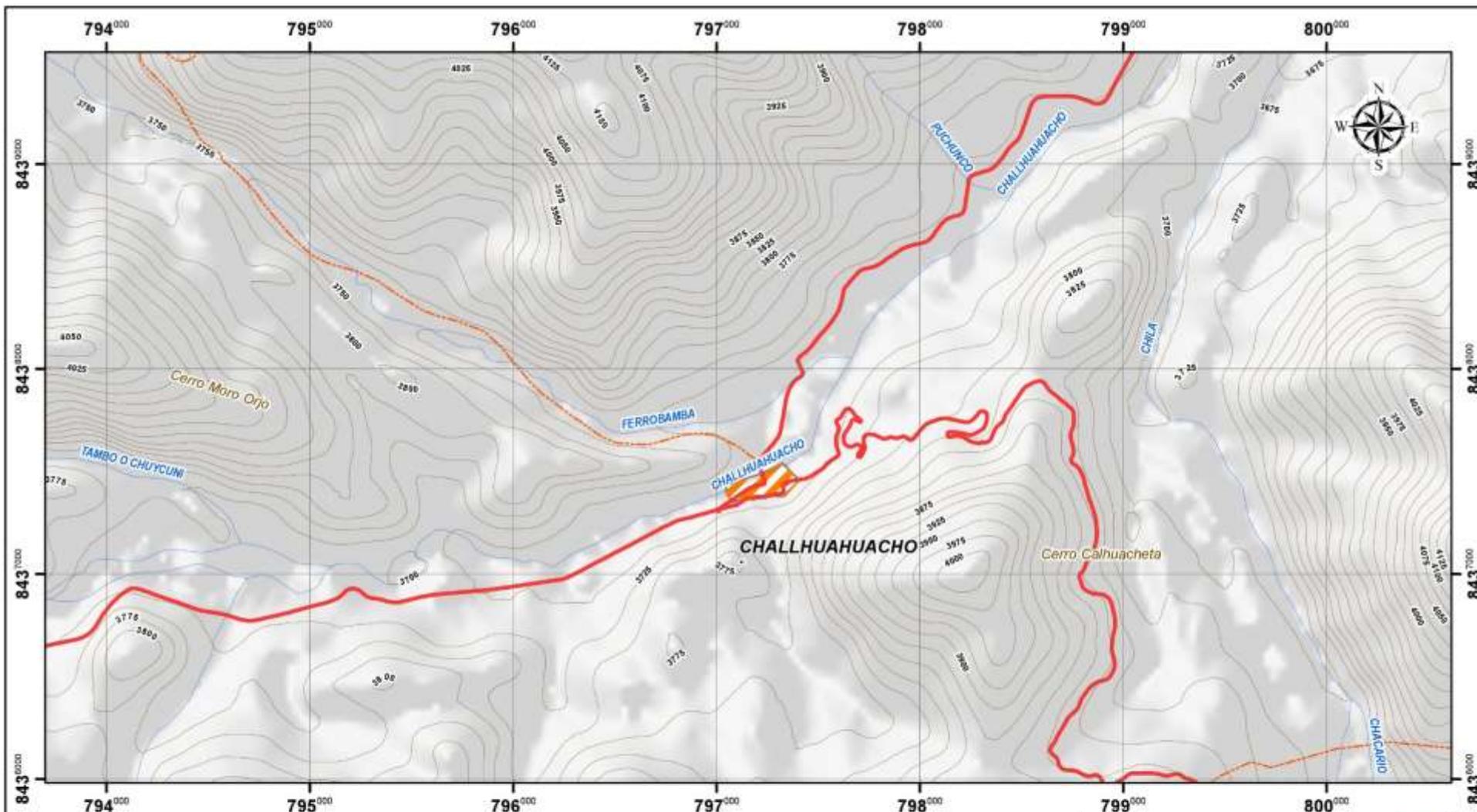
CATEGORIA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO						
PARÁMETRO	UNIDAD	E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS		E:3ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
ORGÁNICOS						
I.COMPUUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTTP	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadie no	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BETX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(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
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 (COP)*						
Aldrín (CAS 309-00-2)	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endrín	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Heptacloro epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
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 (restringido)	mg/L	0,001	0,001	0,00015	0,00015	0,00015
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES						
(PCBs)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
MICROBIOLÓGICO						
Colliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	1 000	2000	2000	1 000	2000

