

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Evaluación de la calidad del agua para consumo
humano y fines agrícolas en las cuencas
de la Región Huancavelica**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Oscar Raúl Paniagua Segovia**

Ayacucho - Perú

2017

Con mucho cariño y admiración a mis queridos padres Abraham y Juana y a mis hermanos por sus sabios consejos, quienes con amor, esfuerzo y sacrificio hicieron posible alcanzar mi anhelada meta; si tengo algún mérito también les pertenece a ellos.

Con profunda gratitud, a la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, al Programa de Pastos y Ganadería, quienes fueron pilares de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por mi formación profesional.

A mis profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias y en especial de la Escuela de Formación de Agronomía, por su contribución en mi formación Profesional.

Al Ing. Juan Benjamín Girón Molina, Asesor del presente trabajo de investigación.

A la Gerencia de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional de Huancavelica por financiar dicho trabajo de investigación.

A todos los amigos que de una u otra manera me apoyaron en el desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice general.....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de anexos.....	vii
Resumen.....	1
Introducción.....	3
CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1 Agua e importancia en el Perú.....	5
1.2 Cuencas hidrográficas.....	8
1.3 Contaminación de agua en el Perú.....	9
1.4 Propiedades del agua.....	14
1.5 Calidad del agua.....	17
1.6 Toma de muestra de agua.....	29
1.7 Marco legal de la calidad de aguas.....	30
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
2.1 Ubicación del experimento.....	37
2.2 Características climatológicas.....	37
2.3 Hidrografía.....	38
2.4 Materiales y métodos.....	39
2.5 Planteamiento del ensayo.....	40
2.6 Metodología del ensayo.....	45
2.7 Parámetros de evaluación.....	62
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
3.1 Análisis de aguas de la cuenca del río San Juan.....	65
3.2 Análisis de aguas de la cuenca del río Grande.....	68

3.3	Análisis de aguas de la cuenca del río Opamayo.....	70
3.4	Análisis de aguas de la cuenca del río Sicra.....	73
3.5	Análisis de aguas de la cuenca del río Palca.....	76
3.6	Análisis de aguas de la cuenca del río Vilca.....	79
3.7	Análisis de aguas de la cuenca del río Ichu.....	82
3.8	Análisis de aguas de la laguna Ccehcayccochoa.....	85
3.9	Análisis de aguas de la laguna Chinchicchoa.....	87
3.10	Análisis de aguas de la laguna Azulccochoa.....	89
3.11	Análisis de aguas de la laguna Pacoccochoa.....	91
3.12	Análisis de aguas de la laguna Pultoc.....	93
3.13	Análisis de aguas de la laguna Allcaccchoa.....	95
	CONCLUSIONES.....	98
	RECOMENDACIONES.....	100
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	102
	ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 2.1	Área de muestreo 1: Cuenca del río San Juan.....	46
Tabla 2.2	Área de muestreo 2: Cuenca del río Grande.....	47
Tabla 2.3	Área de muestreo 3: Río Opamayo.....	48
Tabla 2.4	Área de muestreo 4: Río Sicra.....	49
Tabla 2.5	Área de muestreo 5: Río Palca.....	50
Tabla 2.6	Área de muestreo 6: Río Vilca.....	51
Tabla 2.7	Área de muestreo 7: Río Ichu.....	52
Tabla 2.8	Área de muestreo 8: Laguna Ccehcaycocha.....	53
Tabla 2.9	Área de muestreo 9: Laguna Chinchicocha.....	54
Tabla 2.10	Área de muestreo 10: Laguna Azulcocha.....	55
Tabla 2.11	Área de muestreo 11: Laguna Pacoccocha.....	56
Tabla 2.12	Área de muestreo 12: Laguna Pultocc.....	57
Tabla 2.13	Área de muestreo 13: Laguna Alccaccocha.....	58
Tabla 3.1	Resultados de análisis de la Cuenca/Subcuenca del Río San Juan (Área N° 01).....	66
Tabla 3.2	Resultados de análisis de la Cuenca/Subcuenca del Río Grande (Área N° 02).....	68
Tabla 3.3	Resultados de análisis de la Cuenca/Subcuenca del Río Opamayo (Área N° 03).....	71
Tabla 3.4	Resultados de análisis de la Cuenca del Río Sicra (Área N° 04)...	74
Tabla 3.5	Resultados de análisis de la Cuenca del Río Palca (Área N° 05)...	77
Tabla 3.6	Resultados de análisis de la Cuenca del Río Vilca (Área N° 06)...	80
Tabla 3.7	Resultados de análisis de la Cuenca del Río Ichu (Área N° 07)....	83
Tabla 3.8	Resultados de análisis de la Laguna Ccehcaycocha (Área N° 08).....	85
Tabla 3.9	Resultados de análisis de la Laguna Chinchicocha (Área N° 09).	87
Tabla 3.10	Resultados de análisis de la Laguna Azulcocha (Área N° 10).....	89
Tabla 3.11	Resultados de análisis de la Laguna Pacoccocha (Área N° 11).....	91
Tabla 3.12	Resultados de análisis de la Laguna Pultocc (Área N° 12).....	94
Tabla 3.13	Resultados de análisis de la Laguna Alccaccocha (Área N° 13)...	96

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Estructura molecular del agua.....	14
Figura 2.1	Mapa hídrico de la Región Huancavelica.....	38
Figura 2.2	Área de muestreo 1: Cuenca del Río San Juan.....	46
Figura 2.3	Área de muestreo 2: Cuenca del Río Grande.....	47
Figura 2.4	Área de muestreo 3: Cuenca del Río Opamayo.....	48
Figura 2.5	Área de muestreo 4: Cuenca del Río Sicra.....	49
Figura 2.6	Área de muestreo 5: Cuenca del Río Palca.....	50
Figura 2.7	Área de muestreo 6: Cuenca del Río Vilca.....	51
Figura 2.8	Área de muestreo 7: Cuenca del Río Ichu.....	52
Figura 2.9	Área de muestreo 8: Laguna Ccehcaycocha.....	53
Figura 2.10	Área de muestreo 9: Laguna Chinchicocha.....	54
Figura 2.11	Área de muestreo 10: Laguna Azulcocha.....	55
Figura 2.12	Área de muestreo 11: Laguna Pacoccocha.....	56
Figura 2.13	Área de muestreo 12: Laguna Pultoc.....	57
Figura 2.14	Área de muestreo 13: Laguna Alccaccocha.....	58

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.	
Anexo 1	Ficha de muestreo y panel fotográfico	106
Anexo 2	Ley N° 26821- Decreto Supremo N° 02-2008-MINAM – estándares Nacionales de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles en el Perú.	140
Anexo 3	Norma Técnica ISO 5667-10 2001: CALIDAD DEL AGUA. Parte 10: Guía para el muestreo, preservación y manejo de muestras.	147
Anexo 4	Mapa de toma de muestras de aguas	162

RESUMEN

Las cuencas estudiadas pertenecen a la Región Huancavelica. Donde se encuentra el más alto potencial aurífero del Perú, se tiene más 50 minas abandonadas y 7 522 toneladas de restos y/o residuos mineros las cuales en la mayoría son tóxicos; Dentro de las cuencas estudiadas se encuentran los asentamientos humanos destinados a la ganadería y la agricultura; así también la actividad de extracción de minerales en estas cuencas se constituya en un problema de derecho de uso de orden internacional; la cual ocasiona unas 500 TM/AÑO de relaves vertidos a las fuentes de agua, tierras de cultivo y caminos las cuales contienen metales pesados e insumos químicos usados en la concentración de minerales como plomo, zinc, cadmio, cobre, bismuto, antimonio, arsénico, y/o metales peligrosos.

El estudio abarcó la toma de muestras de 21 puntos de muestreo de aguas superficiales de las Cuencas de los ríos: San Juan, Rio Grande, Opamayo, Sicra, Palca, Vilca, Ichu, y 18 puntos de muestreo de las lagunas: Alccacocha, Pultoc, Pacococha, Azulcocha, Chinchicocha y Ccehcayccocha para el contexto de evaluación de la calidad del agua con fines de consumo humano y agrícola de la región Huancavelica.

Realizado los análisis físicos, químicos, microbiológicos de las muestras indican que las aguas superficiales de los ríos: Grande, Sicra, Opamayo y la laguna Pacococha indican que están contaminados por altos niveles de arsénico, cadmio, boro y plomo total que sobrepasan superando los niveles máximos permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y Minas y los estándares de calidad ambiental del MINAM y no pueden ser destinadas para el uso poblacional como agua potable, recreacional, riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, bebida de animales, y no permite una buena conservación del ambiente acuático.

Las altas concentraciones de sustancias tóxicas como arsénico, cadmio, boro y plomo total en las cuencas de los ríos Grande, Sicra, Opamayo y la laguna Pacococha a largo plazo pueden producir problemas de salud a los pobladores de la zona, también contaminar los suelos pudiendo también ser absorbido por los cultivos y luego incorporarse a la cadena alimenticia; Para producción de agua potable es necesario que todos los ríos evaluados tenga un programa de tratamiento convencional de descontaminación y potabilización.

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental se acrecienta vertiginosamente desde la revolución industrial y a medida que se incrementa la población humana, poniendo en riesgo la salud de la tierra en general, la contaminación que se hace más evidente cuando degrada un recurso como el agua que es imprescindible para todos los organismos vivos incluyendo al hombre así como para desarrollar muchas actividades que benefician a la población. La Región Huancavelica se fundó en el siglo XVI sobre la base de su potencial minero. La extracción de metales se centra en plata, oro, zinc, plomo y cobre; siendo este último, cotizado en abril del 2010 en US\$3.21 la libra de cobre, el que mayor contribución presenta al valor bruto de producción (VBP) de la región con un 34%; 75.4% respecto de abril del año anterior. Le sigue la plata con un 30% del VBP y luego el oro con un 15%. Estos tres metales en conjunto suponen el 79% del total. El zinc representa el 13% del VBP y finalmente el plomo el 8%.

Destacan las mineras Cobriza, de propiedad de Doe Run, la mayor productora de cobre copando el 93% de la producción, seguida por Minera Caudalosa con el 5%, en cuanto a cobre se refiere. La segunda empresa minera más fuerte es Buenaventura, con producción de cobre (tan sólo el 0.7% del VBP), plomo, zinc, plata, oro. Su condición de economía de enclave no ha variado, es decir, no demanda insumos locales, tiene limitada generación de mano de obra y no tributa en la región, por lo que las utilidades no repercuten en beneficio de la región. Apenas reporta el 11% al valor agregado bruto (PBI menos impuestos) departamental.

Por otra parte, un estudio de la Universidad Nacional de Ingeniería señala que en ese departamento hay 50 minas abandonadas y 7 522 toneladas de restos, la mayoría tóxicos. No se debe olvidar que los relaves de la mina Martha amenazan la zona de Palca (Castrovirreyna), al igual que San Genaro a la laguna de Choclococha y

Caudalosa Grande a la laguna de Orconcocha. Además Minera Pampamali está ocasionando graves impactos a la cuenca de los ríos Sicra y Atuna en Huancavelica desde el 2002 y opera sin Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aprobado y sin la autorización del Ministerio de Energía y Minas.

Una muestra más del daño que la minería ocasiona unas 500 TM de relaves vertidos a las fuentes de agua, tierras de cultivo y caminos, contienen metales pesados e insumos químicos usados en la concentración de minerales. Los relaves polimetálicos como el de Caudalosa Chica normalmente contienen plomo, zinc, cadmio, cobre, bismuto, antimonio, arsénico, metales muy peligrosos.

En la Región de Huancavelica en Junio del año 2010 se produjo un nuevo desastre ecológico donde ha colapsado el dique de una poza de desechos (relaves) de la Compañía Minera Caudalosa S.A., volumen de 50 mil m³ de relave se vertiera sobre el río Huachocolpa, afectando a más de 1,500 hectáreas de terreno aguas abajo y alrededor de 4,100 usuarios directos, llegando hasta los ríos Opamayo, Lircay, Urubamba, Cachi y Mantaro. Los especialistas verificaron que la altura del relave superó el 1.5 metros en la ribera y faja marginal de la fuente afectada (agua para riego, uso pecuario, uso de la población de las provincias de Angaraes, Huancavelica y Acobamba”); contaminando el 80% de las aguas de los ríos Totorá, Escalera, Huachocolpa, Lircay, Cachi y Opamayo en la región Huancavelica, afectando a más de diez comunidades de la región, contaminando los recursos hídricos y secuelas en la salud de los pobladores de la Región Huancavelica. Por estas consideraciones se ha planteado realizar el presente trabajo de investigación, con los objetivos siguientes:

1. Evaluar las características físico-químicas de las aguas de ríos y lagunas de las cuencas de la Región Huancavelica.
2. Determinar el contenido Microbiológico y metales pesados de las aguas de ríos y lagunas de las cuencas de la Región de Huancavelica.
3. Recomendar las medidas de mitigación para prevenir y erradicar la contaminación de aguas de ríos y lagunas de las cuencas de la Región de Huancavelica.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. AGUA E IMPORTANCIA EN EL PERÚ

Pasache (1996), menciona que el agua (del latín *aqua*) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. Puede ser encontrada, principalmente, en forma de hielo; de hecho, es el material base de los cometas y el vapor que compone sus colas.

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce es usada para agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe el 10% restante. El agua es un recurso indispensable para los seres vivos y para los humanos. Su importancia estriba en los siguientes aspectos:

1. **Es fuente de vida:** Sin ella no pueden vivir ni las plantas, ni los animales ni el ser humano.

2. Es indispensable en la vida diaria:

- Uso doméstico: en la casa para lavar, cocinar, regar, lavar ropa, etc.
- Uso industrial: en la industria para curtir, fabricar alimentos, limpieza, generar electricidad, etc.
- Uso agrícola: en la agricultura para irrigar los campos.
- Uso ganadero: en la ganadería para dar de beber a los animales domésticos.
- En la acuicultura: para criar peces y otras especies.
- Uso medicinal: en la medicina para curar enfermedades. Las aguas termales y medicinales son muy abundantes en el Perú. Por ejemplo: los baños del Inca en Cajamarca; los baños de Churín en Lima; los baños de Jesús en Arequipa, etc. Las aguas minerales son de consumo para bebida y contienen sustancias minerales de tipo medicinal. Las principales son las de San Mateo, Socosani, Jesús, etc.
- Uso deportivo: en los deportes como la natación, tabla hawaiana, esquí acuático, canotaje, etc.
- Uso municipal: en las ciudades para riego de parques y jardines.

Pasache (1996), señala que en el Perú las aguas superficiales discurren por 1,007 ríos, de los cuales 381 son de la vertiente Hidrográfica del Pacífico, 564 de la del Atlántico y 62 del Titicaca. Además, indica que el agua es uno de los recursos más importantes que nos brinda la naturaleza. Su importancia se resume en la frase “El agua es Vida”, este recurso se encuentra en diversas proporciones en el planeta y su disponibilidad es variable de acuerdo a las distintas estaciones climáticas (verano, invierno, etc.).

En la vertiente del Pacífico se usan al año unos 15,827'452,000 m³, de los que el 82% es para usos agrícolas, urbanos, industriales, y mineros. El resto es de uso energético; también tiene una extensión de 279 689 Km² y 21.7 % del total nacional, está conformada por 53 ríos principales que nacen en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, entre los 4,000 y 6,000 m.s.n.m. Esta agua tiene su origen en las precipitaciones estacionales que ocurren en las montañas andinas, generando un régimen de escurrimiento irregular y de carácter torrencioso, con una descarga máxima registrada de 5000 m³/s.

En la vertiente del Atlántico el volumen anual utilizado está en los 6,288'648,000 m³, con el 64,3% para fines energéticos (río Mantaro) y el resto para fines agrícolas, poblacionales, mineros, pecuarios e industriales.

En la vertiente del Titicaca el volumen utilizado es de 106'590,000 m³, siendo el más importante el uso agrícola.

Se encuentra constituido por cuatro ríos principales, el Amazonas, Marañón, Ucayali y Huallaga, abarca un área de 956 751 km², aproximadamente el 74.5% de la extensión del país.

El período de avenidas se inicia en el mes de octubre perdurando hasta marzo, sus niveles máximos son alcanzados en los meses enero y febrero, ocurriendo el período de mayor estiaje entre los meses de julio y agosto (Pasache, 1996). El mismo autor, respecto a la disponibilidad hídrica, menciona que las aguas superficiales a nivel nacional existen clasificadas 106 cuencas hidrográficas que producen 2 046 287.5 de mm de origen superficial y subterráneo. Asimismo, señala que una característica importante de los ríos en el país es el régimen temporal de los mismos, considerando la irregularidad de los caudales, corto período de abundancia o avenida máxima de 3 a 5 meses (diciembre-mayo) y prolongado período de estiaje 7-9 meses (mayo-diciembre).

La vertiente del Atlántico está constituida por el gran colector continental que es el río Amazonas, el cual recibe las aguas del río Yurua, Purus y Madre de Dios con un aporte total superficial medio anual de 63,379.50 m³/seg. En esta vertiente destacan los ríos Huallaga con 3 796.4 m³/s, que tributa al río Marañón, el Ucayali con 13 375.2 m³/s y el Marañón con 15 436.2 m³/s; que al unirse estos dos últimos forman el Amazonas.

Es necesario indicar que la superficie cultivada bajo riego en la vertiente del Atlántico es 246 317 ha (**Pasache, 1996**).

La vertiente del Titicaca lo conforman 09 ríos principales dispuestos en forma radial. Ocupa parte de los territorios de Perú y Bolivia. Tiene una extensión en territorio peruano de 48,775 km² incluyendo la porción del territorio del Lago.

Los ríos de esta vertiente nacen en las faldas de las cordilleras Occidental, Vilcanota, Oriental y Real, presentando un régimen de escurrimiento irregular y torrencioso, con una descarga máxima de 500 m³/s, y concentrándose durante 3 a 5 meses del año. Se estima que entre el 60 y 80% del escurrimiento anual se produce entre los meses de diciembre y abril, y en el resto del año presenta una sequía extrema.

1.2 CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Pasache (1996), menciona que la cuenca hidrográfica es un área de la superficie terrestre cuyo desagüe superficial confluye en un río principal. Así hablamos de la cuenca del río Rímac o de la cuenca del río Amazonas. La cuenca, en estos casos, tiene subdivisiones o subcuencas. El río Amazonas es la cuenca 1; el río Ucayali es la subcuenca 2; el río Tambo es la subcuenca 3; el río Ene es la subcuenca 4; el río Perené es la subcuenca 5; el río Paucartambo es la subcuenca 6; el río Entaz, que pasa por Villa Rica, es la subcuenca 7, etc.

Una cuenca constituye un sistema interdependiente donde lo que se hace mal o bien en la parte superior influye forzosamente en la parte inferior de la misma. Si en la parte superior se destruye la vegetación y se erosionan los suelos, las aguas de la zona inferior estarán sucias y con crecidas desastrosas. Si en la parte superior se vierten los relaves mineros, las aguas de la parte baja estarán contaminadas con sedimentos y elementos tóxicos para los seres vivos.

La cuenca es un factor que se debe tener en cuenta en la planificación del desarrollo integral de una región, especialmente en los aspectos referentes al uso del agua y, en general, a la explotación racional de los recursos naturales. El equilibrio ecológico regional está íntimamente ligado a la estabilidad de las cuencas.

El deterioro de las cuencas hidrográficas se ha convertido en uno de los problemas ambientales, sociales y económicos más importantes del mundo y de nuestro país,

especialmente en la Costa, en la Sierra y en la Selva Alta. La tala de la vegetación y la contaminación están deteriorando el recurso agua de cuencas enteras, ocasionando costos y pérdidas importantes en infraestructura, vidas humanas y de inversión adicional.

1.3 LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS EN EL PERÚ

Según **Echarri (2007)**, la contaminación del agua (ríos, lagos y mares) es producida, principalmente, por cuatro vías: vertimiento de aguas servidas, de basuras, de relaves mineros y de productos químicos.

- 1. Vertimiento de aguas servidas.** La mayor parte de los centros urbanos vierten directamente los desagües (aguas negras o servidas) a los ríos, a los lagos y al mar. Este problema es generalizado y afecta al mar (frente a Lima y Callao, frente a Chimbote), a muchos ríos (Tumbes, Piura, Santa, Mantaro, Ucayali, Amazonas, Mayo, etc.) y a lagos (Titicaca, Junín). Los desagües contienen excrementos, detergentes, residuos industriales, petróleo, aceites y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y los animales acuáticos. Con el vertimiento de desagües, sin previo tratamiento, se dispersan agentes productores de enfermedades (bacterias, virus, hongos, huevos de parásitos, amebas, etc.).
- 2. Vertimiento de basuras y desmontes en las aguas.** Es costumbre generalizada en el país el vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, los ríos y los lagos, sin ningún cuidado y en forma absolutamente desordenada. Este problema se produce especialmente cerca de las ciudades e industrias. La basura contiene plásticos, vidrios, latas y restos orgánicos, que o no se descomponen o al descomponerse producen sustancias tóxicas (el fierro produce óxido de fierro), de impacto negativo.
- 3. Vertimiento de relaves mineros.** Esta forma de contaminación de las aguas es muy difundida y los responsables son los centros mineros y las concentradoras. Es especialmente grave en el mar frente a Tacna y Moquegua, por las minas de cobre de Toquepala; en los ríos Rímac, Mantaro, Santa, el lago de Junín y todos

los ríos de las ciudades cercanas a centros mineros del Perú. Los relaves mineros contienen fierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras sustancias sumamente tóxicas para las plantas, los animales y el ser humano. Otro caso es el de los lavaderos de oro, por el vertimiento de mercurio en las aguas de ríos y quebradas. Esto es de gravedad a nivel local, como en Madre de Dios y cerca de centros auríferos.

- 4. Vertimiento de productos químicos y desechos industriales.** Consiste en la deposición de productos diversos (abonos, petróleo, aceites, ácidos, soda, aguas de formación o profundas, etc.) provenientes de las actividades industriales. Este problema es generalizado cerca de los centros petroleros (costa norte y selva), en las zonas de la industria de harina y aceite de pescado (Pisco - Paracas, Chimbote, Parachique, Paita), en las zonas de concentración de industrias mineras (Oroya, Ilo), y en zonas de industrias diversas (curtiembres, textilerías, etc.).

En la costa peruana se ha desarrollado una próspera industria pesquera, orientada a la producción de harina y aceite de pescado, y al enlatado y congelado, y que representa uno de los rubros más importantes de la economía nacional. Sin embargo, en los lugares donde se ubican estas industrias la contaminación del agua y del aire es un problema, especialmente en Paracas (Ica), Chimbote (Ancash), Paita (Piura) y otros puertos. La contaminación se produce de varias formas:

- El manipuleo del pescado de las lanchas hacia los centros de transformación produce aguas de succión cargadas de restos de pescado.
- La sanguaza es agua con contenidos sólidos previos al proceso de producción.
- El agua de cola es el líquido con contenido de sólidos posterior al proceso de producción y que sale a unos 80 °C.
- En el proceso industrial y para la limpieza de las instalaciones se utiliza soda. Las aguas con soda y restos orgánicos son vertidos directamente al mar sin ningún tratamiento.
- Para la producción de harina de pescado se utilizan procesos de secado, y los vapores de agua con alta concentración de gases de olor intenso son vertidos al aire, causando contaminación olorosa en las zonas urbanas cercanas.

La ciudad de Chimbote, que ha crecido desde los años 60 a un ritmo muy acelerado (1956 = 30 000 hab; 1993 = 265 100 hab), puede considerarse la ciudad más contaminada del país. La contaminación es causada por la industria pesquera, la siderúrgica y la basura.

En Chimbote se ubican cerca de 30 fábricas de harina y aceite de pescado que vierten a la bahía más de 1,3 millones de t/año de agua de cola, más de 55 mil t/año de sanguaza, y más de 3,4 t/año de gases y polvos finos.

La siderúrgica vierte a la atmósfera varias veces, al día enormes cantidades de humos, cargados de óxidos de fierro y otras sustancias, que se extienden hasta el valle del río Santa. Estos humos forman una niebla densa de partículas.

1.3.1 Contaminación con metales pesados.

Rojas (2002), manifiesta que entre los metales que se encuentran en el agua está el Na, Ca, Mg, K, Fe, Mn, Cu, Pb, Sr, Li, V, Zn, Al, etc. y causan mayor daño al ser humano y a los animales son:

El Hierro, cuyos principales compuestos son; Fe_2O_3 , llamada hemetita roja; Fe_2O_4 , magnetita y FeS_2 , pirita. Aguas con hierro al oxidarse se vuelven turbias e inaceptables desde el punto de vista estético (oxidación del hierro Fe^{+2} a Fe^{+3}) y a la precipitación de los coloides. El hierro precipitado mancha la ropa y los artículos de porcelana. Los límites han sido establecidos por consideraciones estéticas y económicas más que por peligro fisiológico. La OMS establece que un límite de 0.3 mg/L.

El Manganeso, es el 12° elemento más abundante que se encuentra en la tierra. Se distribuye en suelos, sedimentos, rocas, agua y materiales biológicos. En bajas concentraciones es un elemento esencial para el hombre y las plantas, y tiene gran aplicación en agricultura. Las fuentes de contaminación son las operaciones industriales vinculadas con el hierro son también fuente de manganeso. La vía de exposición más importante para el ser humano son los alimentos. Es indeseable en agua porque: confiere mal sabor, produce depósitos en los alimentos durante la

cocción, mancha la ropa y la porcelana, fomenta el crecimiento de microorganismos en los reservorios, filtros y red de distribución de agua manganoso. En el caso de agua, al igual que para el caso de hierro, los límites de manganoso han sido establecidos por consideraciones estéticas y económicas más que por peligro fisiológico. La OMS establece que la dosis mínima es de 0.5 mg/L.

El Arsénico, es un metaloide distribuido en la corteza terrestre que se presenta como sulfuros, arsenatos y arsenitos metálicos. Se le encuentra presente en pequeñas concentraciones en alimentos, agua, aire y toda materia viviente. En aguas adecuadamente oxigenadas, el arsénico pentavalente es el más común, pero bajo condiciones reductoras (fondo de lagos o en pozos profundos), las especies trivalentes son las formas predominantes. En aguas naturales superficiales y subterráneas varía generalmente entre 1 y 2 mg/L. Uno de los países más afectados a nivel mundial es Bangladesh (300 mg/l) afectan a más de 30 millones de personas. Se ha detectado en Argentina Chile, México, Perú y El Salvador. El arsénico inorgánico trivalente es más tóxico que el pentavalente. La arsina (H_3S) > arsenito (As^{+3}), > arsenatos (As^{+5}) > compuestos orgánicos de arsénico. Produce cáncer de piel, lesiones dérmicas, neuropatías periféricas y vasculopatías periféricas ("enfermedad del pie negro"). La OMS establece que la dosis mínima es de 0.010 mg/L.

La contaminación por Plomo, es la más importante por las consecuencias que ocasionan, pues se trata de uno de los metales no ferrosos de mayor uso que se emplea en la fabricación de baterías, pigmentos, combustibles, material fotográfico, fósforo y explosivos. El plomo, se encuentra en el agua como consecuencia de las descargas industriales y mineras o como resultado de la acción del agua sobre las tuberías de plomo. En cuanto a la toxicología, menciona que es acumulativo, tiende a depositarse en los huesos. Los síntomas típicos del envenenamiento es la presencia de diarreas, pérdida de apetito, anemia, dolores abdominales, calambres y gradual parálisis de los músculos en especial de los brazos. La OMS establece que la dosis mínima es de 0.10 mg/L.

El Cadmio, mayormente se le encuentra bajo la forma de sulfuros, está asociado con el plomo y zinc. Es empleado conjuntamente con el cobre, plomo, plata, aluminio y níquel, así como en cerámica, pigmentos, fotografía y reactores nucleares. Los cloruros, nitratos y sulfatos son solubles mientras que los carbonatos e hidróxidos son insolubles. Las fuentes de contaminación son las descargas de la industria química, metalúrgica, electro plateado, textil y minería. No se conoce sobre su importancia para la fisiología de los organismos vivos. Se almacena en el hígado, páncreas, tiroides y riñones. Causa irritación estomacal, náuseas, vómitos, diarreas y dolores musculares, la OMS establece un valor de 0.10 mg/L.

El Mercurio, es un metal líquido de color plateado. Abunda en la naturaleza. Se presentan bajo la forma de sulfuro (cinabrio). Numerosos compuestos inorgánicos y orgánicos son empleados comercial e industrialmente. La principal fuente de contaminación es la extracción de oro y plata. Antiguamente lo fue la industria de producción de cloro. Otro gran consumidor es la industria electrónica, fotográfica y de pesticidas. La odontología lo empleo extensivamente. Las sales son muy tóxicas al hombre. Afecta el sistema nervioso central manifestándose con temblores, alteraciones de la sensibilidad, pérdida de la memoria, hiperexcitabilidad y disminución de reflejos. La OMS establece un valor de 1 mg/L.

Los Nitratos, se encuentran en el agua como resultado del producto final de la estabilización aeróbica del nitrógeno orgánico (vertimientos domésticos) y la percolación de fertilizantes. Las plantas lo utilizan para convertirlo en nitrógeno orgánico (superficie). A nivel subterráneo no es posible la transformación. Las fuentes que contaminan en la agricultura, aguas residuales crudas y tratadas, lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Produce la metahemoglobinemia como consecuencia de la reducción a nitritos los que reaccionan con la sangre produciendo anoxia. Produce nitrosaminas vinculadas con algunas formas de cánceres. La OMS ha fijado un valor de 10 mg/L.

1.4 PROPIEDADES DEL AGUA

Poling, Prausnitz, y Reid (1987), menciona que el agua es una sustancia que químicamente se formula como H_2O ; es decir, que una molécula de agua se compone de dos átomos de hidrógeno enlazados covalentemente a un átomo de oxígeno.

Fue Henry Cavendish quien descubrió en 1781 que el agua es una sustancia compuesta y no un elemento, como se pensaba desde la Antigüedad. Los resultados de dicho descubrimiento fueron desarrollados por Antoine Laurent de Lavoisier dando a conocer que el agua estaba formada por oxígeno e hidrógeno. En 1804, el químico francés Joseph Louis Gay-Lussac y el naturalista y geógrafo alemán Alexander von Humboldt demostraron que el agua estaba formada por dos volúmenes de hidrógeno por cada volumen de oxígeno (H_2O).

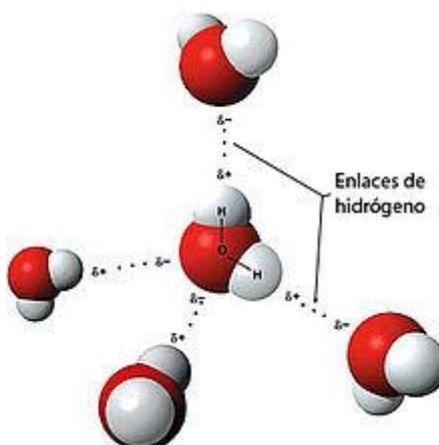


Figura 1.1 Estructura molecular del agua

Las propiedades fisicoquímicas más notables del agua son:

El agua es insípida e inodora en condiciones normales de presión y temperatura. El color del agua varía según su estado: como líquido, puede parecer incolora en pequeñas cantidades, aunque en el espectrógrafo se prueba que tiene un ligero tono azul verdoso. El hielo también tiende al azul y en estado gaseoso (vapor de agua) es incolora.

El agua bloquea sólo ligeramente la radiación solar UV fuerte, permitiendo que las plantas acuáticas absorban su energía.

Ya que el oxígeno tiene una electronegatividad superior a la del hidrógeno, el agua es una molécula polar. El oxígeno tiene una ligera carga negativa, mientras que los átomos de hidrógenos tienen una carga ligeramente positiva del que resulta un fuerte momento dipolar eléctrico. La interacción entre los diferentes dipolos eléctricos de una molécula causa una atracción en red que explica el elevado índice de tensión superficial del agua.

La fuerza de interacción de la tensión superficial del agua es la fuerza de van der Waals entre moléculas de agua. La aparente elasticidad causada por la tensión superficial explica la formación de ondas capilares. A presión constante, el índice de tensión superficial del agua disminuye al aumentar su temperatura. También tiene un alto valor adhesivo gracias a su naturaleza polar.

La capilaridad se refiere a la tendencia del agua de moverse por un tubo estrecho en contra de la fuerza de la gravedad. Esta propiedad es aprovechada por todas las plantas vasculares, como los árboles.

Otra fuerza muy importante que refuerza la unión entre moléculas de agua es el enlace por puente de hidrógeno.

El punto de ebullición del agua (y de cualquier otro líquido) está directamente relacionado con la presión atmosférica. Por ejemplo, en la cima del Everest, el agua hierve a unos 68° C, mientras que al nivel del mar este valor sube hasta 100°. Del mismo modo, el agua cercana a fuentes geotérmicas puede alcanzar temperaturas de cientos de grados centígrados y seguir siendo líquida.¹⁴ Su temperatura crítica es de 373,85 °C (647,14 K), su valor específico de fusión es de 334 kJ/kg (79,7 cal/g) a 0 °C y su índice específico de vaporización es de 2257 kJ/kg (539,4 cal/g) a 100 °C.

El agua es un disolvente muy potente, al que se ha catalogado como el disolvente universal, y afecta a muchos tipos de sustancias distintas. Las sustancias que se mezclan y se disuelven bien en agua como las sales, azúcares, ácidos, álcalis, y algunos gases (como el oxígeno o el dióxido de carbono, mediante carbonación) son llamadas hidrófilas, mientras que las que no combinan bien con el agua como lípidos

y grasas se denominan sustancias hidrófobas. Todos los componentes principales de las células de proteínas, ADN y polisacáridos se disuelven en agua. Puede formar un azeótropo con muchos otros disolventes.

El agua es miscible con muchos líquidos, como el etanol, y en cualquier proporción, formando un líquido homogéneo. Por otra parte, los aceites son inmiscibles con el agua, y forman capas de variable densidad sobre la superficie del agua. Como cualquier gas, el vapor de agua es miscible completamente con el aire.

El agua pura tiene una conductividad eléctrica relativamente baja, pero ese valor se incrementa significativamente con la disolución de una pequeña cantidad de material iónico, como el cloruro de sodio.

El agua tiene el segundo índice más alto de capacidad calorífica específica sólo por detrás del amoníaco así como una elevada entalpía de vaporización (539.4 cal/g); ambos factores se deben al enlace de hidrógeno entre moléculas. Estas dos inusuales propiedades son las que hacen que el agua "modere" las temperaturas terrestres, reconduciendo grandes variaciones de energía.

Animación de cómo el hielo pasa a estado líquido en un vaso. Los 50 minutos transcurridos se concentran en 3 segundos.

La densidad del agua líquida es muy estable y varía poco con los cambios de temperatura y presión. A la presión normal (1 atmósfera), el agua líquida tiene una mínima densidad (0,958 kg/l) a los 100 °C. Al bajar la temperatura, aumenta la densidad (por ejemplo, a 90 °C tiene 0,965 kg/l) y ese aumento es constante hasta llegar a los 3,8 °C donde alcanza una densidad de 1 kg/l. Esa temperatura (3,8 °C) representa un punto de inflexión y es cuando alcanza su máxima densidad (a la presión mencionada). A partir de ese punto, al bajar la temperatura, la densidad comienza a disminuir, aunque muy lentamente (casi nada en la práctica), hasta que a los 0 °C disminuye hasta 0,9999 kg/l. Cuando pasa al estado sólido (a 0 °C), ocurre una brusca disminución de la densidad pasando de 0,9999 kg/l a 0,917 kg/l.

El agua puede descomponerse en partículas de hidrógeno y oxígeno mediante electrólisis.

Como un óxido de hidrógeno, el agua se forma cuando el hidrógeno —o un compuesto conteniendo hidrógeno se queman o reacciona con oxígeno —o un compuesto de oxígeno. El agua no es combustible, puesto que es un producto residual de la combustión del hidrógeno. La energía requerida para separar el agua en sus dos componentes mediante electrólisis es superior a la energía desprendida por la recombinación de hidrógeno y oxígeno. Esto hace que el agua, en contra de lo que sostienen algunos rumores, no sea una fuente de energía eficaz.

1.5 CALIDAD DEL AGUA

Chung (2002), señala que a nivel nacional no existen controles muy exigentes en lo que se refiere a la calidad de las aguas. Sólo en las ciudades más importantes, las cuales suman aproximadamente el 62% de la población urbana total, existen monitores regulares en cuanto a control y vigilancia de la calidad de las aguas. En el resto de las ciudades existe una orfandad absoluta. Las causas que determinan esta situación en la mayoría de los casos son:

- Inadecuada y/o nula implementación de los laboratorios en esas ciudades.
- Inexistencia de planes y/o programas de monitoreo permanente.
- Falta de una adecuada operación y mantenimiento de la mayoría de las plantas de tratamiento en el país.
- La potabilización del agua en las ciudades importantes tienen un manejo y control inadecuado, mientras que en el resto de las administraciones no existe un manejo apropiado que garantice las mínimas condiciones de solubilidad.
- Desactualización de las normas técnicas de control y vigilancia de la calidad de las aguas, en función de los requerimientos y realidad nacional actual.
- No existe el personal capacitado para la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento y laboratorios en el ámbito a nivel nacional.
- Finalmente, la autoridad competente para velar que se cumplan las normas legales en relación a la protección, calidad y salubridad de las aguas en el ámbito nacional, se encuentran al margen de la problemática

1.5.1 Parametros de Calidad de Agua

La calidad de agua está representado por parámetros físicas, químicas, biológicas y radiológicas que permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta el agua, la razón principal de este problema es su estructura molecular que es dipolar, con una constante dieléctrica muy alta superior a cualquier otro líquido. Algunos de estos se utilizan en el control de los procesos de tratamiento realizando mediciones de forma continua o discreta. Los parámetros se pueden clasificar en cuatro grandes grupos: físico, químico, biológico radiológico.

1.5.1.1. Parámetros físicos

Color

El color es la capacidad del agua para absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El color natural en el agua existe debido al efecto de partículas coloidales cargadas negativamente. En general, el agua presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle un color rojizo y la del manganeso, un color negro.

Normalmente el color se mide en laboratorio por comparación de 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 (unidad Hazen) o Pt, las aguas superficiales pueden alcanzar, varios centenares de ppm de Pt. La eliminación suele hacerse por coagulación- floculación con posterior filtración (disminuyendo a menos de 5 ppm) o la absorción con carbón activado.

Olor y sabor

Estos parámetros son determinaciones organolépticas y subjetivas, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registros, 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 300 ppm de Cl^- y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de $\text{SO}_4^{=}$. EL CO_2 libre en el agua le da un gusto “picante”. Trazas de fenoles u otros compuestos le confiere un olor y sabor desagradable.

Conductividad y Resistividad

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir electricidad. Es indicativo de la materia ionizable total presente en el agua. Las sales disueltas son las que permiten al agua conducir electricidad. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, la cantidad de sales solubles en agua se mide por la electro-conductividad (EC), la resistividad es la medida recíproca de la conductividad. El aparato utilizado es el conductímetro cuyo fundamento es la medida eléctrica de la resistencia al paso de la electricidad entre las dos caras opuestas de un prisma rectangular comparada con la de una solución de KCl a la misma temperatura y referida a 20°C. La unidad estándar de resistencia eléctrica es el ohm y la resistividad de las aguas, se expresa en megaohms-cm., la conductividad se expresa en el valor recíproco, normalmente como microsie-mens por cm. Para el agua ultrapura los valores respectivos son de 18.24 mohms.cm y 0.05483 μ s/cm a 25 °C.

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. La concentración de oxígeno disuelto en las aguas naturales es crucial para los animales acuáticos que lo utilizan en la respiración.

El oxígeno disuelto es el parámetro más crítico para un ambiente acuático, y su nivel debe ser determinado con frecuencia.

Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto (hipoxia y/o anoxia) pueden producir perturbaciones para organismos acuáticos, inclusive causar la muerte y la sobresaturación de gases disueltos en el agua podría ocasionar en los peces “ la enfermedad de la burbuja de gas”, este evento no es frecuente.

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 CO₂. 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 síliceos.

El pH es un valor variable entre 0 y 14 que indica la acidez o la alcalinidad de una solución. Y, además, conoce que el mantenimiento del pH apropiado en el flujo del riego ayuda a prevenir reacciones químicas de fertilizantes en las líneas, que un valor de pH elevado puede causar obstrucciones en los diferentes componentes de un sistema de fertirrigación debidas a la formación de precipitados, que un adecuado pH asegura una mejor asimilabilidad de los diferentes nutrientes, especialmente fósforo y micronutrientes.

Temperatura

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles.

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

1.5.1.2. Parámetros químicos

Alcalinidad

La alcalinidad es una medida de la capacidad para neutralizar ácidos. Contribuyen a la alcalinidad los iones bicarbonato, CO_3H^- , carbonato, $\text{CO}_3^{=}$ y oxhidrilo, OH^- , pero también los fosfatos y 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 provocar espumas, o provocar arrastre de sólidos con el vapor y fragilizar el acero de las calderas.

Se mide por titulación con una solución valorada de un álcalino un ácido según sea el caso y estos dependen de la concentración de los iones hidroxilos (OH^-), carbonato ($\text{CO}_3^{=}$) y bicarbonato (CO_3H^-).

Cuando la alcalinidad es menor de 10 ppm es recomendada para el uso doméstico. Se corrige por descarbonatación con cal; tratamiento con ácido o desmineralización por intercambio iónico.

Salinidad

Esta propiedad resulta de la combinación de las diferentes sales que se encuentran disueltas en el agua, siendo las principales los cloruros, carbonatos y sulfatos. Se puede decir que básicamente el mar es una solución acuosa de sales, característica que le confiere su sabor.

La salinidad es un factor ecológico de alta importancia, influenciando mucho sobre los tipos de organismos que podrán vivir en esos cuerpos de agua. La salinidad influencia sobre las spp. de plantas que podrán vivir en determinada agua, o en tierras humedecidas con determinadas aguas. Las plantas adaptadas a condiciones salinas se llaman halófitas. Algunos organismos (mayormente bacterias) que pueden vivir en condiciones muy salinas se clasifican como halófilos extremófilos.

La sal es difícil de sacar del agua, siendo que el contenido salino es un importante factor para determinar la potabilidad del agua.

Dureza Total.

En general se originan en áreas donde la capa superficial del suelo es gruesa y contiene formaciones de piedra caliza.

Son aguas satisfactorias para el consumo humano (por simple desinfección) pero para fines de limpieza, a mayor dureza, mayor es la utilización de jabón (mayor costo) El agua dura se crea cuando el magnesio y el calcio los dos minerales disuelven en el agua. También se debe a la presencia de hierro El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. Magnesio y calcio son iones positivamente cargados. Debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio.

La dureza de las aguas varía considerablemente en los diferentes sitios. En general, las aguas superficiales son más blandas que las aguas profundas. La dureza de las aguas refleja la naturaleza de las formaciones geológicas con las que el agua ha estado en contacto.

El umbral del gusto es de: 100-300 mg/L y en concentraciones de 200 mg/L puede causar incrustaciones.

Sólidos

Incluye toda materia sólida contenida en los materiales líquidos y se clasifican: en sólidos disueltos, en suspensión y totales.

Sólidos disueltos. Los sólidos disueltos son una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua. El origen puede ser múltiple tanto en las aguas subterráneas como en la superficial. Para las aguas potables se fija un valor máximo deseable de 500 ppm, este dato por sí sólo no es suficiente para catalogar la bondad del agua. Los procesos de tratamiento son múltiples en función de la composición incluyendo la precipitación, intercambio iónico, destilación, electrodiálisis y ósmosis inversa.

Sólidos en suspensión. Se separan por filtración y decantación. Son sólidos sedimentables, no disueltos, que pueden ser retenidos por filtración. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1 ppm, las superficiales pueden tener mucho más dependiendo del origen y forma de captación.

Sólidos totales. Es la suma de sólidos, sólidos disueltos y en suspensión. Es la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103 °C. El valor de los sólidos incluye tanto material disuelto (residuo filtrable) y no disuelto (suspendido).

Residuo Seco. Se llama así al peso de los materiales que quedan después de evaporar un litro de agua en cuestión. Si previamente se ha hecho una buena filtración corresponderá al peso total de sustancias, sean volátiles o no. La temperatura a que se

hace la evaporación influye en los resultados, por las transformaciones que puede haber y las pérdidas, por ejemplo, de gas carbónico CO₂.

Cloruros

El ión cloruro (Cl⁻) forma sales muy solubles, suele asociarse con el ión Na⁺, esto en aguas muy salinas. Las aguas dulces contienen entre 10 y 250 ppm de cloruros, pero también se encuentran valores muy superiores fácilmente. Las aguas salobres contienen millares de ppm de cloruros, el agua de mar está alrededor de las 20,000 ppm de cloruros.

Las aguas con cloruros pueden ser muy corrosivas debido al tamaño del ión que puede penetrar la capa protectora en la inter-fase óxido-metal y reaccionar con el hierro estructural.

El ión cloruro se separa con filtros de carbono activado e intercambio Iónico, aunque es menos retenido que los iones polivalentes, por lo cual las aguas de alta pureza requieren un pulido final.

Sulfatos

El ión sulfato (SO₄²⁻), corresponde a sales moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces contienen entre 2 y 250 ppm y el agua de mar alrededor de 3000 ppm. El agua pura se satura de SO₄ a unas 1500 ppm.

En cantidades bajas no perjudica seriamente pero algunos centenares de ppm pueden disminuir la resistencia del hormigón. Su eliminación se realiza por intercambio iónico.

Nitratos

El ión nitrato (NO₃⁻) forma sales muy solubles y estables. En un medio reductor puede pasar a nitritos, nitrógeno gas e incluso amoníaco. Las aguas normales tienen menos de 10 ppm y el agua de mar hasta 1 ppm. Aguas de riego con contaminación por fertilizantes pueden tener hasta centenares de ppm.

Concentraciones muy elevadas de sólidos totales en agua para beber puede producir la cianosis infantil.

Fosfatos

El ión fosfato (PO_4^{-3}) en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como procede de un ácido débil contribuye a la alcalinidad del agua. No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos de contaminación por fertilizantes fosfatados.

Fluoruros

El ión fluoruro (F^-), corresponde a sales de solubilidad muy limitada, suele encontrarse en cantidades superiores a 1 ppm, alrededor de dicha concentración puede resultar beneficioso para la dentadura, una concentración de hasta 5 ppm en el caso de lactantes se almacena en los dientes nuevos de los niños logrando un endurecimiento y protección de estos.

Sodio

El ión sodio (Na^+), corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difíciles de precipitar, suele estar asociado al ión cloruro. El contenido de las aguas dulces esta entre 1 y 150 ppm, pero se pueden encontrar casos de hasta varios miles de ppm. Las aguas de mar contienen alrededor de 11,000 ppm.