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal

(b) Después de la filtración simple

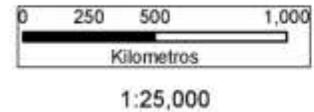
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

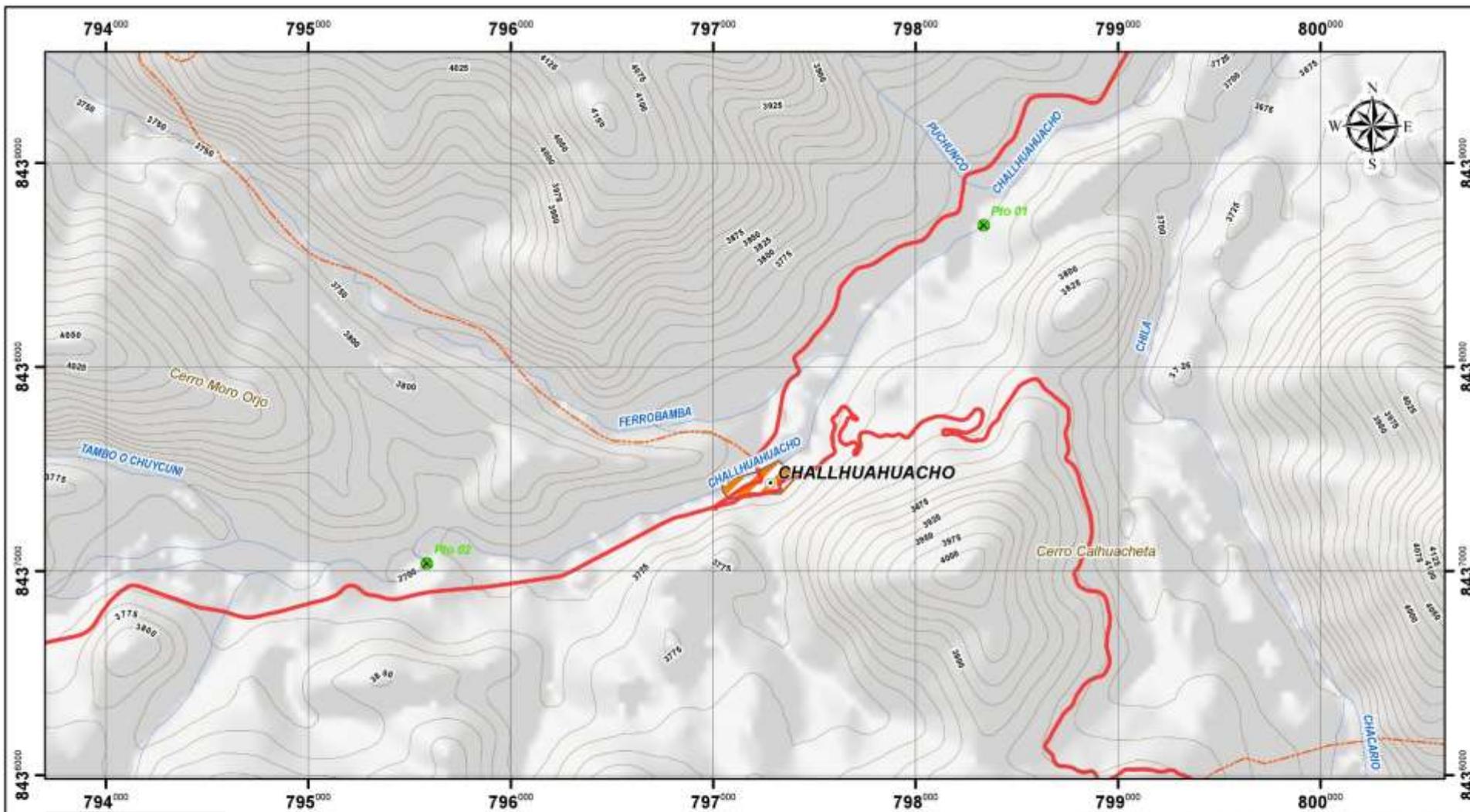


LEYENDA

Capital de Distrito	Carretera Principal	Curvas de Nivel
Rios	Poblacion Urbana	
Lagos		
Trocha Carrozable		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA		
GEOLOGICA		
TÍTULO: "CALIDAD DEL AGUA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHALLHUAHUACHO COMPARADO CON LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RIEGO Y BEREDERO (ECA 3) EN LA ZONA DE CHALLHUAHUACHO, COTABAMBA - APURÍMAC - 2015"		
MAPA:		
TOPOGRAFICO		
AUTOR: Blach Marco A. Cordero Castañeda	ASISTENTE: MC's. Ing. José A. Sotomayor Morales	MAPA Nº:
ESCALA: Indicada	PROYECTADA: WGS-84 Zona 18 S	01
FUENTE: <small>IGN PERU (1984, 1997)</small>		

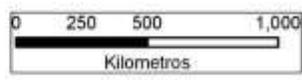


SIMBOLOGIA

- Puntos de Control

LEYENDA

- Capital de Distrito
- Carretera Principal
- Rios
- Trocha Carrozable
- Curvas de Nivel
- Poblacion Urbana



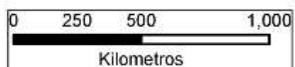
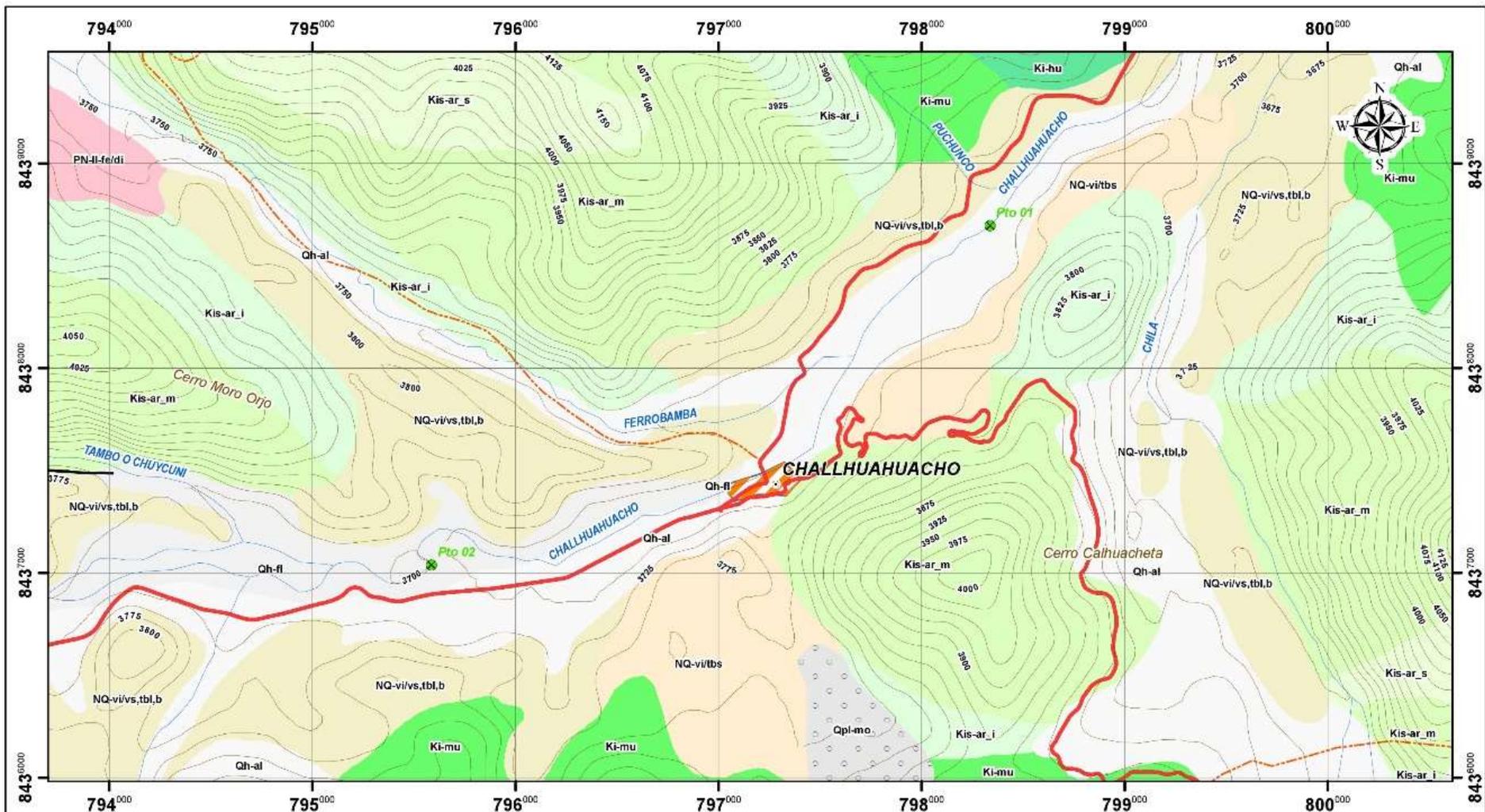
1:25,000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