Es un indicador potencial de la corrosión. La determinación se hace por fotometría de llama.

El sodio se elimina por intercambio iónico, pero como ión monovalente es una de las primeras sustancias que fugan de la columna catiónica o del lecho mixto.

Cobre

El cobre puede existir en aguas naturales ya sea en su forma disuelta como el Ion cuprico (+2) o complejado con aniones inorgánicas o ligandos orgánicos (carbonatos, cloruros, ácidos humico y fulvico). También puede estar presente como precipitado insoluble (hidroxido, fosfato o sulfito) o absorbido en material particulado. Las concentraciones relativas de cada una de estas formas dependen del número de

parámetros químicos, incluyendo el Ph, salinidad, alcalinidad y la presencia de ligandos orgánicos, aniones inorgánicos y otros iones metálicos. Sin embargo, los estudios han mostrado en varias ocasiones que el ion libre Cu^{+2} es bajo, en comparación con el nivel de cobre asociado con los sedimentos suspendidos y de fondo

El cobre es uno de los elementos más importantes para las plantas y animales. Sin embargo, si las plantas y animales son expuestas a concentraciones elevadas de cobre biodisponible, puede ocurrir bioacumulación, con efectos tóxicos.

Boro

El boro entra en el medio ambiente sobre todo mediante la meteorización de las rocas, la volatilización de ácido bórico del agua del mar y la actividad volcánica. También se desprende boro de fuentes antropogénicas en menor medida. Entre las fuentes antropogénicas figuran la quema de productos agrícolas, de basuras y de leña, la producción de energía utilizando carbón y petróleo, la fabricación de productos de vidrio, la utilización de boratos/perboratos en el hogar y en la industria, la extracción/elaboración de borato, la lixiviación de madera/papel tratados y la eliminación de aguas residuales/fangos de alcantarillado. Muchas de estas fuentes son difíciles de cuantificar.

El boro es un elemento esencial para el desarrollo de las plantas, necesario en cantidades relativamente pequeñas.

Los problemas de toxicidad se producen más frecuentemente a causa del boro contenido en el agua que del boro del suelo. La toxicidad puede afectar prácticamente a todos los cultivos, los síntomas aparecen en las hojas como manchas amarillas o secas en los bordes y ápices de las hojas.

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. Las mediciones se realizan por espectrofotometría de absorción atómica.

Cadmio

Se encuentra en partes específicas del mundo, el cadmio se produce como un subproducto de la extracción del zinc, su uso principalmente se da en la fabricación de soldaduras, aleaciones, revestimientos metálicos, minerales plásticos. La presencia del cadmio en el agua dependerá de la fuente donde proviene y la acidez del agua, es probable que en algunas aguas superficiales que contengan un poco más de microgramos de cadmio por litro, se hallan contaminado por descargas de desechos industriales o por lixiviación de áreas de relleno, también se da por suelos a los cuales se le han agregado lodo cloacales.

Los niveles de cadmio en aguas naturales son muy bajos, y si hubiera elevados niveles de cadmio, los actuales métodos convencionales removerán la mayor parte de ella. La minería de metales no ferrosos es fuente de liberación de cadmio al medio acuático. Puede provenir del agua de drenado de minas, de las aguas residuales del procesamiento de los minerales, de derrames de los depósitos de desechos del proceso del mineral, del agua de lluvia que cae en el área general de la mina y de las partículas más ligeras de mineral, que pasan a través de los cedazos en las operaciones de concentración y purificación.

Mercurio

Depósitos de mercurio ocurre en todos los tipos de roca: ígnea, sedimentaria y metamórfica.

Mercurio está presente en más de 30 minerales comunes y ganga de minerales. El mercurio está presente en la atmósfera como vapor de mercurio metálico y como compuestos orgánicos volatilizados de mercurio. El mercurio atmosférico puede ingresar al hábitat terrestre y acuático vía deposición de partículas y precipitación. Las concentraciones de mercurio en soluciones acuosas son relativamente pequeñas.

En habitats dulceacuícolas, es común que los compuestos de mercurio sean sorbidos en materia particulada y sedimentos. De hecho, sorción de Hg(II) en sedimentos es probablemente el proceso más importante para determinar el destino abiótico en el ambiente acuático.

Cianuro

El cianuro 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.

- Son altamente tóxicas
- No son combustibles
- Al descomponerse emiten ácidos tóxicos como el cianuro de hidrogeno y monóxido de carbono.

Los niveles de cianuro en el agua natural son bajos (menor a 0.1 mg/l) excepto en casos de grave contaminación, principalmente por descargas industriales en los ríos u otras fuentes, las industrias que tratan metales o productos de sustancia química pueden constituir las principales fuentes de contaminación del agua con cianuro, cuando la cloración del agua se lleva al estado cloro residual libre bajo condiciones neutrales o alcalinas, se reducirá la concentración de cianuro en el agua tratada hasta niveles muy bajos, la cloración del agua a un pH < 8.5 convierte a los cianuros en cianatos que son inocuos.

Las aguas naturales no contienen cianuro, su presencia indica contaminación

Arsénico

Estos minerales son de origen hidrotermal y los más propagados portadores de arsénico en los distintos tipos de yacimientos hidrotermales de cobre. Lo más frecuente es que guarden relación paragenética con la calcopirita y en menor proporción con la pirita y la galena. En el proceso de oxidación en la zona de meteorización (superficie), se descompone con relativa rapidez.

Este elemento está presente en el agua debido principalmente a la actividad minera y muy rara vez por causas naturales, aunque en concentraciones muy bajas; también se encuentra en ciertos insecticidas y herbicidas, los que pueden contaminar

artificialmente las aguas con dicho elemento. La presencia de arsénico se ha detectado asimismo, como impurezas de otros metales, como el cobre.

Aún en concentraciones pequeñas puede acumularse en el organismo y producir intoxicación crónica.

Plomo

Las aguas naturales contienen solamente trazas de plomo. La mayor fuente de plomo en el agua puede ser de origen industrial, minero y de descargas de hornos de fundición o de cañerías viejas de plomo. Las aguas de grifo blandas y ácidas y que no reciben un tratamiento adecuado contienen plomo como resultado del ataque a las tuberías de servicio.

Sus fuentes naturales son la erosión del suelo, el desgaste de los depósitos de los minerales de plomo y las emanaciones volcánicas.

La galena es la principal fuente de producción de plomo y se encuentra generalmente asociada con diversos minerales zinc y en pequeñas cantidades con el cobre, cadmio, hierro, etc.

1.5.1.3. Parámetros biológicos

Estos parámetros son indicativos de la contaminación orgánica y biológica; tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas: la descomposición animal y vegetal, los residuos domésticos, detergentes y otros.

Este tipo de contaminantes son más difíciles de controlar que los químicos o físicos y además los tratamientos deben estar regulándose constantemente.

Parámetros bacteriológicos

La bacteria **Escherichia coli** y el grupo coliforme en su conjunto, son los organismos más comunes utilizados como indicadores de la contaminación fecal. Las bacterias coliformes son microorganismos de forma cilíndrica, capaces de fermentar la glucosa

y la lactosa. Otros organismos utilizados como indicadores de contaminación fecal son los estreptococos fecales y los clostridios.

Estos últimos son anaerobios, formadores de esporas; estas son formas resistentes de las bacterias capaces de sobrevivir largo tiempo.

El análisis del agua se realiza con el método de los tubos múltiples y se expresa en términos de el “número más probable” (índice NMP) en 100 ml de agua. Las aguas con un NMP inferior a 1, son potables.

Según el destino del agua, la eliminación de bacterias se realiza por filtración, o esterilización por luz ultravioleta, cloración y ozonización.

1.6. TOMA DE MUESTRA DE AGUA

Guerrero (1996), menciona que para la recolección de muestras de los estanques, pozas, ríos, aguas subterráneas, manantiales, etc. se deberán sumergir el envase completamente cuidando siempre de no tomar el agua de la parte superficial ni de la inmediata del fondo. La cantidad de toma de muestra, no deberá ser inferior a un litro, y es recomendable enviar al laboratorio para su respectivo análisis físico-químico el mismo día del muestreo.

1.6.1. Toma de muestra de un río

Cuando el muestreo debe realizarse desde un puente, se debe tener en cuenta la corriente del río (colocarse en el lado del puente de aguas abajo respecto a la corriente). En el caso de que ésta se lleve rápidamente, el toma de muestras se puede actuar del modo siguiente: Una vez se haya descendido casi hasta la superficie, desenrollar aproximadamente 1 m de cuerda y soltar bruscamente el toma de muestras para que penetre con rapidez hasta el seno del líquido y se pueda llenar parcialmente antes de que sea arrastrado por la corriente de la superficie del río,. Volver a realizar dos o tres veces esta operación, si es necesario hasta el momento en la ausencia de burbujas demuestre que el frasco está lleno.

1.7. MARCO LEGAL DE LA CALIDAD DE AGUAS

Normas Generales Internacionales

Las normas internacionales de la calidad del agua, están referidas en el ámbito europeo y norte américa, principalmente para el control de agua de abastecimiento doméstico, de riego y lodos de la agricultura. En el ámbito sudamericano, sin embargo están referidas principalmente a aguas de consumo.

Normas Legales Nacionales Sobre Calidad del Agua

En el Perú la legislación referente a los Recursos hídricos es muy amplia, la fuente legislativa mas trascendente es sin lugar a dudas el Decreto Ley N. 17752 “Ley General de Aguas” del año 1969; sin embargo, esta Ley ha sufrido muchas modificaciones en los últimos años, en especial por una serie de reglamentos que buscaban regular en forma más eficaz aspectos relacionados a la institucionalidad de la gestión del agua tanto como la conservación o aprovechamiento del agua y la preservación de la calidad de la misma.

Aunque según el precepto constitucional una Ley solo se modifica por otra Ley, lo cierto es que en nuestro país resulta común encontrar normas reglamentarias que modifican leyes. En el caso de la Ley de Aguas esta irregular situación se ha producido en reiteradas oportunidades.

No obstante, cabe señalar que han habido varias iniciativas para desarrollar un marco normativo, las cuales sin embargo han sido temporalmente dejadas de lado, habiéndose modificado en Octubre del año 2000 tan solo el régimen administrativo de este recurso, para tratar de fortalecer el rol de los usuarios a través de una mayor capacidad de iniciativa y fiscalización en la gestión de los recursos hídricos y para establecer mecanismos que impulsen el cumplimiento de sus obligaciones, como es el pago de las tarifas por el uso de las aguas.

Algunas de las normas que regulan el agua a nivel nacional son las siguientes

- Constitución Política del Perú de 1993
- Ley General de Aguas, Ley N° 17752
- Ley General del Medio Ambiente, Ley N° 28611.

- Ley de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, Ley N° 26821.
- Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245.
- Decreto Supremo N° 044-98-PCM que aprueba el Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles
- Ley General de Salud N° 26842.
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Resolución N° 225-2010-MINAM. Aprobación del Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) 2010-2011.

Reglamentación de toma de muestras

- R.D. 2254/2007/DIGESA/SA. Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de Recursos Hídricos Superficiales.
- Norma Técnica Peruana NTP ISO 5667-14:2009: CALIDAD DEL AGUA. Muestreo. Parte 14: Guía para el aseguramiento de la calidad del muestreo de agua del ambiente y su manipulación.
- Norma Técnica Peruana NTP ISO 5667-3 2001: CALIDAD DEL AGUA. Muestra parte 3: guía para la preservación y manejo de muestras.

Estandares nacionales de calidad ambiental para el agua

El Decreto Supremo N° 002-2008- MINAM. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, determina los parámetros físicas, químicas, biológicas a tener en consideración en la evaluación de la calidad de aguas.

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

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
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	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	0,08	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 ⁹⁰	1 500	1 600	**	**	**
D.B.O. ₅	mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O.	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
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	mg/L.N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L.N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L.N	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Aceptable	**	**	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 6	>= 5	>= 4	>= 5	>= 4
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	1 000	1 000	1 500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNT ⁹⁰	5	100	**	100	**
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	0,003	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	**
ORGÁNICOS						
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTP	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						

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
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
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	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobenzenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
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)*:						
Aldrin -- 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin -- 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Endrin -- 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
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	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
<i>Vibrio Cholerae</i>	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	AGUA DE MAR		
		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
FISICOQUÍMICOS.				
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0
DBO ₅	mg/L	**	10,0	10,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4	>=3	>=2,5
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				
Amoniaco	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

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR		
		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)
Mercurio total	mg/L	0,00094	0,0001	0,0001
Níquel total	mg/L	0,0082	0,1	0,1
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	**	0,07 - 0,28	0,3
Plomo total	mg/L	0,0081	0,0081	0,0081
Silicatos (Si-Si O ₃)	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
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	* ≤14 (área aprobada)	≤30	1000
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	* ≤88 (área restringida)		

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 BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
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 Oxígeno	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 (6+)	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
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
Aldrin (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

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloripóxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
Biológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helminetos	huevos/litro	<1	<1(1)
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente	Ausente
PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES			
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR	
Fisicoquímicos			
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	<=5000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<=15	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	
Fluoruro	mg/L	2	
Nitros-(NO3-N)	mg/L	50	
Nitros-(NO2-N)	mg/L	1	
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5	
pH	Unidades 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	
Niquel	mg/L	0,2	
Plata	mg/L	0,05	
Plomo	mg/L	0,05	
Selenio	mg/L	0,05	
Zinc	mg/L	24	
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	
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,03	
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3	
DDT	ug/L	1	
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7	
Endosulfán	ug/L	0,02	

Endrin	ug/L	0,004
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloropóxido	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
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100
Huevos de Helmintos	huevos/litro	<1
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	
<i>Vibrio cholerae</i>	Ausente	

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 de 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

PARÁMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	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	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	unidad	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-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28
INORGÁNICOS						
Nitrógeno Total	mg/L	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 (H2S indisoluble)	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
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	1 000	2 000		1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	2 000	3 000		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 mL

Ausente: No deben estar presentes a concentraciones que sean detectables por olor, que afecten a los organismos acuáticos comestibles, que puedan formar depósitos de sedimentos en las orillas o en el fondo, que puedan ser detectados como películas visibles en la superficie o que sean nocivos a los organismos acuáticos presentes.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el ámbito de la Región de Huancavelica, que se encuentra situado en la parte central del País, en plena región andina, entre los paralelos $11^{\circ} 59'10''$ y $14^{\circ} 07'43''$ de latitud sur y los meridianos $74^{\circ}16'15''$ y $75^{\circ} 48' 55''$ de longitud Oeste de Greenwich, limita por el norte con el departamento de Junín, por el sur con el departamento de Ica, por el este con el departamento de Ayacucho y por el oeste, con los departamentos de Lima, Ica y Junín.

2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

La Región de Huancavelica tiene una superficie territorial accidentada y presenta quebradas profundas, y valles interandinos, su territorio está atravesado de Sur-Este a Nor-Oeste por las cordillera de los Andes, configurando una gran meseta con un suelo sumamente accidentado por las tres vertientes hidrográficas (Pacífico, Mantaro y Pampas) conocido con el nombre de Cordillera de Chonta, de picos temporalmente nevados que alimentan a las lagunas de Choclococha, Orcococha y Pacococha.

La diversidad climática de Huancavelica es el resultado de una estrecha relación entre el clima y el relieve. En este sentido un recorrido por la diversidad climática del departamento permite observar un clima tropical de sábana con vientos cálidos y húmedos por las yungas fluviales de la cuenca del Mantaro; un templado tropical por las laderas andinas orientales; otro frío de altura por las punas de la región suni que cubre una importante porción de la región central; un ámbito semejante al polar al pie de los nevados y los glaciares; y finalmente un clima tropical de desierto y estepa en la medida que el territorio huancavelicano se acerca al mar.

2.3. HIDROGRAFÍA

El sistema de cuencas hidrográficas de la Región Huancavelica siguen su curso hacia el flanco occidental y oriental de la cordillera de los andes, definen en gran parte la fisonomía de la región. Caracterizado por presentar regímenes geomorfológicos, climáticos e hidrográficos distintos en cada una de sus cuencas.

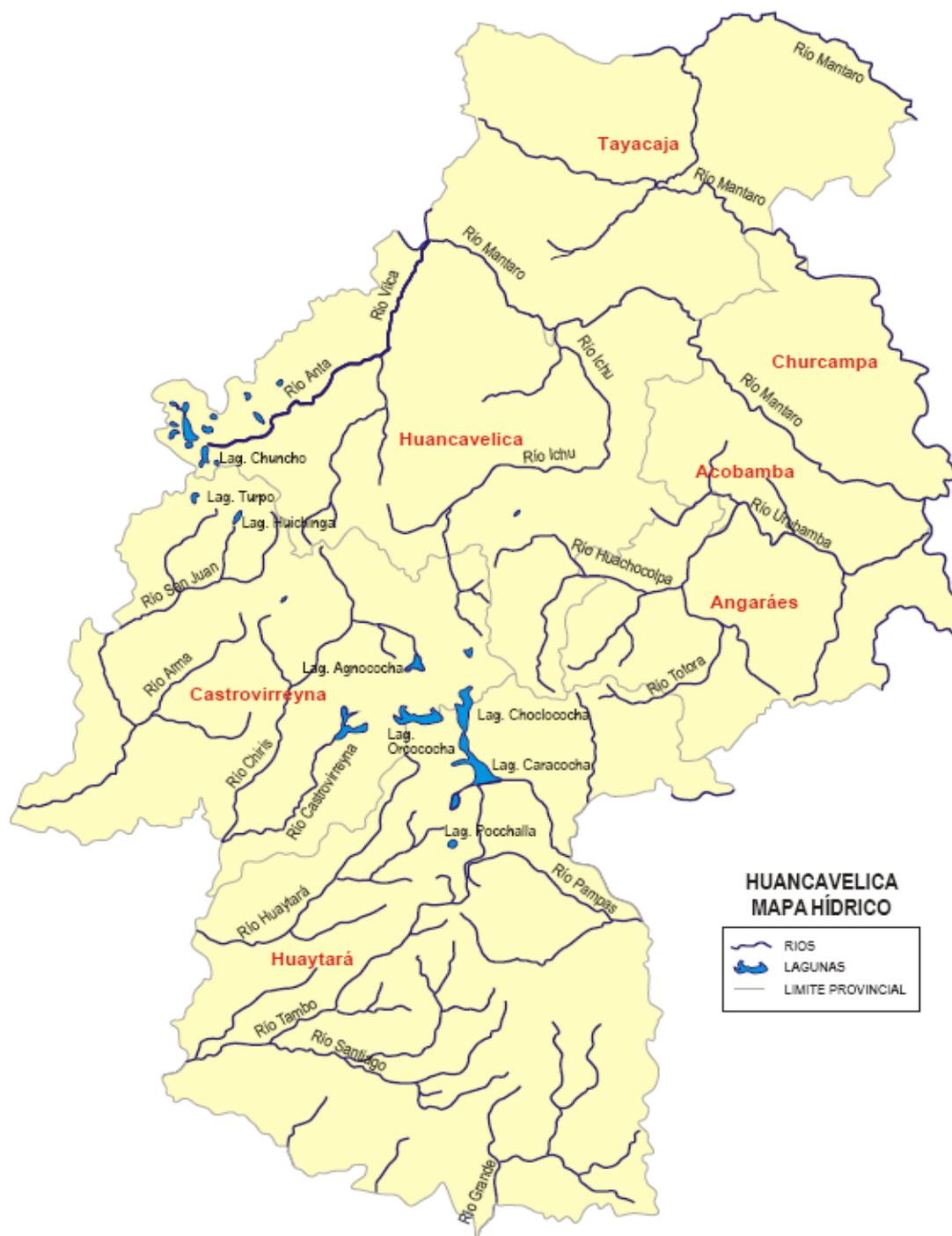


Figura 2.1 Mapa hídrico de la Región Huancavelica

2.4. MATERIALES Y MÉTODOS

2.4.1. Materiales y Equipos:

- Muestras de agua de diferente procedencia.
- Vaso de precipitado de 250 ml.
- Pipetas volumétricas de 10, 20 y 50 ml.
- Pipetas graduadas con émbolo de 10 ml
- Pissetas de polietileno.
- Equipo de titulación
- Probetas graduadas de 50 y 100 ml.
- Erlenmeyer de 500 ml.
- Mechero Bunsen
- Equipo de filtración
- Bureta graduada de 25 ml.
- Soporte universal con grapa para bureta.
- 20 tubos de prueba
- Soporte y porta filtro de acero inoxidable
- Filtros de membrana
- Almohadillas absorbentes para medio de cultivo.
- Pinzas.
- Placas de Petri.
- Frascos de muestreo.
- Mecheros de alcohol.

2.4.2. Reactivos:

- Solución valorada de EDTA. 0.01M.
- Solución patrón de CaCO_3 0.01M
- Solución de NaCN 2%
- Solución tampón de pH 10 ($\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$)
- Solución indicador (NET)
- Solución valorada de H_2SO_4 0.05N
- Solución patrón de Na_2CO_3 0.05N

- Indicador fenoltaleína 0.25%
- Indicador rojo de metilo 0.1 % (solución acuosa)
- Agua destilada estéril.
- Caldo MF-Indo.

2.5. PLANEAMIENTO DEL ENSAYO

2.5.1. Aguas en Estudio

Se determinó realizar la toma de muestras de aguas superficiales en 7 cuencas/ríos y 6 lagunas, en 3 puntos diferentes, de la región Huancavelica, para evaluar la calidad de agua.

2.5.2. Descripción de las Cuencas en estudio

a) Cuenca del río Ichu

Esta cuenca tiene como río principal al río Ichu, teniendo como inicios a los ríos Astobamba y Cachimayo, cuyo rumbo es de norte a sur, en su trayecto recibe las aguas de la laguna Islacocha donde confluye con las aguas provenientes de la quebrada Pumacocha, el cual se une aguas abajo con el río Astobamba formando el río Ichu. Este río es la unión del río Cachimayo y el río Astobamba, toma el rumbo hacia el nor oeste desde sus inicios recorre el distrito de Huancavelica. Este río recibe las aguas de las quebradas Chumbispampa, Botica y Machocorral llegando a la hacienda Callqui, donde cambia de rumbo hacia el sur este, hasta confluir con el río Sacsamarca. Toma el rumbo oeste a este hasta llegar al distrito de Yauli, donde recibe las aguas de la quebrada Mashuaranra, cambiando de rumbo hacia el norte, llegando al distrito de Acoria, previo a desembocar en el río Mantaro recibe las aguas del río Pallca.

b) Cuenca del río Sicra

Esta cuenca tiene como principal afluente al río Sicra. Está constituido por la unión de los ríos Condorpaccha, Chahuarma y Cocanmayo en el poblado de Huaychaupallja, donde toma un rumbo de Sur a Nor Oeste hasta llegar al poblado de Yahuarmi donde toma el nombre de río Ajohuarma, cambiando de rumbo de Sur a Norte hasta confluir con el río Sicra, siguiendo su recorrido y uniéndose con el río Casavi que nace en la laguna Azulcocha y este a la vez se junta con el río Urubamba

que nace en el nevado de Yahuarcocha desplazándose de oeste a este hasta su confluencia con el río Yanaslla, afluente por su margen izquierda prosigue con dirección Nor Oeste a Sur Este, hasta su confluencia con el río Cachi, formando ambos el río Huarpa el cual desemboca al río Mantaro aproximadamente a 8 Km.

c) Cuenca del río Opamayo o Huachocolpa

Esta cuenca se encuentra formado por el río Huachocolpa y de otros micros cuencas: sus inicios están en las quebradas Pucapata, Antaraira y Suyomachay, fluyendo por la quebrada Huachocolpa, este se une con las aguas de las quebradas Pacchacucho, Chuccllapampa y yanamachay, uniéndose en el distrito de Huachocolpa formando el río Huachocolpa, donde sus aguas, van de Nor Este a Oeste, hasta llegar a la hacienda Chuñumayo, donde cambia de rumbo y recorre de Este a Oeste, llegando al distrito de Lircay donde toma el nombre del río Lircay. Durante su recorrido se unen a esta cuenca el río Yanaslla, el río Yanaututo, en la quebrada santa Rita. El río Colíancha es una Microcuenca con recorrido en la dirección Sur a Nor Oeste tomando el nombre de río Carhuapata, donde desemboca al río Huachocolpa que cambia de nombre llamándose río Opamayo. El río Pircamayo, forma una micro cuenca con nacientes en las quebradas del cerro Tambrayco, el cual discurre desde Sur a Norte, y desemboca en el río Opamayo.

d) Cuenca del río Moya o Vilca

Esta cuenca está conformado por la afluencia del río Anta y el río Santa; teniendo el río Anta sus inicios en la laguna Chunchu, fluyendo por la quebrada Iscuvado, uniéndose con el río Callancocha, que tiene sus inicios en la laguna Canllacocho; la unión de estas aguas discurren con rumbo Sur a Norte; al recibir las aguas del río Tambo, toma el nombre del río Anta y recorre de Nor Oeste a Sur Este. Se tiene además las aguas del río Santa que inicia en la laguna Yauricocha formando el río Yauricocha con rumbo Sur a Norte, cambia de nombre a río Anccapa; el otro punto de inicio es la quebrada de Tipicocha el cual forman el río San Miguel, que tiene una dirección de Sur a Nor Este; que al unirse con el río Anccapa forma el río Santa donde toma la dirección de Sur a Norte. De los ríos Anta y Santa forman el río Vilca, siendo este el principal río durante el trayecto, dichas aguas toman un rumbo Sur a Norte hasta desembocar en el río Mantaro.

e) Cuenca del río San Juan

Esta es una de las cuencas que descargan sus aguas en el Océano Pacífico siendo su recorrido de Norte a Sur Oeste, teniendo como principal receptor el río San Juan, se considera como una de las cuencas más grandes que recorre los distritos de Chupamarca, Tantara, San Juan y Huamatambo; sus inicios se tienen en las alturas del distrito de Chupamarca que recibe las aguas de las micro cuencas de los ríos de la quebrada Tullpa y Tantara. Es decir en las lagunas de Tullpa y Huichinga. De la laguna Tullpa las aguas bajan de Norte a Sur Oeste, en su recorrido se une las aguas del río Huachos cuyo recorrido es de Norte a Sur que proviene de la laguna Turpo, recibiendo las aguas de diversas quebradas y forman el río Colcabamba hasta confluir con el río San Juan; cambia de rumbo de Norte a Sur Oeste y toma el nombre de río Tantara llegando a la altura del distrito de Huamatambo donde cambia de rumbo de Norte hacia el Sur Oeste, cambia de nombre a río San Juan y desemboca en el Océano Pacífico.

f) Cuenca del río Grande

Esta cuenca tiene al río Grande como su principal afluente, se encuentra conformada por la unión los ríos provenientes de las alturas del distrito de Querco, como son: el río Condoray y el río Zapatero forman el río Ronday; este se une con los afluentes de la quebrada Turochaca para formar el río Choccechaca, uniéndose con los afluentes del río Yanahuanca, cuyo recorrido es de Norte a Sur – Este, uniéndose en el distrito de Ocoyo formando así el inicio del río Grande, durante su recorrido se unen a este afluente las aguas de la quebrada Chocllanca, Quillumá, Carontayoc, Peña Aguada y el río Lamary, que viene con dirección de Este a Oeste; la unión de todos estos ríos forman la cuenca del río Grande, cuyo recorrido final es de Norte a Sur y desemboca en el Océano Pacífico.

g) Cuenca del río Palca

Esta cuenca tiene al río Palca como su principal afluente que va de Sur Oeste a Nor este, su inicio lo realiza con la desembocadura de la laguna Ampacocha, e Inticojasa, a su recorrido se unen los afluentes de la quebrada Huanujasa, Chuchuna, llegando al distrito de Palca donde se une el río Tinllaclla, que viene con dirección a Sur Este; llegando a confluir con los afluentes de la quebrada Chillapucro, Quebrada Jullpa,

Quebrada Acuambilla y la Quebrada quesorera, llegando a desembocar en la cuenca del río Ichu.

h) Laguna de Choclococha

Este gigantesco reservorio natural se encuentra entre los distritos de Santa Ana y Pilpichaca (Provincias de Castrovirreyna y Huaytará) ubicada a 4,605 msnm, con una capacidad de 160 millones de metros cúbicos, y con un promedio de 138 millones de m³, una superficie de 16,190 kilómetros cuadrados. Esta laguna se encuentra ubicada a 68 Km de la ciudad de Huancavelica en cuyas aguas se ven islas, islotes y playas donde se desarrolla una rica y variada fauna y flora altoandina propia de la Región Puna que con su clima frígido cubre de césped y champa sus orillas donde Alpacas, Llamas y Vicuñas pastan. La variedad de aves atrae la atención por el colorido de sus plumajes, en ella resalta la huallata, las parionas, los Ibis Andinos (Yanahuicos), el Ujujuy, patos silvestres y otras aves que emigran constantemente, resaltando por su majestuosidad y belleza sin par el Cóndor. La fauna fluvial (trucha) y fauna lacustre (batracios, bagres, pejerrey, etc.) es también generosa en estas aguas cristalinas, porque el plancton y zooplanton son abundantes y ricos.

Esta Laguna inmensa como un océano es la más grande del departamento, es el naciente del río Pampas. Por el otro extremo sus aguas a través del río Tambo, forma el río Santiago y luego el río Ica, el mismo que irriga las sedientas tierras del Valle de Ica.

i) Laguna de Pultoc

Esta silenciosa y apacible laguna, se encuentra ubicada en el distrito de Santa Ana, Provincia de Castrovirreyna.

Esta laguna, da origen al río Santa Ana que al unirse al río Luichi forman el río Chiris y que en la Costa no es más que el río Pisco. El mismo que en su recorrido da vida en el desarrollo de la actividad agrícola.

j) Laguna de Orcococha

Esta subyugante y seductora Laguna se encuentra ubicada entre los distritos de Santa Ana y Pilpichaca, a una altitud de 4710 msnm, tiene como superficie un kilómetro más que la de Choclococha, pero con una capacidad menor, fluctuando entre los 40 y 50 millones de metros cúbicos, esto porque tiene solamente tres metros de profundidad, el caudal que posee esta laguna desemboca en la Laguna de Choclococha y se dice hermana de esta última. Tiene como afluentes los deshielos de las montañas, picachos y aguas subterráneas que desembocan es esta inigualable belleza.

k) Laguna de Ccehccaiccocha

Tiene una extensión superficial de 25 hectáreas aproximadamente, ubicada en la jurisdicción de Huancavelica, en el distrito de Acoria; teniendo una altura de 4465 msnm. Tiene una profundidad media de 30 metros. Esta laguna es rica en fauna silvestre y Acuicola. Esta laguna es poblada por grandes bandadas de Huachhuas, Parionas, Ujujuy y otras aves.

l) Laguna de Agnococha

Ubicado en la Cordillera de Chonta, Provincia de Castrovirreyna, Distrito de Santa Ana a una altitud de 4698 msnm, en la cabecera del Río Santa Ana, atravesando la Quebrada de Agnococha vierte sus cristalinas aguas al Río Santa Ana, estas aguas a través del Río Chiris riegan las costas del Pacífico, es decir en el Valle de Pisco, teniendo una capacidad de embalse de 25 millones de metros cúbicos, también como en las otras lagunas la flora y fauna es prodigiosa en esta zona. Sus limpias aguas y sus mansas olas ofrecen la oportunidad de hacer paseos en balsas o botes, disfrutando una sensación sin par. Podrá tener acceso a la pesca y disfrutar de un hermoso atardecer.

m) Laguna de Azulcocha

Tiene una extensión superficial considerable, ubicada en la jurisdicción de la provincia de Acobamba perteneciendo al distrito de Anta. Ubicado a la altura de 3801 msnm. Sus aguas son afluentes del Río Casavi con abundante y rica fauna silvestre. Esta laguna es poblada por grandes bandadas de aves.

n) Laguna de Pacococha

Estas son lagunas de menor jerarquía y de menor volumen pero tan importante como las otras, tiene un embalse de aproximadamente 12 millones de metros cúbicos de capacidad, está ubicada en la Provincia de Castrovirreyna.

o) Laguna de Ccaracocha

Tiene una extensión superficial considerable, ubicada en la jurisdicción de Pilpichaca, con una capacidad de embalse de 20 millones de metros cúbicos. Sus aguas son afluentes del río Tambo. Zona frígida con abundante y rica fauna silvestre. Esta laguna es poblada por grandes bandadas de Huachhuas, Parionas, Ujujuy y otras aves.

p) Laguna de Allcaccocha

Tiene una extensión superficial de 4 hectáreas aproximadamente, ubicada en la jurisdicción de Huancavelica, perteneciendo al distrito de Huando, teniendo una altura de 4310 msnm. Tiene una profundidad media de 8 metros. Sus aguas son afluentes del Río Occoro. Zona frígida con abundante y rica fauna silvestre. Esta laguna es poblada por grandes bandadas de Huachhuas, Parionas, Ujujuy y otras aves.

q) Laguna de Chinchicocha

Tiene una extensión superficial de 25 hectáreas aproximadamente, ubicada en la jurisdicción de Churcampa, teniendo una altura de 4015 msnm. Tiene una profundidad media de 23 metros. Zona frígida con abundante y rica fauna silvestre. Esta laguna es poblada por grandes bandadas de Huachhuas, Parionas, Ujujuy y otras aves, la población esta empezando a dedicarse a la crianza de truchas.

2.6 METODOLOGÍA DE ENSAYO**2.6.1 Selección de los puntos de muestreo**

Se seleccionaron 3 puntos de muestreo de agua superficial en los ríos en estudio y 03 puntos de para lagos y lagunas; se estratifico el muestreo de la siguiente manera:

Tabla 2.1 Área de muestreo 1. Cuenca del Río San Juan

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM0103	Coordenada Geográfica: E: 441522 y N: 8563482, Altitud: 3501msnm, Lugar de muestreo: al pie del Centro Poblado Chanchahuasi; Anexo: Chanchahuasi; Distrito: Chupamarca; Provincia: Castrovirreyna; Región: Huancavelica. En este punto confluyen ríos provenientes de la quebrada Aguascancha, y los ríos Collchabamba, Choccoro, San Juan proveniente de la Laguna Huichinga y ríos de quebradas confluyentes en su trayectoria.	
AM0102	Coordenada Geográfica: E: 428264, N: 8552698 y Altitud: 2601 msnm. Lugar de Muestreo: Puente Silvestre Paucar; Distrito: Huamatambo, Provincia: Castrovirreyna; Región: Huancavelica. Durante el recorrido del río San Juan se unen las aguas afluentes de las quebradas Ccollpahuaycco, Chupamarca, Chuma, Antas, Luntus.	
AM0101	Coordenada Geográfica: E: 430363, N: 8528367 y Altitud: 1379 msnm. Lugar de Muestreo: Puente Huancho Chico; Distrito: San Juan, Provincia: Castrovirreyna; Región: Huancavelica. Durante el recorrido del río San Juan se unen las aguas afluentes de las quebradas Charpunca, Lucuma, Marcalla, Amailla, Paccha pata, Alahuaycco, Huallaca, Cacaro, Shuay, Musocc Chico; al igual la unión de los rios Arma y Queropalca cada uno con sus respectivos afluentes de sus quebradas.	

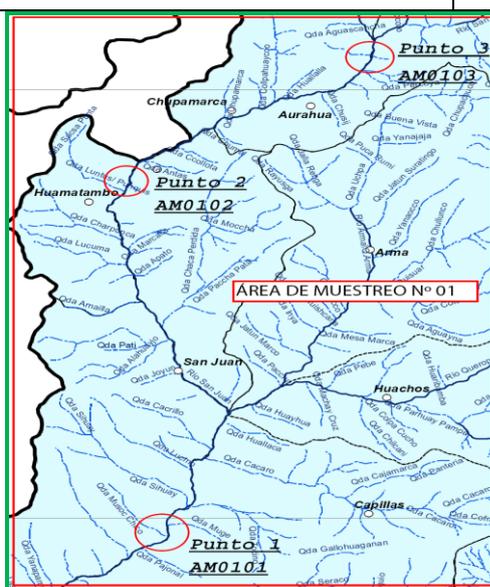


Figura 2.2. Área de muestreo 1: Cuenca del Río San Juan

Tabla 2.2 Área de muestreo 2. Cuenca del Río Grande

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM0203	Coordenada Geográfica: E: 505759 y N: 8453806, Altitud: 3022msnm, Lugar de muestreo: Puente Choccechaca; Anexo: Pacamarca; Distrito: Querco; Provincia: Huaytara; Región: Huancavelica. En este punto confluyen las aguas provenientes de los ríos Condoray, y Zapatero que forman el río Ronday más los afluentes de las quebradas Turochaca y Tastaracia y aguas que recibe en su trayecto formando el río Choccechaca.	
AM0202	Coordenada Geográfica: E: 497911, N: 8451596 y Altitud: 1909 msnm. Lugar de Muestreo: a 1 Km arriba del distrito de Ocoyo; Distrito: Ocoyo, Provincia: Huaytara; Región: Huancavelica. Para formar el río grande se une el río Choccechaca con los afluentes de los ríos Pichanamayo y el río Arca, en su recorrido del río grande se unen las aguas de las quebradas Allaca, Quinujocha, Pacchac, Carpacha.	
AM0201	Coordenada Geográfica: E: 496759, N: 8443249 y Altitud: 1661 msnm. Lugar de Muestreo: Mamacocha; Anexo: Lamari, Distrito: Santiago de Quirahuara, Provincia: Huaytara; Región: Huancavelica. Durante el recorrido del río Grande se unen las aguas afluentes de las quebradas Chocllanca, Quilluma, Parontayoc, Peña Aguada y el rio Lamary.	

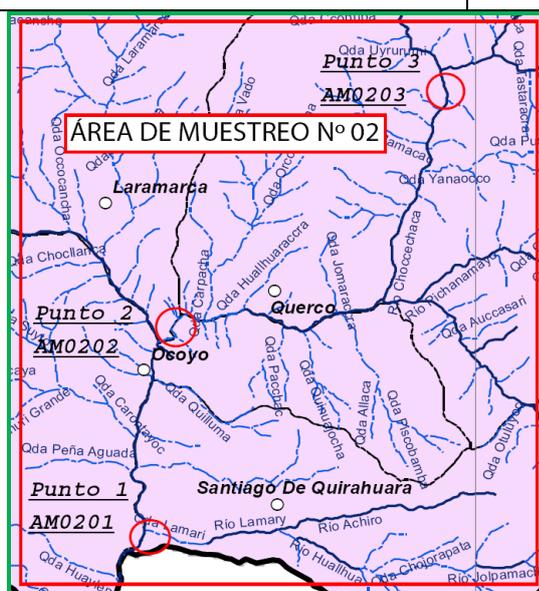


Figura 2.3. Área de muestreo 2: Cuenca del Río Grande

Tabla 2.3 Área de muestreo 3: Río Opamayo

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM0303	Coordenada Geográfica: E: 506297 y N: 8556502, Altitud: 3846 msnm, Lugar de muestreo: Mina Pirata; Anexo: Recuperada; Distrito: Huachocolpa; Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. A este punto confluyen las aguas provenientes de las quebradas Pachacucho, Chuccllapampa, Yanamachay Japuta y Pucamachay.	
AM0302	Coordenada Geográfica: E: 513798, N: 8566054 y Altitud: 3278 msnm. Lugar de Muestreo: Quebrada Santa Rita; Anexo: Alto Sihua, Distrito: Ccochaccasa, Provincia: Angaraes; Región: Huancavelica. A este punto llega el río Huachocolpa en cuyo recorrido se van uniendo los afluentes de las quebradas Huachocolpa, Jerranaspampa, Cochapunco, Joritucaraca y los rios Yanaslla y Yanaututo.	
AM0301	Coordenada Geográfica: E: 530161, N: 8564771 y Altitud: 3227 msnm. Lugar de Muestreo: Lircay; Anexo: Lircay, Distrito: Lircay, Provincia: Angaraes; Región: Huancavelica. Durante el recorrido del río Lircay se unen las aguas afluentes de las quebradas Tasta, Huayta,Tranca, Laria, y los rios Carhuapata, Pircamayo, y Chahuarma.	

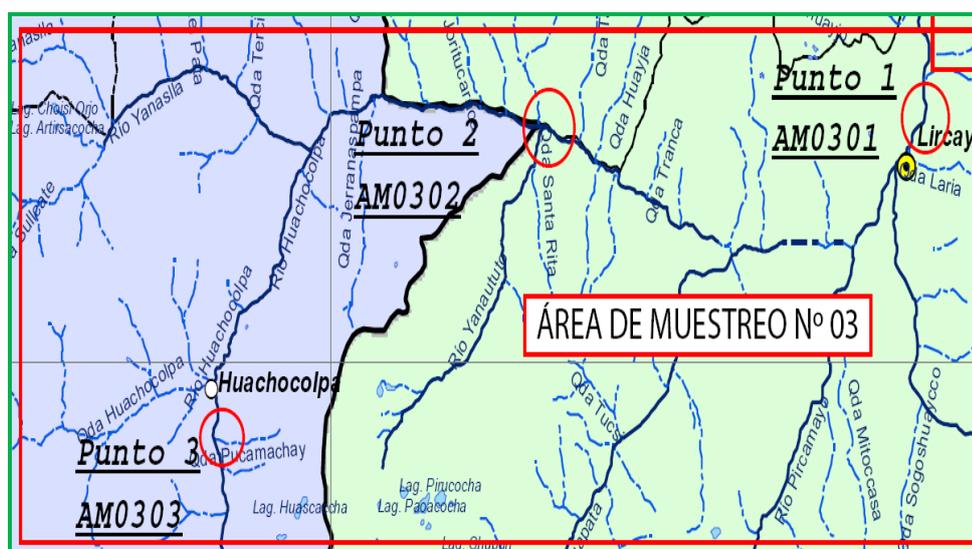


Figura 2.4. Área de muestreo 3: Cuenca del Río Opamayo

Tabla 2.4 Área de muestreo 4: Río Sicra

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM0403	Coordenada Geográfica: E: 532212 y N: 8570427, Altitud: 3181 msnm, Lugar de muestreo: A 150 metros antes de llegar al pueblo de Anchonga; Distrito: Anchonga; Provincia: Angaraes; Región: Huancavelica. Al recorrido del río Lircay, confluyen las aguas provenientes de la quebrada Poncoshuaycco más la desembocadura de la laguna Collpa, cambiando su nombre de río Lircay a río Ojohucayco o río Sicra.	
AM0402	Coordenada Geográfica: E: 542820, N: 8577340 y Altitud: 3746 msnm. Lugar de Muestreo: Puente Uchuybamba; Anexo: Uchuybamba, Distrito: Callanmarca, Provincia: Angaraes; Región: Huancavelica. Siguiendo el recorrido del río Sicra se van uniendo los afluentes de la quebrada Chontacancha y los ríos Ojohualo, Huayanay y Casavi, con la unión del río Casavi, el río Sicra cambia su nombre a río Casavi.	
AM0401	Coordenada Geográfica: E: 557418, N: 8569032 y Altitud: 2963 msnm. Lugar de Muestreo: en el mismo río Urubamba; Anexo: Congalla, Distrito: San Pedro de Congalla, Provincia: Angaraes; Región: Huancavelica. Durante el recorrido del río Casavi se unen las aguas afluentes de las quebradas Pallasonja, Ccollpahuaycco y Muraypata, mas el río Jarapa, y el desemboque de las lagunas Yanajara, Jolpacocha y Cochapampa cambiando el nombre de río Casavi a río Urubamba donde recoge aguas del la quebrada Tincoj.	

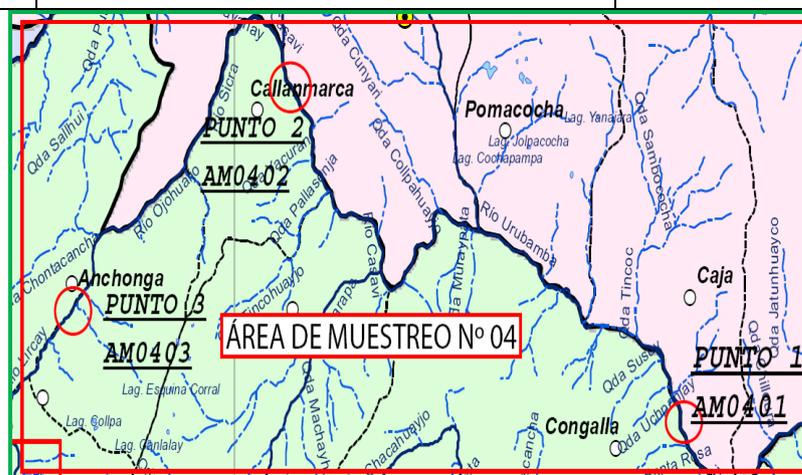


Figura 2. 5. Área de muestreo 4: Cuenca del Río Sicra

Tabla 2.5 Área de muestreo 5: Río Palca

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM0503	Coordenada Geográfica: E: 498222 y N: 8596135, Altitud: 3980 msnm, Lugar de muestreo: Puente Ñuñungayocc; Anexo. Ñuñungayocc, Distrito: Palca; Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. El inicio del río Palca viene formado por la desembocadura de las lagunas Jutayocc, Ampacojocha, Inticojasa.	
AM0502	Coordenada Geográfica: E: 503012, N: 8600503 y Altitud: 3602 msnm. Lugar de Muestreo: a 1 Km después del distrito de Palca; Distrito: Palca, Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. Siguiendo el recorrido del río Palca se van uniendo los afluentes de las quebradas Huanujasa, Chucnuna, Chillapuro y el principal río Tinllaccla.	
AM0501	Coordenada Geográfica: E: 508425, N: 8610064 y Altitud: 2900 msnm. Lugar de Muestreo: Pallcamayo; Anexo: Pallcamayo, Distrito: Huando, Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. Durante el recorrido del río Palca se unen las aguas afluentes de las quebradas Jullpa, Acuambilla y Queserera.	



Figura 2.6 Área de muestreo 5: Cuenca del Río Palca

Tabla 2.6 Área de muestreo 6: Río Vilca

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM0603	Coordenada Geográfica: E: 477679 y N: 8602021, Altitud: 3580 msnm, Lugar de muestreo: Puente Jerusalén, Anexo. Jerusalén, Distrito: Manta; Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. Cuyo nombre es río Santa donde inicia en la laguna Tipicocha, recibiendo afluentes de las quebradas Tipicocha, Huayllapampa, Huaylla y afluentes que forman el río Ancapa.	
AM0602	Coordenada Geográfica: E: 477251, N: 8609481y Altitud: 3363 msnm. Lugar de Muestreo: Ayhuicha; Anexo: Ayhuicha, Distrito: Vilca, Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. Siguiendo el recorrido del río Santa donse van uniendose afluentes de las quebradas Huayllahuaycco, Santa Rosa, Viñas y recibiendo los afluentes del río Anta así formando el río Vilca.	
AM0601	Coordenada Geográfica: E: 483953, N: 8629545 y Altitud: 3063 msnm. Lugar de Muestreo: Puente Moya, Distrito: Moya, Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. Durante el recorrido del río Vilca se unen las aguas afluentes de las quebradas Chumachi, Canchocerca, Sucas, Sachiri, Shaqui.	