TÍTULO: "CALIDAD DEL AGUA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHALLHUAHUACHO COMPARADO CON LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RIEGO Y BEBEDERO (ECA 3) EN LA ZONA DE CHALLHUAHUACHO, COTABAMBA - APURÍMAC - 2016"

MAPA: PUNTOS DE MUESTREO

AUTORE: Bach. Marco A. Córdova Castañeda	ASISTENTE: MCS. Ing. José A. Sotomayor Morales	BOLETIN: 02
ESCALA: 1:25,000	PROYECTO: WGS-84 Zona 18 S	
FECHA:		



1:25,000

SIMBOLOGIA		
	Punto de Control	
	Capital de Distrito	
	Falla	
	Curvas de Nivel	
	Rios	
	Trocha Carrozable	
	Carretera Principal	
	Poblacion Urbana	

LEYENDA	
	Qh-al - Deposito Aluvial
	Qh-fl - Deposito Fluvial
	Qpl-mo - Deposito Morrenico
	NQ-vi/vs,tbl,b - Deposito Piroclastico
	NQ-vi/vs,tbl,b - Complejo Volc. Vilcarani
	Ki-mu - Fm. Murco
	Ki-hu - Fm. Huallhuani
	Kis-ar_s - Fm. Arcurquina Superior
	Kis-ar_m - Fm. Arcurquina Medio
	Kis-ar_i - Fm. Arcurquina Inferior
	PN-II-fe/di - Pluton Ferrobamba

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA		
TÍTULO: "CALIDAD DEL AGUA EN LA MICROCUENCA DEL RIO CHALLHUAHUACHO COMPARADO CON LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RIEGO Y BEBEDERO (ECA 3) EN LA ZONA DE CHALLHUAHUACHO, COTABAMBA - APURÍMAC - 2016"		
GEOLOGICO LOCAL		
AUTOR: Bach. Marco A. Conzova Castañeda	ASESOR: MCS. Ing. José A. Sivronni Morales	MAPA Nº: 03
ESCALA: Indicada	PROYECCION: WGS-84 Zona 18 S	
FUENTE: IGN, INIA, OEA, MEC		