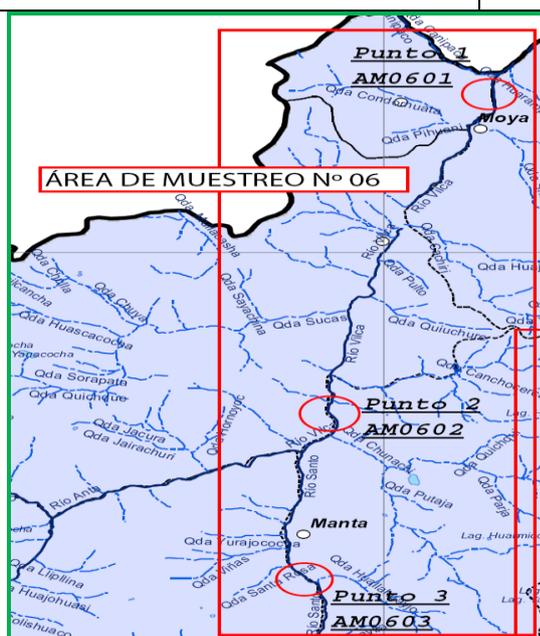


Figura 2.7 Área de muestreo 6: Cuenca del Río Vilca

Tabla 2.7 Área de muestreo 7: Río Ichu

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM0703	Coordenada Geográfica: E: 489455 y N: 8580276, Altitud: 4004 msnm, Lugar de muestreo: A 100 metros al pie del Centro poblado de Lachocc, Anexo. Lachocc, Distrito: Huancavelica; Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. A este punto llega las afluencias de los ríos Astobamba y Cachimayo, dando inicio al río Ichu.	
AM0702	Coordenada Geográfica: E: 515914, N: 8587911 y Altitud: 3414 msnm. Lugar de Muestreo: a 1Km del distrito de Yauli; Distrito: Yauli, Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. Siguiendo el recorrido del río Ichu donde recoge los afluentes de las quebradas Botica, Chumbispampa, Machaypampa, Pachapucro, Carniceria, Jellocacahuaycco, Astohuaycco y los ríos Sacsamarca, y Sasacha.	
AM0701	Coordenada Geográfica: E: 507663, N: 8614362 y Altitud: 2860 msnm. Lugar de Muestreo: A 2 Km río arriba del distrito de Mariscal caceres, Distrito: Mariscal Caceres, Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. En el recorrido del río Ichu se unen las aguas afluentes de las quebradas Ajopuquio, Achapata, Millpo Pampa, Huichongahuaycco y el río Pallca, terminando su recorrido en el río Mantaro.	

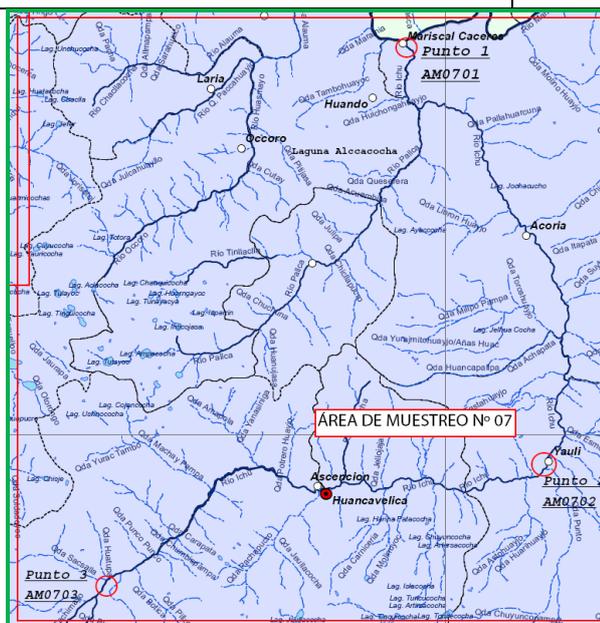


Figura 2.8. Área de muestreo 7: Cuenca del Río Ichu

Tabla 2.8 Área de muestreo 8: Laguna Ccehcayccochoa

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM0801	Coordenada Geográfica: E: 523413 y N: 8603826, Altitud: 4465 msnm, Lugar de muestreo: a 55 metros agua adentro, Anexo: San Isidro de Ampurhuay, Distrito: Acoria; Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica.	
AM0802	Coordenada Geográfica: E: 523411 y N: 8603824, Altitud: 4461 msnm, Lugar de Muestreo: a 60 metros agua adentro, Anexo: San Isidro de Ampurhuay, Distrito: Acoria; Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica.	
AM0803	Coordenada Geográfica: E: 523412 y N: 8603825, Altitud: 4463 msnm, Lugar de Muestreo: a 40 metros agua adentro, Anexo: San Isidro de Ampurhuay, Distrito: Acoria; Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica.	



Figura 2.9. Área de muestreo 8: Laguna Ccehcayccochoa

Tabla 2.9 Área de muestreo 9: Laguna Chinchicocha

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM0901	Coordenada Geográfica: E: 565240 y N: 8599520, Altitud: 4015 msnm, Lugar de Muestreo: a 10 metros de desemboque, Anexo: Totora, Distrito: Churcampa; Provincia: Churcampa; Región: Huancavelica. El desemboque lo realizan por un tubo de 2 pulgadas.	
AM0902	Coordenada Geográfica: E: 565237 y N: 8599516, Altitud: 4010 msnm, Lugar de Muestreo: a 50 metros de desemboque, Anexo: Totora, Distrito: Churcampa; Provincia: Churcampa; Región: Huancavelica. El desemboque lo realizan por un tubo de 2 pulgadas.	
AM0903	Coordenada Geográfica: E: 565230 y N: 8599521, Altitud: 4012 msnm, Lugar de Muestreo: a 80 metros de desemboque, Anexo: Totora, Distrito: Churcampa; Provincia: Churcampa; Región: Huancavelica. El desemboque lo realizan por un tubo de 2 pulgadas.	



Figura 2.10. Área de muestreo 9: Laguna Chinchicocha

Tabla 2.11 Área de muestreo 11: Laguna Pacoccocha

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM1101	<p>Coordenada Geográfica: E: 470589 y N: 8537969, Altitud: 4482 msnm, Lugar de Muestreo: en el mismo lugar de desemboque, Anexo: Pacoccocha, Distrito: Castrovirreyna; Provincia: Castrovirreyna; Región: Huancavelica. Desemboca al Sur Oeste formando el río Pacoccocha</p>	
AM1102	<p>Coordenada Geográfica: E: 470591 y N: 8537968, Altitud: 4480 msnm, Lugar de Muestreo: a 20 metros del lugar de desemboque, Anexo: Pacoccocha, Distrito: Castrovirreyna; Provincia: Castrovirreyna; Región: Huancavelica. Desemboca al Sur Oeste formando el río Pacoccocha</p>	
AM1103	<p>Coordenada Geográfica: E: 470590 y N: 8537969, Altitud: 4480 msnm, Lugar de Muestreo: a 50 metros del lugar de desemboque, Anexo: Pacoccocha, Distrito: Castrovirreyna; Provincia: Castrovirreyna; Región: Huancavelica. Desemboca al Sur Oeste formando el río Pacoccocha.</p>	



Figura 2.12. Área de muestreo 11: Laguna Pacoccocha

Tabla 2.12 Área de muestreo 12: Laguna Pultocc

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM1201	Coordenada Geográfica: E: 492734 y N: 8550844, Altitud: 4706 msnm, Lugar de Muestreo: a 100 metros agua adentro, Anexo: Pultocc, Distrito: Santa Ana; Provincia: Castrovirreyna; Región: Huancavelica.	
AM1202	Coordenada Geográfica: E: 492735 y N: 8550849, Altitud: 4708 msnm, Lugar de Muestreo: a 120 metros agua adentro, Anexo: Pultocc, Distrito: Santa Ana; Provincia: Castrovirreyna; Región: Huancavelica.	
AM1203	Coordenada Geográfica: E: 492920 y N: 8550730, Altitud: 4710 msnm, Lugar de Muestreo: a 50 metros del lugar de desemboque, Anexo: Pacococha, Distrito: Castrovirreyna; Provincia: Castrovirreyna; Región: Huancavelica. Desemboca al Sur Oeste formando el río Pacococha	



Figura 2.13. Área de muestreo 12: Laguna Pultocc

Tabla 2.13 Área de muestreo 13: Laguna Alccaccocha

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO, DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA DEL LUGAR DE MUESTREO
AM1301	Coordenada Geográfica: E: 489648 y N: 8599555, Altitud: 4310 msnm, Lugar de Muestreo: a 20 metros de la trocha, Distrito: Huando; Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. Al desembocar forma el río Occoro.	
AM1302	Coordenada Geográfica: E: 489644 y N: 8599522, Altitud: 4300msnm, Lugar de Muestreo: a 50 metros de la de la primera muestra, Distrito: Huando; Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. Al desembocar forma el río Occoro.	
AM1303	Coordenada Geográfica: E: 489645 y N: 8599570, Altitud: 4306 msnm, Lugar de Muestreo: a 80 metros de la de la primera muestra, Distrito: Huando; Provincia: Huancavelica; Región: Huancavelica. Al desembocar forma el río Occoro.	



Figura 2.14. Área de muestreo 13: Laguna Alccaccocha

2.6.2. Reconocimiento y elección de los ríos y lagunas.

Se eligió de acuerdo a la ubicación cercana a los centros de producción Mineras, cercanos a poblaciones potenciales y cuencas con potencialidades agrícolas como se muestra a continuación:

ÁREA DE MUESTREO	PUNTOS DE UBICACIÓN	RESPONSABLES
Área N° 04: río Sicra	AM0403 (Pto. 03) AM0402 (Pto. 02) AM0401 (Pto. 01)	Bach. Oscar Raúl PANIAGUA SEGOVIA y asistentes.
Área N° 10: Laguna Azulccocha	AM1001 (Pto. 01) AM1002 (Pto. 02) AM1003 (Pto. 03)	
Área N° 03: río Opamayo	AM0303 (Pto. 03) AM0302 (Pto. 02) AM0301 (Pto. 01)	
Área N° 12: Laguna Pultocc	AM1201 (Pto. 01) AM1202 (Pto. 02) AM1203 (Pto. 03)	Bach. Oscar Raúl PANIAGUA SEGOVIA y asistentes..
Área N° 11: Laguna Pacoccocha	AM1101 (Pto. 01) AM1102 (Pto. 02) AM1103 (Pto. 03)	
Área N° 01: río San Juan	AM0103 (Pto. 03) AM0102 (Pto. 02) AM0101 (Pto. 01)	
Área N° 02: río Nazca o río Grande	AM0203 (Pto. 03) AM0202 (Pto. 02) AM0203 (Pto. 01)	Bach. Oscar Raúl PANIAGUA SEGOVIA y asistentes.
Área N° 07: río Ichu	AM0703 (Pto. 03) AM0702 (Pto. 02) AM0701 (Pto. 01)	Bach. Oscar Raúl PANIAGUA SEGOVIA y asistentes..
Área N° 05: río Palca	AM0503 (Pto. 03) AM0502 (Pto. 02) AM0501 (Pto. 01)	Bach. Oscar Raúl PANIAGUA SEGOVIA y asistentes.
Área N° 13: Laguna Allcaccocha	AM1301 (Pto. 01) AM1302 (Pto. 02) AM1303 (Pto. 03)	
Área N° 06: río Vilca	AM0603 (Pto. 03) AM0602 (Pto. 02) AM0601 (Pto. 01)	
Área N° 09: Laguna Chinchiccocha	AM0901 (Pto. 01) AM0902 (Pto. 02) AM0903 (Pto. 03)	Bach. Oscar Raúl PANIAGUA SEGOVIA y asistentes..
Área N° 08: Laguna Ccehcayccocha	AM0801 (Pto. 01) AM0802 (Pto. 02) AM0803 (Pto. 03)	Bach. Oscar Raúl PANIAGUA SEGOVIA y asistentes.

2.6.3. Muestreo de las aguas de los ríos.

El muestreo se realizara la siguiente metodología:

1. Después de haber reconocido y ubicado los puntos de muestreo de aguas se realizó la toma de muestras en caso de las cuencas y sub cuencas de cada río se tomara las muestras en la parte alta de la cuenca, parte media de la cuenca y parte baja de la cuenca.
2. En caso de lagunas se tomó las muestras primero en el borde de la laguna, después en la zona media de profundidad y finalmente en la zona de mayor profundidad de la laguna.
3. Para la toma de muestra se utilizó la Norma Técnica Peruana NTP ISO 5667-14:2009: CALIDAD DEL AGUA. Muestreo. Parte 14: Guía para el aseguramiento de la calidad del muestreo de agua del ambiente y su manipulación.
4. Para la preservación y manejo de las muestras se realizó de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP ISO 5667-3 2001: CALIDAD DEL AGUA. Muestra parte 3: guía para la preservación y manejo de muestras.
5. El total de muestras recolectadas son 21 muestras de ríos y 18 muestras de lagunas, las cantidades mencionadas resultan de 3 muestras por río (7) y 3 muestras por lagunas (6).
6. Las muestras de agua se recogieron en frascos de vidrio transparente (inoloro), La cantidad de muestra, fue de un litro y se envió al laboratorio para su respectivo análisis, físico, químico y bacteriológico el mismo día de realizado el muestreo.
7. La toma de datos en campo se realizó con equipos de medición de campo, Medidor multiparametro HANNA modelo HI 9828 (conductímetro, OR, pHmetro y termómetro), previamente calibrados, se tomaron datos en el lugar (in situ) de toma de muestra, los siguientes parámetros:
 - Conductividad eléctrica.
 - Oxígeno disuelto.
 - pH
 - Temperatura

Además de estos datos se registraron los siguientes datos:

- Presión Atmosférica:
- Salinidad:
- Total de Sólidos Disueltos:
- Altitud.

Con un GPS, se determinó:

- Coordenada Geográfica: E: N:
- Altitud:

A través de la observación directa se describió:

- Olor :
- Color:
- Aspecto:

8. Para la conservación de las muestras de agua desde la toma de muestra hasta su traslado a laboratorio de análisis se tuvo en cuenta la Norma Técnica Peruana NTP ISO 5667-3 2001: CALIDAD DEL AGUA. Muestra parte 3: guía para la preservación y manejo de muestras. Asimismo se tuvo las siguientes consideraciones.

- La temperatura de conservación de las muestras, usando un cooler conteniendo hielo, fue menor a 5°C, en todos los casos, tanto para los análisis de físicos químicos y microbiológicos.
- Para la determinación de cianuro libre, a la muestra de agua (1 L) recolectada se agregó 02 de lentejas de NaOH y se refrigeró.
- Para la determinación de N-Nitratos, a la muestra de agua (1/4 L) recolectada se agregó 10 gotas de H₂SO₄ y se refrigeró.
- Para la determinación de Metales totales, a la muestra de agua (1/2 L) recolectada se agregó 20 gotas de HNO₃ y se refrigeró.

9. Los frascos de muestreo fueron se rotularon de la siguiente manera:

- PRESERVADA SI () NO ()
- PRESERVANTE.
- LUGAR/UBICACIÓN DE MUESTREO
- IDENTIFICACIÓN O CÓDIGO DE LA MUESTRA.
- FECHA DE MUESTREO
- HORA DE MUESTREO

- MUESTREADO POR.
 - FILTRADA ()
 - SIN FILTRAR ()
 - ANÁLISIS REQUERIDO.
10. Los datos colectados en los puntos muestreo se registró en los actas de muestreo formulada por el Laboratorio (ENVIROLAC PERU S.A.C. y CERTILAB) donde se realizan los ensayos requeridos.
 11. Traslado de las muestras hacía los laboratorios (ENVIROLAC PERU S.A.C. y CERTILAB) se realizó en forma simultánea para realizar los ensayos de análisis físico, químico y microbiológico.

2.7 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

2.7.1 CALIDAD DEL AGUA

2.7.1.1 Análisis físico, químico y microbiológico.

Análisis físico.

- **Temperatura** (°C), Método: Procedimiento de medición de parámetros del medidor multiparámetro HANNA modelo HI 9828.
- **Conductividad** ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Método: Procedimiento de medición de parámetros del medidor multiparámetro HANNA modelo HI 9828.
- **Presión Atmosférica** (mmHg), Método: Procedimiento de medición de parámetros del medidor multiparámetro HANNA modelo HI 9828.
- **Total de Sólidos Disueltos** (ppm), Método: Procedimiento de medición de parámetros del medidor multiparámetro HANNA modelo HI 9828.
- **pH**, Método: Procedimiento de medición de parámetros del medidor multiparámetro HANNA modelo HI 9828.
- **Oxígeno Disuelto** (ppm), Método: Procedimiento de medición de parámetros del medidor multiparámetro HANNA modelo HI 9828.
- **Salinidad** (PSU), Método: Procedimiento de medición de parámetros del medidor multiparámetro HANNA modelo HI 9828.

Análisis Químico

- **Alcalinidad total** (mg/L), Método: SM METHOD 2320-B APHA, AWWA, WEF21st Ed 2005 TITRATION METHOD.
- **Cianuro libre** (mg/L) Método: Analysis Chemistry-CN. Revisión, Junio (Validado) 2008. Determinación de Cianuro Libre.
- **Cloruros** (mg/L) Método: EPA METHOD 325.3 600/4-79-020 Revised March 1983 Chloride (Titrimetric, Mercuric Nitrate).
- **Dureza total** (mg/L) Método: EPA METHOD 130.2 600/4-79-020 Revised March 1983 Hardness, Total (mg/L as CaCO₃) (Titrimetric, EDTA).
- **Fosfato** (mg/L) Método: EPA METHOD 365.3 600/4-79-020 Revised March 1983 Phosphorus, All Forms (Colorimetric, Ascorbic Acid two Reagent).
- **N-Nitrato** (mg/L) Método: EPA METHOD 352.1 600/4-79-020 Revised March 1983 Nitrogen, Nitrate (Colorimetric Brucine).
- **Sulfato** (turbidimetrico) (mg/L) Método: EPA METHOD 375.4 00/4-79-020. Revised March 1983 Sulfate (Turbidimetric).
- **Arsénico total** (mg/L) Método: EPA 200.7 Revisión 4.4, May1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
- **Boro total** (mg/L) Método: EPA 200.7 Revisión 4.4, May1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
- **Cadmio total** (mg/L) Método: EPA 200.7 Revisión 4.4, May1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
- **Cobre total** (mg/L) Método: EPA 200.7 Revisión 4.4, May1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
- **Sodio total** (mg/L) Método: EPA 200.7 Revisión 4.4, May1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
- **Plomo total** (mg/L) Método: EPA 200.7 Revisión 4.4, May1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

- **Mercurio total** (mg/L) Método: EPA 200.7 Revisión 4.4, May1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

Análisis microbiológico.

- **N. Coliformes termotolerantes** (NMP/100 ml), Método: APHA AWWA WEF 90 Th Edition 9221 E. Pag. 9-56, 9 -57. 2005. Fecal Coliform Procedure.
- **N. Coliformes totales** (37 °C) (NMP/100 ml) Método: APHA AWWA WEF 90 Th Edition 9221 B (1 – 2). Pag. 9-49, 9 -50. 2005. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN

Los resultados de la calidad del agua de la Cuenca del río San Juan, del presente trabajo de investigación. Tiene como referencia el Decreto Supremo N° 010-2010 - MINAM, donde aprueba los niveles máximos permisibles de Efluentes líquidos para las actividades Minero – Metalúrgicas y los valores estándares nacionales de calidad ambiental para agua (categoría IV – conservación del ambiente acuático – ríos costa y sierra) que fueron importantes para la determinación de los resultados.

En la cuenca del río San Juan, existe un incremento en cantidades de los parámetros químicos como: Alcalinidad total, Cloruros, Dureza total, N-Nitrato, Boro total, Sodio total, esto debido al proceso de lixiviación o disolución del mineral presente naturalmente en el suelo por donde fluye el agua desde el punto de inicio (punto AM0103) al punto final (punto AM0101). Asimismo en algunos parámetros físicos relacionados a los parámetros químicos como conductividad, pH, salinidad, oxígeno disuelto se aprecia un incremento en sus valores por el hecho arriba mencionado.

Ausencia de metales de carácter toxico (Cianuro libre, Cadmio total, Plomo total, Mercurio total) en cada uno de los puntos. Los niveles de arsénico total disminuyen a medida que transcurre el río San Juan en su cauce.

El caudal del río San Juan muestra un nivel bajo, estiaje, debido al periodo de ausencia de lluvias, mayor insolación registrado normalmente en los meses de junio, julio, agosto en los andes peruanos. Existe una reducción de caudal del punto AM0102 al punto AM0101, esto debido a la existencia de canales de derivación para riego entre estos puntos. Los niveles de caudal determinados están dentro de los

rangos encontrados por otros estudios donde el caudal del río San Juan oscila entre 02 – 5 m³/s

Tabla 3.1. Resultados de análisis de la Cuenca/Subcuenca del Río San Juan (Área N° 01)

ENSAYOS FÍSICOS

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0103	PUNTO AM0102	PUNTO AM0101
Temperatura (°C)	6,27	11,43	17,77
Conductividad (µS/cm)	178	212	260
Presión Atmosférica (mmHg)	500,2	561,8	651,2
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	71	106	130
pH	7,86	8,20	8,11
Oxígeno Disuelto (ppm)	5,29	6,16	7,87
Salinidad (PSU)	0,05	0,10	0,12
Caudal (m ³ /S)	5,50	6,59	5,86

ENSAYOS QUÍMICOS

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0103	PUNTO AM0102	PUNTO AM0101
Alcalinidad total (mg/L)	46,00	56,80	68,90
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	7,70	10,40	14,30
Dureza total	85,60	94,00	118,00
Fosfato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
N-Nitrato (mg/L)	0,05	0,17	0,27
Sulfato (turbidimetrico) (mg/L)	23,90	23,50	29,70
Arsénico total (mg/L)	0,021	0,017	0,016
Boro total (mg/L)	0,194	0,243	0,270
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	9,35	11,89	23,43
Plomo total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0103	PUNTO AM0102	PUNTO AM0101
N. Coliformes termotolerantes NMP/100 ml	> 1,8	45	> 1,8
N. Coliformes totales (37 °C) NMP/100 ml	> 1,8	45	> 1,8

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN (ÁREA N° 01)

- 1. Para Uso Poblacional:** Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales del río San Juan son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, pueden destinarse a la producción de agua potable con previo tratamiento convencional o avanzado, por la presencia de arsénico en niveles cercanos al límite del máximo permisible.
- 2. Para Uso Agrícola y Ganadera:** Las aguas del río San Juan son de salinidad baja, un tipo de agua dulce, por lo que se puede utilizar para cultivar plantas con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiables. El boro, pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general.
- 3. Para Uso Piscícola:** Para la calificación de las aguas del río para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido regular a buena calidad para el desarrollo normal de algunas especies como las carpas y tilapias. El IPL mencionado no toma en cuenta los niveles tóxicos de arsénico, sin embargo, estos se encuentran, en general, por debajo de los límites máximos permisibles.
- 4. Para Uso Industrial:** En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son aguas blandas sin ningún efecto en corrosión o incrustación. A esto se suma la ausencia de minerales tóxicos por lo que las aguas del río San Juan pueden ser usadas en la industria en general.
- 5. Evaluación General de los Resultados:** En general las aguas del río San Juan se encuentran comprendidas dentro de los cursos de agua que tienen bajo grado de contaminación y pueden ser usadas en actividades humanas con tratamiento previo. Las aguas del río San Juan se reducen al mínimo en época de estiaje que abarca alrededor de 3 meses, lo que constituye un serio limitante para el desarrollo de las actividades en la cuenca.

3.2. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE

En la cuenca del río Grande, existe un descenso y mantenimiento en cantidades de los parámetros químicos como: Alcalinidad total, Cloruros, Dureza total, N-Nitrato, Boro total, Sodio total. Asimismo reducción de valor en algunos parámetros físicos relacionados a los parámetros químicos como conductividad, total de sólidos disueltos, salinidad, y un incremento de valores en pH, oxígeno disuelto.

Los niveles de arsénico total disminuyen a medida que transcurre el río Grande en su cauce. La presencia de arsénico y boro en el agua puede ser el resultado de la disolución del mineral presente naturalmente en el suelo, con mayor incidencia en punto de inicio AM0203; o bien, por vía antrópica por contaminación minera. El caudal del Cuenca/ río Grande muestra un nivel bajo, estiaje, debido al periodo de ausencia de lluvias, mayor insolación registrado normalmente en los meses de junio, julio, agosto en los andes peruanos. Existe un incremento de caudal del punto AM0203, AM0202 y AM0201 hasta 6,98 m³/s por acumulación de afluentes.

Tabla 3.2. Resultados de análisis de la Cuenca/Subcuenca del Río Grande (Área N° 02)

ENSAYOS FÍSICOS

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0203	PUNTO AM0202	PUNTO AM0201
Temperatura (°C)	9,11	16,28	18,99
Conductividad (µS/cm)	803	718	676
Presión Atmosférica (mmHg)	536,1	610,0	638,3
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	402	359	338
pH	8,30	8,28	8,41
Oxígeno Disuelto (ppm)	5,93	6,87	7,43
Salinidad	0,40	0,35	0,33
Caudal (m ³ /S)	5,15	6,88	6,98

ENSAYOS QUÍMICOS

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0203	PUNTO AM0202	PUNTO AM0201
Alcalinidad total (mg/L)	119,30	112,90	112,10
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	135,00	111,00	98,00
Dureza total	189,00	179,00	179,60
Fosfato (mg/L)	0,265	0,237	0,22
N-Nitrato (mg/L)	0,15	0,30	0,22
Sulfato (turbidimetrico) (mg/L)	61,60	56,60	55,70

Arsénico total (mg/L)	0,138	0,092	0,046
Boro total (mg/L)	2,766	2,277	1,820
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	79,82	66,67	56,01
Plomo total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0203	PUNTO AM0202	PUNTO AM0201
N. Coliformes termotolerantes	49	< 1,8	< 1,8
N. Coliformes totales (37 °C)	49	< 1,8	< 1,8

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE (ÁREA N° 02)

Para Uso Poblacional

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales del río Grande no son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, pueden destinarse a la producción de agua potable con previo tratamiento convencional o avanzado, por la presencia de arsénico y boro están superando los Niveles Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y también los estándares de calidad ambiental del MINAM.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas del río Gande son de salinidad baja, un tipo de agua dulce, por lo que se puede utilizar para cultivar plantas sin ningún problema. El pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general. La presencia de niveles altos de arsénico y boro pueden limitar los usos agrícolas.

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas del río para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido es regular a buena calidad para el desarrollo normal de algunas especies. El IPL mencionado no toma en cuenta los niveles toxico arsénico.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son aguas duras que pueden tener efecto en corrosión o incrustación en maquinarias industriales. Las aguas de río Grande pueden ser usadas en la industria con tratamiento previo.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas del río Grande se encuentran comprendidas dentro de los cursos de agua que tienen alto grado de contaminación y pueden ser usados en actividades humanas con tratamiento previo. Las aguas del río Grande se reducen al mínimo en época de estiaje que abarca alrededor de 3 meses, lo que constituye un serio limitante para el desarrollo de las actividades en la cuenca.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua del río Grande presenta características de buena calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.3. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO OPAMAYO

En la cuenca del río Opamayo, existe un incremento en cantidades de los parámetros químicos como: Alcalinidad total, Cloruros, Dureza total, N-Nitrato, Boro total, Sodio total, esto debido al proceso de lixiviación o disolución del mineral presente naturalmente en el suelo por donde fluye el agua desde el punto de inicio (punto AM0303) al punto final (punto AM0301), como también a la confluencia de ríos circundantes. Asimismo en algunos parámetros físicos relacionados a los parámetros químicos como conductividad, pH, salinidad, oxígeno disuelto se aprecia un incremento en sus valores por el hecho arriba mencionado. Existe presencia de metales de carácter tóxico (Arsénico, Cianuro libre, Cadmio total, Plomo total, Mercurio total) en cada uno de los puntos.

Los niveles de arsénico, Cadmio, Boro y Plomo total se incrementan a medida que transcurre el río Opamayo en su cauce. La presencia de arsénico, Cadmio y Plomo en el agua puede ser el resultado de la disolución del mineral presente naturalmente en el suelo; o bien, por vía antrópica por contaminación minera, por la existencia de muchos centros concentradores de explotación minera en la zona.

El caudal del río Opamayo muestra un nivel bajo, estiaje, debido al periodo de ausencia de lluvias, mayor insolación registrado normalmente en los meses de junio, julio, agosto en los andes peruanos. Existe un incremento de caudal del punto AM0303, AM0302 y AM0301 hasta 5,13 m³/s por acumulación de afluentes.

Tabla 3.3. Resultados de análisis de la Cuenca/Subcuenca del Río Opamayo (Área N° 03)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0303	PUNTO AM0302	PUNTO AM0301
Temperatura (°C)	6.62	9.93	12.93
Conductividad (µS/cm)	937	934	1005
Presión Atmosférica (mmHg)	464.3	494.1	516.3
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	468	370	507
pH	7.55	8.37	8.27
Oxígeno Disuelto (ppm)	4.53	5.17	4.88
Salinidad	0.46	0.37	0.50
Caudal (m ³ /S)	1,13	2,28	5,13

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0303	PUNTO AM0302	PUNTO AM0301
Alcalinidad total (mg/L)	75,40	166,10	152,40
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	89,50	235,90	121,00
Dureza total	470,00	432,00	378,00
Fosfato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
N-Nitrato (mg/L)	0,12	0,55	0,46
Sulfato (turbidimétrico) (mg/L)	265,80	129,30	154,70
Arsénico total (mg/L)	0,095	0,082	0,140
Boro total (mg/L)	0,576	2,485	1,388
Cadmio total (mg/L)	0,038	0,030	0,060
Cobre total (mg/L)	0,009	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	42,79	135,90	73,42
Plomo total (mg/L)	0,042	0,043	0,077
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0303	PUNTO AM0302	PUNTO AM0301
N. Coliformes termotolerantes	78	78	140
N. Coliformes totales (37 °C)	78	78	140

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CUENCA DEL RÍO OPAMAYO (ÁREA N° 03)**Para Uso Poblacional**

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales del río Opamayo no son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, pueden destinarse a la producción de agua potable con previo tratamiento convencional o avanzado, por la presencia de arsénico, Cadmio, Plomo y boro están superando los niveles máximos permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y también los estándares de calidad ambiental del MINAM.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas del río Opamayo son de salinidad baja, un tipo de agua dulce, por lo que se puede utilizar para cultivar plantas con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiables. El pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general. Por el alto contenido de Arsenico, Cadmio, Plomo en niveles superiores al límite máximo permisible no son aptos para riego de vegetales y bebida de animales (Categoría 3 – Estandares Nacionales de la calidad ambiental del agua).

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas del río Opamayo para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido una mala calidad para el desarrollo normal de algunas especies.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales

(corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son muy duras con efecto significativo en corrosión o incrustación. Las aguas del río Opamayo pueden ser usadas en la industria en general con previo tratamiento.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas del río Opamayo se encuentran comprendidas dentro de los cursos de agua que tienen alto grado de contaminación y pueden ser usados en actividades humanas con tratamiento especial. Las aguas del río Opamayo se reducen al mínimo en época de estiaje que abarca alrededor de 3 meses, lo que constituye un serio limitante para el desarrollo de las actividades en la cuenca.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua del río Opamayo presenta características de regular calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.4. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO SICRA

En la cuenca del río Sicra, existe un descenso en cantidades de los parámetros químicos como: Alcalinidad total, Cloruros, Dureza total, Boro total, Sodio total. Este descenso es debido a la confluencia de ríos circundantes que pueden contener menores concentraciones de los parámetros mencionados que en el punto AM0403. Asimismo en algunos parámetros físicos relacionados a los parámetros químicos como conductividad, pH, salinidad, se aprecia un descenso en sus valores. Existe presencia de metales de carácter tóxico (Arsénico, Cianuro libre, Cadmio total, Plomo, Mercurio total) en cada uno de los puntos.

Los niveles de arsénico, Cadmio, Boro y Plomo total se incrementan a medida que transcurre el río Opamayo en su cauce. La presencia de arsénico, Cadmio y Plomo en el agua puede ser el resultado de la disolución del mineral presente naturalmente en el suelo; o bien, por vía antrópica por contaminación minera, por la existencia de muchos centros concentradores de explotación minera en la zona.

El caudal del río Sicra muestra un nivel bajo, estiaje, debido al periodo de ausencia de lluvias, mayor insolación registrado normalmente en los meses de junio, julio, agosto en los andes peruanos. Existe un incremento de caudal del punto AM0403 al AM0402 y AM0401.

Tabla 3.4. Resultados de análisis de la Cuenca del Río Sicra (Área N° 04)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0403	PUNTO AM0402	PUNTO AM0401
Temperatura (°C)	13,42	11,92	14,82
Conductividad (µS/cm)	814	684	667
Presión Atmosférica (mmHg)	522,8	539,3	565,9
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	407	342	333
pH	8,51	8,39	8,29
Oxígeno Disuelto (ppm)	5,57	5,44	6,37
Salinidad	0,40	0,34	0,33
Caudal (m ³ /S)	3,84	3,94	11,85

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0403	PUNTO AM0402	PUNTO AM0401
Alcalinidad total (mg/L)	164,00	168,00	156,00
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	82,97	60,70	56,70
Dureza total	333,00	295,00	260,00
Fosfato (mg/L)	0,185	0,173	0,112
N-Nitrato (mg/L)	0,35	0,52	0,51
Sulfato (turbidimetrico) (mg/L)	127,20	89,20	101,50
Arsénico total (mg/L)	0,088	0,075	0,070
Boro total (mg/L)	1,067	0,767	0,707
Cadmio total (mg/L)	0,030	0,030	0,035
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	52,87	39,36	37,41
Plomo total (mg/L)	0,055	0,046	0,050
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0403	PUNTO AM0402	PUNTO AM0401
N. Coliformes termotolerantes	<1,8	<1,8	<1,8
N. Coliformes totales (37 °C)	220	230	130

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CUENCA DEL RÍO SICRA (ÁREA N° 04)

Para Uso Poblacional

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales del río Sicra no son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, pueden destinarse a la producción de agua potable con previo tratamiento convencional o avanzado, por la presencia de arsénico, Cadmio, Plomo y Boro están superando los Niveles Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y también los estándares de calidad ambiental del MINAM.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas del río Sicra son de salinidad baja, un tipo de agua dulce, por lo que se puede utilizar para cultivar plantas con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiables. El pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general. Por el alto contenido de Arsénico, Cadmio, Plomo en niveles superiores al límite máximo permisible no son aptos para riego de vegetales y bebida de animales (Categoría 3 – Estandares Nacionales de la calidad ambiental del agua).

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas del río Sicra para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido mala calidad para el desarrollo normal de algunas especies.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son muy duras con efecto significativo en corrosión o incrustación Las aguas del río Sicra pueden ser usados en la industria en general con previo tratamiento.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas del río Sicra se encuentran comprendidas dentro de los cursos de agua que tienen alto grado de contaminación y no pueden ser usados en actividades humanas, para su consumo necesitan un con tratamiento especial de descontaminación del agua para fines de consumo humano y agrícola. Las aguas del Río Sicra se reducen al mínimo en época de estiaje que abarca alrededor de 3 meses, lo que constituye un serio limitante para el desarrollo de las actividades en la cuenca.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua del río Sicra presenta características de regular calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.5. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO PALCA

En la cuenca del río Palca, existe un incremento en cantidades de los parámetros químicos como: Alcalinidad total, Cloruros, Dureza total, N-Nitrato, Boro total, Sodio total, esto debido al proceso de lixiviación o disolución del mineral presente naturalmente en el suelo por donde fluye el agua desde el punto de inicio (punto AM0503) al punto final (punto AM0501), como también a la confluencia de ríos circundantes. Asimismo en algunos parámetros físicos relacionados a los parámetros químicos como conductividad, pH, salinidad, oxígeno disuelto se aprecia un incremento en sus valores por el hecho arriba mencionado. Ausencia de metales de carácter toxico (Cianuro libre, Cadmio total, Plomo total, Mercurio total) en cada uno de los puntos.

Los niveles de arsénico total disminuyen ligeramente a medida que transcurre el río San Juan en su cauce. La presencia de arsénico en el agua puede ser el resultado de la disolución del mineral presente naturalmente en el suelo; o bien, por vía antrópica por contaminación minera. El caudal del río San Juan muestra un nivel bajo, estiaje, debido al periodo de ausencia de lluvias, mayor insolación registrado normalmente en los meses de junio, julio, agosto en los andes peruanos.

El caudal del río Palca muestra un nivel bajo, estiaje, debido al periodo de ausencia de lluvias, mayor insolación registrado normalmente en los meses de junio, julio, agosto en los andes peruanos. Existe un incremento de caudal del punto AM0503 al AM0502 y AM0501.

Tabla 3.5. Resultados de análisis de la Cuenca del Río Palca (Área N° 05)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0503	PUNTO AM0502	PUNTO AM0501
Temperatura (°C)	5,92	9,38	13,16
Conductividad (µS/cm)	348	457	475
Presión Atmosférica (mmHg)	469,7	490,5	590,3
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	174	228	255
pH	8,21	9,43	8,23
Oxígeno Disuelto (ppm)	4,80	4,98	5,76
Salinidad	0,17	0,22	0,22
Caudal (m ³ /S)	0,850	2,268	4,554

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0503	PUNTO AM0502	PUNTO AM0501
Alcalinidad total (mg/L)	112,10	162,90	122,60
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	0,80	5,90	17,60
Dureza total	220,00	270,00	254,00
Fosfato (mg/L)	0,038	0,038	0,010
N-Nitrato (mg/L)	0,08	0,22	0,21
Sulfato (turbidimetrico) (mg/L)	41,80	57,20	125,60
Arsénico total (mg/L)	N.D.	0,014	0,011
Boro total (mg/L)	0,013	0,181	0,139
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	0,91	4,15	12,67
Plomo total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0503	PUNTO AM0502	PUNTO AM0501
N. Coliformes termotolerantes	1600	1600	220
N. Coliformes totales (37 °C)	1600	1600	220

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CUENCA DEL RÍO PALCA (ÁREA N° 05)

Usos Potenciales del Agua y sus Limitaciones

Para Uso Poblacional

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales del río Palca son adecuados para el uso poblacional y recreacional, en el punto N° AM0502 pueden destinarse a la producción de agua potable con previo tratamiento convencional o avanzado, por la presencia de arsénico en cercano al límite del máximo permisible.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas del río Palca son de salinidad baja, un tipo de agua dulce, por lo que se puede utilizar para cultivar plantas con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiables. El pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general.

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas del río Palca para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido regular a buena calidad para el desarrollo normal de algunas especies. El IPL mencionado no toma en cuenta los niveles de arsénico en el punto AM0502.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son muy duras con efecto significativo en corrosión o incrustación Las aguas del río Palca pueden ser usados en la industria en general con previo tratamiento.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas del río Palca se encuentran comprendidas dentro de los cursos de agua que tienen bajo grado de contaminación y pueden ser usados en actividades humanas con tratamiento previo. Las aguas del río Palca se reducen al mínimo en época de estiaje que abarca alrededor de 3 meses, lo que constituye un serio limitante para el desarrollo de las actividades en la cuenca.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua del río Palca presenta características de buena calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.6. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO VILCA

En la cuenca del río Vilca, existe un ligero incremento en cantidades de los parámetros químicos entre los puntos AM0603 y AM0602 como: Alcalinidad total, Dureza total, sulfatos, esto debido al proceso de lixiviación o disolución del mineral presente naturalmente en el suelo por donde fluye el agua desde el punto de inicio. También se observa un descenso en valores de los parámetros entre los puntos AM0603 y AM0602: boro total, sodio, nitratos debido a la confluencia de ríos circundantes. Asimismo en algunos parámetros físicos relacionados a los parámetros químicos como conductividad, pH, salinidad, oxígeno disuelto se aprecia un incremento en sus valores por el hecho arriba mencionado entre el punto AM0603 Y AM0602. Entre el punto AM0602 Y AM0601, existe una disminución de valores en los parámetros: Alcalinidad total, Cloruros, Arsénico, Dureza total, Sulfatos, Boro total, Sodio total y un incremento en valores nitratos.

Ausencia de metales de carácter toxico (Cianuro libre, Cadmio total, Plomo total, Mercurio total) en cada uno de los puntos.

Los niveles de arsénico total entre el punto AM0602 Y AM0601 disminuyen ligeramente a medida que transcurre el río Vilca en su cauce.

El caudal del río Vilca muestra un nivel bajo, estiaje, debido al periodo de ausencia de lluvias, mayor insolación registrado normalmente en los meses de junio, julio, agosto en los andes peruanos.

El caudal del río Vilca muestra un nivel regular, debido al periodo de ausencia de lluvias, mayor insolación registrado normalmente en los meses de junio, julio, agosto en los andes peruanos. Existe un incremento de caudal del punto AM0603 al AM0602 y AM0601.

Tabla 3.6. Resultados de análisis de la Cuenca del Río Vilca (Área N° 06)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0603	PUNTO AM0602	PUNTO AM0601
Temperatura (°C)	13,79	18,12	17,41
Conductividad (µS/cm)	998	1059	815
Presión Atmosférica (mmHg)	500,0	509,5	528,0
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	499	530	408
pH	8,39	6,73	8,04
Oxígeno Disuelto (ppm)	4,88	3,35	5,15
Salinidad	0,50	0,53	0,40
Caudal (m ³ /S)	5,48	7,78	12,51

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0603	PUNTO AM0602	PUNTO AM0601
Alcalinidad total (mg/L)	143,10	293,50	184,30
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	92,50	81,00	64,00
Dureza total	380,00	486,00	337,00
Fosfato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
N-Nitrato (mg/L)	0,17	0,12	0,15
Sulfato (turbidimetrico) (mg/L)	72,10	164,60	118,50
Arsénico total (mg/L)	N.D.	0,025	0,018
Boro total (mg/L)	0,703	0,527	0,395
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	56,86	43,45	34,34
Plomo total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0603	PUNTO AM0602	PUNTO AM0601
N. Coliformes termotolerantes	< 1,8	< 1,8	350
N. Coliformes totales (37 °C)	< 1,8	< 1,8	350

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CUENCA DEL RÍO VILCA (ÁREA N° 06)

Para Uso Poblacional

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales del río Vilca son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, En el punto N° AM0602 y AM0601 pueden destinarse a la producción de agua potable con previo tratamiento convencional o avanzado, por la presencia de arsénico en cercano al límite del máximo permisible.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas del río Vilca son de salinidad baja, un tipo de agua dulce, por lo que se puede utilizar para cultivar plantas con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiables. El pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general.

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas del río Vilca para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido regular a buena calidad para el desarrollo normal de algunas especies. El IPL mencionado no toma en cuenta los niveles de arsénico en el punto AM0602.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son muy duras con efecto significativo en corrosión o incrustación Las aguas del río Vilca pueden ser usados en la industria en general con previo tratamiento.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas del río Vilca se encuentran comprendidas dentro de los cursos de agua que tienen bajo grado de contaminación y pueden ser usados en actividades

humanas con tratamiento previo. Las aguas del río Vilca se reducen en época de estiaje que abarca alrededor de 3 meses.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua del río Vilca presenta características de regular calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.7. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO ICHU

En la cuenca del río Ichu, en los puntos de muestro AM0703, AM0702, AM0701 se puede apreciar un ligero incremento en cantidades de los parámetros químicos entre los puntos AM0703 y AM0702 como: Alcalinidad total, Cloruros, Dureza total, Sulfatos, Boro total, Sodio, esto debido al proceso de lixiviación o disolución del mineral presente naturalmente en el suelo por donde fluye el agua desde el punto de inicio y por la confluencia de ríos circundantes detallados. Asimismo en algunos parámetros físicos relacionados a los parámetros químicos como conductividad, pH, salinidad, oxígeno disuelto se aprecia un incremento en sus valores por el hecho arriba mencionado entre el punto AM0703 y AM0702. Entre el punto AM0702 y AM0701, existe una disminución de valores en los parámetros: Alcalinidad total, Arsénico, Dureza total, Boro total, Sodio total y un incremento en valores nitratos, cloruros.

Ausencia de metales de carácter toxico (Cianuro libre, Cadmio total, Plomo total, Mercurio total) en cada uno de los puntos.

E

l caudal del río Ichu muestra un nivel bajo, estiaje, debido al periodo de ausencia de lluvias, mayor insolación registrado normalmente en los meses de junio, julio, agosto en los andes peruanos. El caudal del río Ichu muestra un nivel regular, debido al periodo de ausencia de lluvias, mayor insolación registrado normalmente en los meses de junio, julio, agosto en los andes peruanos. Existe un incremento de caudal del punto AM0703 al AM0702 y AM0701.

Tabla 3.7. Resultados de análisis de la Cuenca del Río Ichu (Área N° 07)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0703	PUNTO AM0702	PUNTO AM0701
Temperatura (°C)	4,53	16,08	15,47
Conductividad (µS/cm)	336	840	546
Presión Atmosférica (mmHg)	466,0	514,0	545,1
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	167	420	273
pH	7,99	8,08	8,26
Oxígeno Disuelto (ppm)	4,99	5,87	5,78
Salinidad	0,16	0,40	0,27
Caudal (m ³ /S)	1,957	4,001	7,895

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0703	PUNTO AM0702	PUNTO AM0701
Alcalinidad total (mg/L)	60,50	255,60	158,00
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	25,90	38,80	123,50
Dureza total	156,00	388,00	272,00
Fosfato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
N-Nitrato (mg/L)	N.D.	0,33	0,54
Sulfato (turbidimétrico) (mg/L)	51,40	117,90	193,90
Arsénico total (mg/L)	N.D.	0,019	N.D.
Boro total (mg/L)	0,077	0,578	0,332
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	16,72	20,44	13,19
Plomo total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0703	PUNTO AM0702	PUNTO AM0701
N. Coliformes termotolerantes	< 1,8	< 1,8	< 1,8
N. Coliformes totales (37 °C)	< 1,8	< 1,8	< 1,8

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CUENCA DEL RÍO ICHU (ÁREA N° 07)**Usos Potenciales del Agua y sus Limitaciones****Para Uso Poblacional**

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales del río Ichu son adecuados para el uso poblacional y recreacional, En el punto N° AM0702 las aguas superficiales pueden destinarse a la producción de agua potable con previo tratamiento convencional o avanzado, por la presencia de arsénico y boro en cercano al límite del máximo permisible.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas del río Ichu son de salinidad baja, un tipo de agua dulce, por lo que se puede utilizar para cultivar plantas con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiables. El pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general.

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas del río Ichu para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido regular a buena calidad es adecuado para el desarrollo normal de algunas especies. El IPL mencionado no toma en cuenta los niveles de arsénico en el punto AM0702.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son muy duras con efecto significativo en corrosión o incrustación. Las aguas del río Ichu pueden ser usados en la industria en general con previo tratamiento.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas del río Ichu se encuentran comprendidas dentro de los cursos de agua que tienen bajo grado de contaminación y pueden ser usados en actividades humanas con tratamiento previo. Las aguas del río Ichu se reducen en época de estiaje que abarca alrededor de 3 meses.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua del río Ichu presenta características de regular calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.8. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA LAGUNA CCECHCCAYCCOCHA

En Laguna Ccechccayccochoa, en los puntos de muestro AM0803, AM0802, AM0801 se puede apreciar que no existe variación significativa entre los puntos de muestreo en los valores de los parámetros medidos, indicando una uniformidad en todo el lago en cuanto a sus características físicas, químicas y microbiológicas.

Tabla 3.8. Resultados de análisis de la Laguna Ccechccayccochoa (Área N° 08)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0801	PUNTO AM0802	PUNTO AM0803
Temperatura (°C)	10,22	10,20	10,21
Conductividad (µS/cm)	113	110	112
Presión Atmosférica (mmHg)	450,0	450,1	450,1
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	56	55	55
pH	8,52	8,50	8,52
Oxígeno Disuelto (ppm)	4,18	4,18	4,17
Salinidad	0,05	0,04	0,05

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0801	PUNTO AM0802	PUNTO AM0803
Alcalinidad total (mg/L)	55,40	55,20	55,30
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	0,30	0,30	0,30
Dureza total	69,00	69,10	69,20
Fosfato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
N-Nitrato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sulfato (turbidimetrico) (mg/L)	0,81	0,81	0,82
Arsénico total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Boro total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	0,80	0,83	0,82
Plomo total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0801	PUNTO AM0802	PUNTO AM0803
N. Coliformes termotolerantes	< 1,8	< 1,8	< 1,8
N. Coliformes totales (37 °C)	< 1,8	< 1,8	< 1,8

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA LAGUNA CCECHCCAYCCOCHA (ÁREA N° 08)

Usos Potenciales del Agua y sus Limitaciones

Para Uso Poblacional

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales de de la Laguna Ccechccayccochoa, son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, pueden destinarse a la producción de agua potable sin ningún inconveniente.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas de la Laguna Ccechccayccochoa, son de salinidad muy baja. El boro, pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general.

Para Uso Piscícola

La calificación de las aguas de la Laguna Ccechccayccochoa, para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido es de buena calidad para el desarrollo normal de algunas especies.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son aguas blandas sin ningún efecto en corrosión o incrustación A esto se suma la ausencia de minerales tóxicos por lo que las aguas de la Laguna Ccechccayccochoa pueden ser usadas en la industria en general.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas de la Laguna Ccechccayccochoa, se encuentran comprendidas dentro de aguas que no tienen ningún grado de contaminación y pueden ser usados en actividades humanas sin tratamiento previo.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua de la Laguna Ccehcayccochoa, presenta características de buena calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.9. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA LAGUNA CHINCHICCOCHA

En la Laguna Chinchiccocha, en los puntos de muestro AM0903, AM0902, AM0901 se puede apreciar que no existe variación significativa entre los puntos de muestreo en los valores de los parámetros medidos, indicando una uniformidad en todo el lago en cuanto a sus características físicas, químicas y microbiológicas.

Tabla 3.9. Resultados de análisis de la Laguna Chinchiccocha (Área N° 09)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0901	PUNTO AM0902	PUNTO AM0903
Temperatura (°C)	10,53	10,25	10,20
Conductividad (µS/cm)	91	98	96
Presión Atmosférica (mmHg)	473,2	470,0	472,1
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	45	42	43
pH	7,42	7,80	7,66
Oxígeno Disuelto (ppm)	4,67	4,62	4,60
Salinidad	0,04	0,05	0,04

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0901	PUNTO AM0902	PUNTO AM0903
Alcalinidad total (mg/L)	33,10	33,08	33,09
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	0,30	0,32	0,32
Dureza total	51,0	51,5	51,3
Fosfato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
N-Nitrato (mg/L)	0,13	0,13	0,14
Sulfato (turbidimetrico) (mg/L)	8,01	8,03	8,04
Arsénico total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Boro total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	1,32	1,35	1,31
Plomo total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM0901	PUNTO AM0902	PUNTO AM0903
N. Coliformes termotolerantes	< 1,8	< 1,8	< 1,8
N. Coliformes totales (37 °C)	< 1,8	< 1,8	< 1,8

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA LAGUNA CHINCHICCOCHA (ÁREA N° 09)**Usos Potenciales del Agua y sus Limitaciones****Para Uso Poblacional**

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales de la Laguna Chinchicocha, son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, pueden destinarse a la producción de agua potable sin ningún inconveniente.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas de la Laguna Chinchicocha, son de salinidad muy baja. El boro, pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general.

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas de la Laguna Chinchicocha, para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido es de buena calidad para el desarrollo normal de algunas especies.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son aguas blandas sin ningún efecto en corrosión o incrustación. A esto se suma la ausencia de minerales tóxicos por lo que las aguas de la Laguna Chinchicocha pueden ser usadas en la industria en general.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas de la Laguna Chinchicocha, se encuentran comprendidas dentro de aguas que no tienen ningún grado de contaminación y pueden ser usados en actividades humanas sin tratamiento previo.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua de la Laguna Chinchicocha, presenta características de buena calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.10. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA LAGUNA AZULCCOCHA

En la Laguna Azulccocha, en los puntos de muestro AM1003, AM1002, AM1001 se puede apreciar que no existe variación significativa entre los puntos de muestreo en los valores de los parámetros medidos, indicando una uniformidad en todo el lago en cuanto a sus características físicas, químicas y microbiológicas.

Tabla 3.10. Resultados de análisis de la Laguna Azulccocha (Área N° 10)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1001	PUNTO AM1002	PUNTO AM1003
Temperatura (°C)	13,88	12,90	13,10
Conductividad (µS/cm)	297	281	280
Presión Atmosférica (mmHg)	522,7	522,6	522,0
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	148	137	135
pH	8,33	8,30	8,21
Oxígeno Disuelto (ppm)	5,45	5,40	5,46
Salinidad	0,14	0,12	0,14

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1001	PUNTO AM1002	PUNTO AM1003
Alcalinidad total (mg/L)	172,00	172,10	172,05
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	2,20	2,25	2,20
Dureza total	208,00	206,00	208,10
Fosfato (mg/L)	0,542	0,540	0,543
N-Nitrato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sulfato (turbidimetrico) (mg/L)	3,90	3,93	3,92
Arsénico total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

Boro total (mg/L)	0,019	0,018	0,019
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	5,495	5,490	5,493
Plomo total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1001	PUNTO AM1002	PUNTO AM1003
N. Coliformes termotolerantes	<1,8	<1,8	<1,8
N. Coliformes totales (37 °C)	<1,8	<1,8	<1,8

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA LAGUNA AZULCCOCHA (ÁREA N° 10)

Usos Potenciales del Agua y sus Limitaciones

Para Uso Poblacional

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales de la Laguna Azulccocha, son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, pueden destinarse a la producción de agua potable sin ningún inconveniente.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas de la Laguna Azulccocha, son de salinidad muy baja. El boro, pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general.

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas de la Laguna Azulccocha, para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido es de regular calidad para el desarrollo normal de algunas especies.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son aguas duras, con

efectos en corrosión o incrustación en equipos. Las aguas de la Laguna Azulcocha pueden ser usadas en la industria en general previo tratamiento.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas de la Laguna Azulcocha, se encuentran comprendidas dentro de aguas que no tienen ningún grado de contaminación y pueden ser usados en actividades humanas sin tratamiento previo.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua de la Laguna Azulcocha, presenta características de regular calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.11. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA LAGUNA PACOCCOCHA

En la Laguna Pacococha, en los puntos de muestro AM1103, AM1102, AM1101 se puede apreciar que no existe variación significativa entre los puntos de muestreo en los valores de los parámetros medidos, indicando una uniformidad en todo el lago en cuanto a sus características físicas, químicas y microbiológicas.

Tabla 3.11. Resultados de análisis de la Laguna Pacococha (Área N° 11)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1101	PUNTO AM1102	PUNTO AM1103
Temperatura (°C)	9,54	9,50	9,51
Conductividad (µS/cm)	164	161	162
Presión Atmosférica (mmHg)	450,0	450,1	450,2
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	82	82	80
pH	6,05	6,05	6,05
Oxígeno Disuelto (ppm)	3,11	3,10	3,00
Salinidad	0,08	0,06	0,07

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1101	PUNTO AM1102	PUNTO AM1103
Alcalinidad total (mg/L)	5,20	5,22	5,19
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	9,70	9,71	9,70
Dureza total	68,00	68,00	68,10

Fosfato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
N-Nitrato (mg/L)	0,20	0,18	0,17
Sulfato (turbidimetrico) (mg/L)	40,6	40,2	40,3
Arsénico total (mg/L)	0.092	0.088	0.065
Boro total (mg/L)	0,197	0,196	0,194
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	0,077	0,068	0,086
Sodio total (mg/L)	8,88	8,89	8,87
Plomo total (mg/L)	0.055	0.058	0.064
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1101	PUNTO AM1102	PUNTO AM1103
N. Coliformes termotolerantes	<1,8	<1,8	<1,8
N. Coliformes totales (37 °C)	< 1,8	< 1,8	< 1,8

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA LAGUNA PACOCCOCHA (ÁREA N° 11)

Usos Potenciales del Agua y sus Limitaciones

Para Uso Poblacional

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales de de la Laguna Pacococha, no son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, pueden destinarse a la producción de agua potable con previo tratamiento especial, porque existe concentraciones de arsénico, cobre y plomo superando los Niveles Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y también los estándares de calidad ambiental del MINAM.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas de la Laguna Pacococha, son de salinidad muy baja. El boro, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general.

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas de la Laguna Pacococha, para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido es de regular calidad para el desarrollo normal de algunas especies. El pH óptimo del agua para la subsistencia de muchos

sistemas biológicos es de 6,5 – 8,5 pero el pH 6,05 presente en esta laguna genera limitaciones al desarrollo y a la fisiología de los organismos acuáticos.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son aguas ligeramente blandas, que pueden tener efectos en corrosión o incrustación en equipos. Las aguas de la Laguna Pacococha pueden ser usadas en la industria en general previo tratamiento.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas de la Laguna Pacococha, se encuentran comprendidas dentro de aguas que tienen alto grado de contaminación y pueden no pueden ser usados en actividades humanas.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua de la Laguna Pacococha, presenta características de alta contaminación ambiental y no apta para consumo humano, debido que es usado como vertiente natural por que en las zonas aledañas existen centros de explotación minera de gran embergadura, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.12. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA LAGUNA PULTOC

En la Laguna Pultoc, en los puntos de muestro AM1203, AM1202, AM1201 se puede apreciar que no existe variación significativa entre los puntos de muestreo en los valores de los parámetros medidos, indicando una uniformidad en todo el lago en cuanto a sus características físicas, químicas y microbiológicas.

Tabla 3.12. Resultados de análisis de la Laguna Pultocc (Área N° 12)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1201	PUNTO AM1202	PUNTO AM1203
Temperatura (°C)	8.01	8.07	8.01
Conductividad (µS/cm)	71	77	72
Presión Atmosférica (mmHg)	450.0	450.0	452.3
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	35	38	31
pH	7.60	7.60	7.58
Oxígeno Disuelto (ppm)	3.85	3.88	3.80
Salinidad	0.08	0.03	0.02

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1201	PUNTO AM1202	PUNTO AM1203
Alcalinidad total (mg/L)	17,50	17,52	17,51
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Dureza total	40,00	40,50	40,10
Fosfato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
N-Nitrato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sulfato (turbidimetrico) (mg/L)	9,20	9,21	9,10
Arsénico total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Boro total (mg/L)	0,014	0,013	0,015
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	3,07	3,05	3,05
Plomo total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1201	PUNTO AM1202	PUNTO AM1203
N. Coliformes termotolerantes	> 1,8	> 1,8	> 1,8
N. Coliformes totales (37 °C)	> 1,8	> 1,8	> 1,8

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA LAGUNA PULTOCC (ÁREA N° 12)**Usos Potenciales del Agua y sus Limitaciones****Para Uso Poblacional**

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales de de la Laguna Pultocc, son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, pueden destinarse a la producción de agua potable sin ningún inconveniente.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas de la Laguna Pultocc, son de salinidad muy baja. El boro, pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general.

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas de la Laguna Pultocc, para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido es de buena calidad para el desarrollo normal de algunas especies.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son aguas blandas sin ningún efecto en corrosión o incrustación. A esto se suma la ausencia de minerales tóxicos por lo que las aguas de la Laguna Pultocc pueden ser usadas en la industria en general.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas de la Laguna Pultocc, se encuentran comprendidas dentro de aguas que no tienen ningún grado de contaminación y pueden ser usados en actividades humanas sin tratamiento previo.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua de la Laguna Pultocc, presenta características de buena calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

3.13. ANÁLISIS DE AGUAS DE LA LAGUNA ALLCCACCOCHA

En la Laguna Allcaccocha, en los puntos de muestro AM1303, AM1302, AM1301 se puede apreciar que no existe variación significativa entre los puntos de muestreo

en los valores de los parámetros medidos, indicando una uniformidad en todo el lago en cuanto a sus características físicas, químicas y microbiológicas.

Tabla 3.13. Resultados de análisis de la Laguna Allcaccocha (Área N° 13)

ENSAYO FÍSICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1301	PUNTO AM1302	PUNTO AM1303
Temperatura (°C)	15.22	13.52	14.20
Conductividad (µS/cm)	163	159	160
Presión Atmosférica (mmHg)	455.1	450.0	456.0
Total de Sólidos Disueltos (ppm)	81	85	80
pH	7.50	7.60	7.65
Oxígeno Disuelto (ppm)	2.96	2.50	2.49
Salinidad	0.07	0.10	0.13

ENSAYO QUÍMICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1301	PUNTO AM1302	PUNTO AM1303
Alcalinidad total (mg/L)	62,10	62,12	62,12
Cianuro libre (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cloruros (mg/L)	1,00	1,00	1,00
Dureza total	123,00	123,10	122,00
Fosfato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
N-Nitrato (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sulfato (turbidimétrico) (mg/L)	14,90	14,80	14,70
Arsénico total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Boro total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cadmio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Sodio total (mg/L)	1,12	1,13	1,11
Plomo total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.
Mercurio total (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS EVALUADOS	PUNTO AM1301	PUNTO AM1302	PUNTO AM1303
N. Coliformes termotolerantes	< 1,8		
N. Coliformes totales (37 °C)	< 1,8		

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA LAGUNA ALLCCACCOCHA (ÁREA N° 013)

Usos Potenciales del Agua y sus Limitaciones

Para Uso Poblacional

Según los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua, las aguas superficiales de de la Laguna Allcaccocha, son adecuadas para el uso poblacional y

recreacional, pueden destinarse a la producción de agua potable sin ningún inconveniente.

Para Uso Agrícola y Ganadera.

Las aguas de la Laguna Allcaccocha, son de salinidad muy baja. El boro, pH, cloruros, sulfatos, nitratos, cobre, sodio no ofrecen peligro para ningún cultivo de tallo corto o alto y para la bebida de animales en general.

Para Uso Piscícola

Para la calificación de las aguas de la Laguna Allcaccocha, para fines piscícolas se ha tomado en consideración el índice de Ponderación Limnológica (IPL), que involucra parámetros físico – químicos. El IPL obtenido es de buena calidad para el desarrollo normal de algunas especies.

Para Uso Industrial

En lo que respecta al uso industrial, los factores más importantes son la dureza que permite evaluar el posible efecto del agua en algunas instalaciones industriales (corrosión o incrustación). El resultado de dureza indica que son aguas ligeramente duras, que pueden tener efecto en corrosión o incrustación en las maquinas.

Evaluación General de los Resultados

En general las aguas de la Laguna Allcaccocha, se encuentran comprendidas dentro de aguas que no tienen ningún grado de contaminación y pueden ser usados en actividades humanas sin tratamiento previo.

Posibilidades de Mejoramiento y Preservación de las Aguas

El agua de la Laguna Allcaccocha, presenta características de buena calidad, siendo importante remarcar que no se hace un control adecuado de los vertimientos lo que podría lograrse haciendo cumplir las normas legales respecto del uso, manejo y preservación de las aguas a fin de no comprometer posteriores usos.

CONCLUSIONES

1. Se determinó y realizó la toma de muestras de 21 puntos de muestreo de aguas superficiales de las Cuencas de los ríos: San Juan, Rio Grande, Opamayo, Sicra, Palca, Vilca, Ichu, y 18 puntos de muestreo de las lagunas: Alccacocha, Pultocc, Pacococha, Azulcocha, Chinchicocha y Ccehcaycocha para el contexto de evaluación de la calidad del agua con fines de consumo humano y agrícola de la región Huancavelica.
2. Los análisis físicos, químicos, microbiológicos indican las aguas superficiales de las Lagunas: Alccacocha, Pultocc, Chinchicocha, Ccehcaycocha y Azulcocha son de buena calidad y pueden destinarse para uso poblacional, agrícola, ganadera, piscícola, industrial, y permite una buena conservación del ambiente acuático.
3. Existe contaminación en la laguna Pacococha dichas aguas no son adecuadas para el uso poblacional y recreacional, porque existe concentraciones de arsénico, cobre y plomo superando los niveles máximos permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y Minas y los estándares de calidad ambiental del MINAM.
4. Los análisis físicos, químicos, microbiológicos indican las aguas superficiales de las Cuencas/ríos: San Juan, Palca, Vilca, Ichu, son de buena calidad y pueden destinarse para uso poblacional, agrícola, ganadera, piscícola, industrial, y permite una buena conservación del ambiente acuático.
5. Los análisis físicos, químicos, microbiológicos indican que las aguas superficiales de los Ríos: Grande, Sicra y Opamayo indican que están

contaminados porque los niveles de arsénico, cadmio, boro y plomo total se encuentran en niveles superiores a los niveles permisibles por las ECAS y no pueden ser destinadas para el uso poblacional como agua potable, recreacional, riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, bebida de animales, y no permite una buena conservación del ambiente acuático.

6. Las altas concentraciones de sustancias tóxicas como arsénico, cadmio, boro y plomo total en las cuencas de los ríos Grande, Sicra y Opamayo, a largo plazo pueden producir problemas de salud a los pobladores de la zona, también contaminar los suelos pudiendo también ser absorbido por los cultivos y luego incorporarse a la cadena alimenticia; Para producción de agua potable es necesario que todos los ríos evaluados tenga un programa de tratamiento convencional de descontaminación y potabilización.

7. Los centros de producción y explotación Minera como Julcani S.A, Compañía Minera Buenaventura, Proyecto Minero Cambalache, Compañía Minera Barbasto S.A.C, Empresas minera Pampamali, Minera American Gold, Compañía minera Caudalosa las cuales están ubicados en ámbito del presente estudio de investigación no están cumpliendo con su programa de adecuación y manejo ambiental (PAMA) incumpliendo la LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611 y REGLAMENTO DE LA LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL-DECRETO SUPREMO N° 008 - 2005 – PCM.

RECOMENDACIONES

1. Elaborar un plan de monitoreo y evaluación de calidad de agua de las cuencas y subcuencas de la Región Huancavelica en distintos periodos del año, en coordinación con entidades públicas (MINAM, DIGESA, MINEN, OEFA, AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA y otros.)
2. Realizar un monitoreo de los niveles de arsénico, Cadmio, Boro y Plomo en las Cuencas de los Ríos Grande, Sicra y Opamayo, en distintos periodos del año, asimismo realizar estudios de efectos de su toxicidad en la población, pues los niveles de dichos elementos están en niveles superiores exigidos por las ECAS para aguas.
3. Proponer al Gobierno Regional de Huancavelica que declare en Emergencia Ambiental las cuencas de los ríos Grande, Sicra y Opamayo, ubicadas en la Provincia de Angaraes y ordenar las medidas de mitigación, remediación y compensación ambiental a las empresas mineras que son los directos responsables de dicha contaminación.
4. Solicitar a la Dirección Regional de Energía y Minas de Huancavelica un Plan de Acción inmediato y corto plazo de recuperación y descontaminación de los afluentes de las cuencas de los ríos Grande, Sicra y Opamayo.
5. Exigir al Ministerio del Ambiente hacer cumplir las norma y reglamentos de la Ley del Ambiente y proponer la fiscalización y participación de la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos (DGAAE) del Ministerio de Energía y Minas y del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA que evalúen, fiscalicen y sancionen las acciones de las empresas mineras

y hacer un control eficiente del uso de la calidad de agua en la Región Huancavelica.

6. Difundir los resultados de la presente investigación a los pobladores que viven en los distritos adyacentes a los ríos y lagunas evaluadas en el presente trabajo de investigación; de tal manera, que pongan mayor interés en defensa del medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Aurazo, M. 2002.** Determinación de coliformes totales y termotolerantes, y conteo de bacterias heterotróficas aerobias mesófilas viables. I Curso Nacional. Lima.
- **Bueno P. A. 1966.** Química Analítica y Análisis Agrícola. Universidad de Guayaquil. Departamento de publicaciones. Guayaquil, Ecuador.
- **Cano A. y Collado L. 1998.** La lenteja de agua como sistema de agua de depuración de aguas contaminadas de bajo costo. Tecnología de agua N° 174.
- **Cerda, M. y Girón, J. 2000.** Guía de Prácticas de Análisis de Agua. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho.
- **CONTRADROGAS. 2002.** Evaluación Programática Ambiental. Comité Especial de Lucha contra el Consumo de Drogas. Informe. Lima.
- **Cox, C. 1998.** Práctica y Vigilancia de las Operaciones de Tratamiento de agua. Serie Monográfica No. 49. Organización Mundial de la Salud. Ginebra.
- **Chung J. 2002.** Directivas del SUNASS sobre Calidad de Agua. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Lima.
- **Gómez, A. y Huamaní, L. 2003.** Estado Situacional del VRAE y los problemas que repercute en el medio ambiente. Lima, Perú.
- **Guerrero, J. 1996.** Recolección y preparación de muestras para análisis de agua de riego. Curso Teórico Experimental para el análisis in situ de suelos agrícolas y Aguas. Omega Perú, S.A. Lima.
- **Lampoglia, T. 2002.** Formulación de un Programa de Control de Calidad del Agua por la EPS. II Curso Nacional de Control de Calidad de Agua. España.
- **Martínez, M. 1989.** Depuración de agua con plantas emergentes, en hojas latifolios Ministerio de Agricultura, Perca y Alimentación. España.
- **MINISTERIO DE SALUD. SERVICIO NACIONAL DE INVERSIONES DIVISIÓN DE SANEAMIENTO BÁSICO RURAL. 1990.** Manual para el análisis Bacteriológico del agua empleando el equipo portátil de filtración de membrana. Lima, Perú.
- **Pasache J.C. 1996.** Agua bien común y usos privados en el Perú. Lima – Perú.

- **PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA FISCALIZACIÓN DE DROGAS. 1994.** Diagnóstico del Valle del Río Apurímac-Ene. Perú.
- **Poling, B y Prausnitz, J. y Reid, R. 1987.** Propiedades Físicas y Químicas del Agua, 4 edición, Barcelona – España.
- **Rodier, J. 1981.** Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales y aguas de mar. Ediciones Omega S.A. España.
- **Rojas, R. 2002.** Metales pesados en el agua destinada al consumo humano. CEPIS/OPS. Lima.
- **Sanchez, J. 1996.** Calidad de las Aguas con fines de riego. Curso Teórico Experimental para el análisis in situ de suelos agrícolas y Aguas. Omega Perú, S.A. Lima.
- **Seoanez C. 1995.** Aguas Residuales Urbanos, tratamiento natural de bajo costo y aprovechamiento. Edic. Mundi Prensa. España.
- **Silva G. 2002.** Aspectos Microbiológicos y Parasito lógicos del Agua. I Curso Nacional sobre Calidad del Agua. Lima.
- **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.** Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- **Decreto Supremo N° 044-98-PCM** que aprueba el Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles
- **Ley de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, Ley N° 26821.**
- **Ley General de Aguas, Ley N° 17752**
- **Ley General del Medio Ambiente, Ley N° 28611.**
- **Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245.**
- **Mapa Hidrológico del Departamento de Huancavelica.** Gobierno Regional de Huancavelica. Diciembre del 2010. Huancavelica. Perú.
- **Mapa Vial del Departamento de Huancavelica.** Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dirección de Información de Gestión / Oficina de Planificación y Presupuesto .Diciembre 2006
- **Norma Técnica Peruana NTP ISO 5667-14:2009: CALIDAD DEL AGUA.** Muestreo. Parte 14: Guía para el aseguramiento de la calidad del muestreo de agua del ambiente y su manipulación.

- **Norma Técnica Peruana NTP ISO 5667-3 2001: CALIDAD DEL AGUA.** Muestra parte 3: guía para la preservación y manejo de muestras.
- **Plan Estratégico de Desarrollo Regional Concertado y Participativo de Huancavelica 2004-2015.** GOBIERNO REGIONAL HUANCAVELICA. Huancavelica, Julio del 2003.
- **Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres.** GOBIERNO REGIONAL HUANCAVELICA. Huancavelica, Marzo del 2006.
- **R.D. 2254/2007/DIGESA/SA.** Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de Recursos Hídricos Superficiales. DIGESA. Dirección de Ecología y Protección del Ambiente. Lima, 2007.
- **Resolución N° 225-2010-MINAM.** Aprobación del Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) 2010-2011.

ANEXOS

ANEXO 1.
FICHA DE MUESTREO Y PANEL FOTOGRAFICO

ÁREA DE MUESTREO N° 01. CUENCA/ RÍO SAN JUAN
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	C. P. Chanchahuasi	Anexo:	Chanchahuasi
Distrito:	Chupamarca	Provincia:	Castrovirreyna
Nombre del río / laguna:	Rio San Juan		
Corriente baja:	(X)	Corriente media:	()
Corriente alta:	()		
Coordenada Geográfica:	E:441522	N: 8563482	Altitud (msnm): 3501

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0103		
Fecha: 17-08-2011	Hora: 7:52 a.m.	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Muestra tomada a 200 mts debajo del Centro poblado Chanchahuasi.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 6.27	pH: 7.86
Conductividad (µS/cm): 178	Oxígeno Disuelto (ppm): 5.29
Presión Atmosférica (mmHg): 500.2	Salinidad: 0.05
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 71	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 5.509
--



ÁREA DE MUESTREO N° 01. CUENCA/ RÍO SAN JUAN
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Puente Silvestre Paucar	Anexo:	Chancahuasi
Distrito:	Huamatambo	Provincia:	Castrovirreyna
Departamento:	Huancavelica		
Nombre del río / laguna:	Rio San Juan		
Corriente baja:	()	Corriente media:	(X)
Corriente alta:	()		
Coordenada Geográfica:	E:428264	N: 8552698	Altitud (msnm): 2601

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra:	AM0102			
Fecha:	17-08-2011	Hora:	10:50	
Olor :	Sin olor		Color:	Incoloro
Aspecto:	Agua transparente			
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros:	Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales	
	Microbiológico (X)			
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.			
Observaciones:	En el recorrido del río hay sembríos.			

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C):	11.43	pH:	8.20
Conductividad (µS/cm):	212	Oxígeno Disuelto (ppm):	6.16
Presión Atmosférica (mmHg):	561.8	Salinidad:	0.10
Total de Sólidos Disueltos (ppm):	106		

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S):	6.591
----------------------------------	-------



ÁREA DE MUESTREO N° 01. CUENCA/ RÍO SAN JUAN
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Puente Huancho Chico	Anexo:	Huancho Chico
Distrito:	San Juan	Provincia:	Castrovirreyña
Nombre del río / laguna:	Rio San Juan	Departamento:	Huancavelica
Corriente baja:	()	Corriente media:	()
Corriente alta:	()	Corriente alta:	(X)
Coordenada Geográfica:	E:430363	N: 8528367	Altitud (msnm): 1379

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra:	AM0101		
Fecha:	17-08-2011	Hora:	13:35
Olor :	Sin olor	Color:	Incoloro
Aspecto:	Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros:	Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
	Microbiológico (X)		
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.		
Observaciones:	El agua servida de la planta de oxidación del Distrito de San Juan colapso contaminando los sembríos de la parte baja en su recorrido del río.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C):	17.77	pH:	8.11
Conductividad (µS/cm):	260	Oxígeno Disuelto (ppm):	7.87
Presión Atmosférica (mmHg):	651.2	Salinidad:	0.12
Total de Sólidos Disueltos (ppm):	130		

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S):	5.867
----------------------------------	-------



ÁREA DE MUESTREO N° 02. CUENCA/ RÍO GRANDE
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Puente Choccechaca	Anexo:	Pacomarca
Distrito: Querco		Provincia: Huaytara	Departamento: Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Rio Grande		
Corriente baja: (X)	Corriente media: ()	Corriente alta: ()	
Coordenada Geográfica: E:505759	N: 8453806	Altitud (msnm): 3022	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0203		
Fecha: 18-08-2011	Hora: 11:15	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos,
	Microbiológico (X)	Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: A 100 mts. Aproximadamente están sacando canal de agua con tubos.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 9.11	pH: 8.30
Conductividad (µS/cm): 803	Oxígeno Disuelto (ppm): 5.93
Presión Atmosférica (mmHg): 536.1	Salinidad: 0.40
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 402	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 5,150
--



ÁREA DE MUESTREO N° 02. CUENCA/ RÍO GRANDE
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Ocollo	Anexo:	
Distrito: Ocollo		Provincia: Huaytara	Departamento: Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Rio Grande		
Corriente baja: ()	Corriente media: (X)	Corriente alta: ()	
Coordenada Geográfica: E:497911	N: 8451596	Altitud (msnm): 1909	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0202		
Fecha: 18-08-2011	Hora: 15:19	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Muestra tomada a 300 mts debajo de la ciudad del distrito de Ocollo		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 16.28	pH: 8.28
Conductividad (µS/cm): 718	Oxígeno Disuelto (ppm): 6.87
Presión Atmosférica (mmHg): 610.0	Salinidad: 0.35
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 359	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 6,885
--



ÁREA DE MUESTREO N° 02. CUENCA/ RÍO GRANDE
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Mamacocha	Anexo:	Lamarí
Distrito:	Santiago de Quirahuara	Provincia:	Huaytara
Nombre del río / laguna:	Río Grande	Departamento:	Huancavelica
Corriente baja:	()	Corriente media:	()
		Corriente alta:	(X)
Coordenada Geográfica:	E:496759	N: 8443249	Altitud (msnm): 1661

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra:	AM0201		
Fecha:	18-08-2011	Hora:	16:56
Olor :	Sin olor	Color:	Incoloro
Aspecto:	Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros:	Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
	Microbiológico (X)		
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.		
Observaciones:	En el recorrido del río hay sembríos de alfalfa para sus animales y otros productos.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C):	18.99	pH:	8.41
Conductividad (µS/cm):	676	Oxígeno Disuelto (ppm):	7.43
Presión Atmosférica (mmHg):	638.3	Salinidad:	0.33
Total de Sólidos Disueltos (ppm):	338		

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S):	6,981
----------------------------------	-------



ÁREA DE MUESTREO N° 03. CUENCA OPAMAYO – RÍO LIRCAY
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Lircay	Anexo:	Lircay
Distrito:	Lircay	Provincia:	Angaraes
Nombre del río / laguna:	Rio Lircay		
Corriente baja:	()	Corriente media:	()
		Corriente alta:	(X)
Coordenada Geográfica:	E: 530161	N: 8564771	Altitud (msnm): 3227

DATOS DE LA MUESTRA:

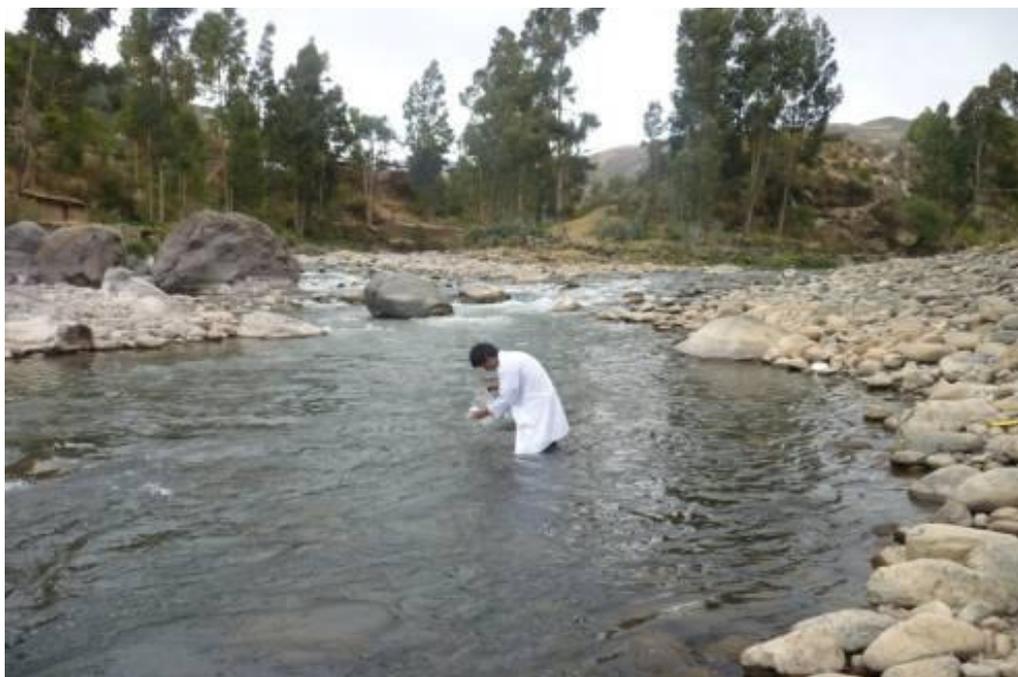
Código de muestra: AM0301		
Fecha: 15-08-2011	Hora: 16:46	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Muestra tomada después de la ciudad de Lircay.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 12.93	pH: 8.27
Conductividad (µS/cm): 1005	Oxígeno Disuelto (ppm): 4.88
Presión Atmosférica (mmHg): 516.3	Salinidad: 0.50
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 507	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 5,131
--



**ÁREA DE MUESTREO N° 03. CUENCA OPAMAYO - RÍO
HUACHOCOLPA
PUNTO N° 02**

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Quebrada Santa Rita	Anexo:	Alto Sihua
Distrito:	Huachocolpa	Provincia:	Huancavelica
Departamento:	Huancavelica		
Nombre del río / laguna:	Rio Huachocolpa		
Corriente baja:	()	Corriente media:	(X)
Corriente alta:	()		
Coordenada Geográfica:	E:513798	N: 8566054	Altitud (msnm): 3278

DATOS DE LA MUESTRA:

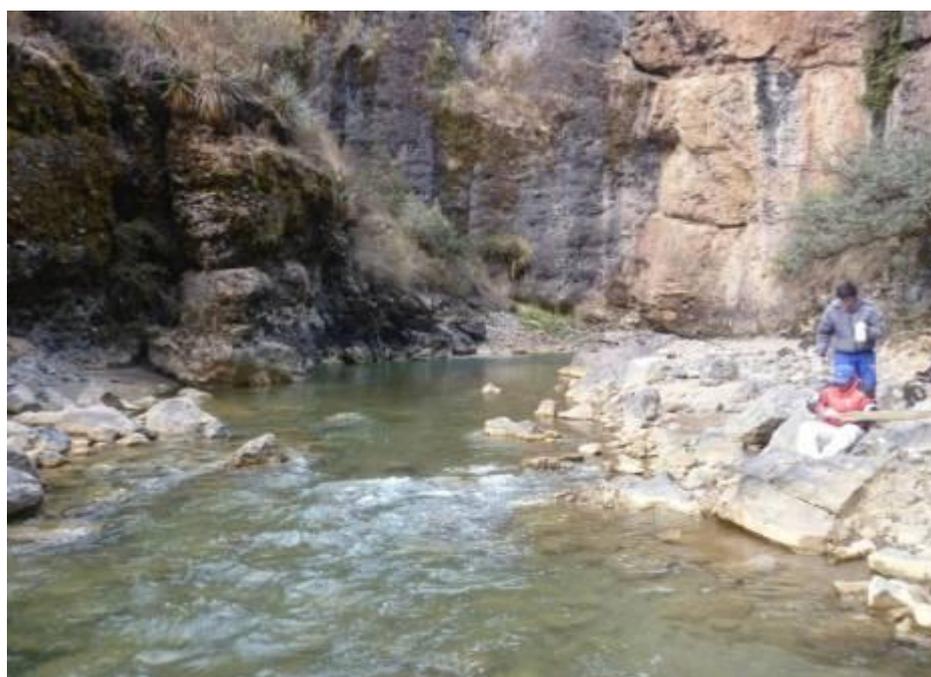
Código de muestra:	AM0302			
Fecha:	16-08-2011	Hora:	6:35	
Olor :	Sin olor		Color:	Incoloro
Aspecto:	Agua transparente			
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales		
	Microbiológico (X)			
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.			
Observaciones:	A100mts. Aproximados se encuentra la planta eléctrica Ingenio.			

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C):	9.93	pH:	8.37
Conductividad (µS/cm):	934	Oxígeno Disuelto (ppm):	5.17
Presión Atmosférica (mmHg):	494.1	Salinidad:	0.37
Total de Sólidos Disueltos (ppm):	370		

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S):	2,281
----------------------------------	-------



ÁREA DE MUESTREO N° 03. CUENCA OPAMAYO
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Mina Pirata	Anexo:	Recuperada
Distrito:	Huachocolpa	Provincia:	Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Rio Quebrada Huachocolpa		
Corriente baja:	(X)	Corriente media:	()
		Corriente alta:	()
Coordenada Geográfica:	E:506297	N: 8556502	Altitud (msnm): 3846

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0303		
Fecha: 16-08-2011	Hora: 8:37	
Olor : A metal	Color: Amarillo	
Aspecto: Agua con presencia de partículas		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: A 4 Km. Aproximados se encuentra la mina Recuperada. A 100 mts aproximados se une aguas termales al río.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 6.62	pH: 7.55
Conductividad (µS/cm): 937	Oxígeno Disuelto (ppm): 4.53
Presión Atmosférica (mmHg): 464.3	Salinidad: 0.46
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 468	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 1,130
--



ÁREA DE MUESTREO N° 04. CUENCA/ RÍO SICRA
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Pueblo de Anchonga	Anexo:	Anchonga
Distrito:	Anchonga	Provincia:	Angaraes
Departamento:	Huancavelica		
Nombre del río / laguna:	Rio Sicra		
Corriente baja:	(X)	Corriente media:	()
Corriente alta:	()		
Coordenada Geográfica:	E: 532212	N: 8570427	Altitud (msnm): 3181

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra:	AM0403			
Fecha:	15-08-2011	Hora:	14:08	
Olor :	Sin olor		Color:	Incoloro
Aspecto:	Agua transparente			
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales		
	Microbiológico (X)			
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.			
Observaciones:	Muestra tomada 100 metros aproximado antes del Distrito de Anchonga.			

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C):	13.42	pH:	8.51
Conductividad (µS/cm):	814	Oxígeno Disuelto (ppm):	5.57
Presión Atmosférica (mmHg):	522.8	Salinidad:	0.40
Total de Sólidos Disueltos (ppm):	407		

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S):	3,843
----------------------------------	-------



ÁREA DE MUESTREO N° 04. CUENCA/ RÍO SICRA
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Puente Uchuybamba	Anexo:	Uchuybamba
Distrito:	Callanmarca	Provincia:	Angaraes
Nombre del río / laguna:	Río Sicra		
Corriente baja:	()	Corriente media:	(X)
Coordenada Geográfica:	E: 542820	N: 8577340	Altitud (msnm): 3746

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0402		
Fecha: 15-08-2011	Hora: 6:08	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
	Microbiológico (X)	
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: En el recorrido del río hay sembríos y haciendas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 11.92	pH: 8.39
Conductividad (µS/cm): 684	Oxígeno Disuelto (ppm): 5.44
Presión Atmosférica (mmHg): 539.3	Salinidad: 0.34
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 342	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 3.944
--



ÁREA DE MUESTREO N° 04. CUENCA/ RÍO SICRA
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Rio Urubamba	Anexo:	Congalla
Distrito:	San Pedro de Congalla	Provincia:	Angaraes
Departamento:	Huancavelica		
Nombre del río / laguna:	Rio Urubamba		
Corriente baja:	()	Corriente media:	()
		Corriente alta:	(X)
Coordenada Geográfica:	E: 557418	N: 8569032	Altitud (msnm): 2963

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra:	AM0401		
Fecha:	14-08-2011	Hora:	11:48
Olor :	Presencia de metal	Color:	Verde Amarillento
Aspecto:	Agua granulosa presencia de arcilla		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros:	Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales
	Microbiológico (X)		Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.		
Observaciones:	Rio con arrastre de tierras, alrededor solo hiervas, nada de sembríos.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C):	14.82	pH:	8.29
Conductividad (µS/cm):	667	Oxígeno Disuelto (ppm):	6.37
Presión Atmosférica (mmHg):	565.9	Salinidad:	0.33
Total de Sólidos Disueltos (ppm):	333		

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S):	11,859
----------------------------------	--------



ÁREA DE MUESTREO N° 05. CUENCA/ RÍO PALCA
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Puente Ñuñungayocc	Anexo:	Ñuñungayocc
Distrito: Palca		Provincia: Huancavelica	Departamento: Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Rio Palca		
Corriente baja: (X)	Corriente media: ()	Corriente alta: ()	
Coordenada Geográfica: E:498222	N: 8596135	Altitud (msnm): 3980	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0503		
Fecha: 20-08-2011	Hora: 6:35	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales
	Microbiológico (X)	Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Inicio del rio palca.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 5.92	pH: 8.21
Conductividad (µS/cm): 348	Oxígeno Disuelto (ppm): 4.80
Presión Atmosférica (mmHg): 469.7	Salinidad: 0.17
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 174	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 0,850
--



ÁREA DE MUESTREO N° 05. CUENCA/ RÍO PALCA
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Palca	Anexo:	
Distrito: Palca		Provincia: Huancavelica	Departamento: Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Río Palca		
Corriente baja: ()	Corriente media: (X)	Corriente alta: ()	
Coordenada Geográfica: E:503012	N: 8600503	Altitud (msnm): 3602	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0502		
Fecha: 20-08-2011	Hora: 8:23	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
	Microbiológico (X)	
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones:	Muestra tomada a un 1 Km. Aprox debajo del distrito de Palca. Casi en todo el recorrido del río hay piscigranjas antes de llegar al pueblo.	

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 9.38	pH: 9.43
Conductividad (µS/cm): 457	Oxígeno Disuelto (ppm): 4.98
Presión Atmosférica (mmHg): 490.5	Salinidad: 0.22
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 228	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 2,268
--



ÁREA DE MUESTREO N° 05. CUENCA/ RÍO PALCA
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Palccamayo		Anexo:	Palccamayo	
Distrito:	Huando	Provincia:	Huancavelica		
Nombre del río / laguna:	Rio Palca				
Corriente baja:	()	Corriente media:	()	Corriente alta:	(X)
Coordenada Geográfica:	E:508425	N: 8610064	Altitud (msnm): 2900		

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0501		
Fecha: 21-08-2011	Hora: 10:30	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Muestra tomada antes de la combinación con el rio Ichu. Vegetación y sembríos abundantes.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 13.16	pH: 8.23
Conductividad (µS/cm): 475	Oxígeno Disuelto (ppm): 5.76
Presión Atmosférica (mmHg): 590.3	Salinidad: 0.22
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 255	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 4,554
--



ÁREA DE MUESTREO N° 06. CUENCA/ RÍO VILCA
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Puente Jerusalem	Anexo:	Jerusalén
Distrito:	Manta	Provincia:	Huancavelica
Departamento:	Huancavelica		
Nombre del río / laguna:	Rio Santa		
Corriente baja:	(X)	Corriente media:	()
Corriente alta:	()		
Coordenada Geográfica:	E:477679	N: 8602021	Altitud (msnm): 3580

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra:	AM0603			
Fecha:	20-08-2011	Hora:	12:50	
Olor :	Sin olor		Color:	Incoloro
Aspecto:	Agua transparente			
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales		
	Microbiológico (X)			
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.			
Observaciones:	Población dedicada a la ganadería y agricultura.			

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C):	13.79	pH:	8.39
Conductividad (µS/cm):	998	Oxígeno Disuelto (ppm):	4.88
Presión Atmosférica (mmHg):	500.0	Salinidad:	0.50
Total de Sólidos Disueltos (ppm):	499		

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S):	5,487
----------------------------------	-------



ÁREA DE MUESTREO N° 06. CUENCA/ RÍO VILCA
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Ayhuicha	Anexo:	Ayhuicha
Distrito:	Vilca	Provincia:	Huancavelica
Departamento:	Huancavelica		
Nombre del río / laguna:	Rio Vilca		
Corriente baja:	()	Corriente media:	(X)
Corriente alta:	()		
Coordenada Geográfica:	E:477251	N: 8609481	Altitud (msnm): 3363

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra:	AM0602			
Fecha:	20-08-2011	Hora:	14:33	
Olor :	Sin olor		Color:	Incoloro
Aspecto:	Agua transparente			
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales		
	Microbiológico (X)			
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.			
Observaciones:	Piedras del rio tienen sarros de color amarillo, rio abajo mucha vegetación y sembríos.			

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C):	18.12	pH:	6.73
Conductividad (µS/cm):	1059	Oxígeno Disuelto (ppm):	3.35
Presión Atmosférica (mmHg):	509.5	Salinidad:	0.53
Total de Sólidos Disueltos (ppm):	530		

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S):	7,789
----------------------------------	-------



ÁREA DE MUESTREO N° 06. CUENCA/ RÍO VILCA
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Puente Moya	Anexo:	
Distrito: Moya		Provincia: Huancavelica	Departamento: Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Río Vilca		
Corriente baja: ()	Corriente media: ()	Corriente alta: (X)	
Coordenada Geográfica: E:483953	N: 8629545	Altitud (msnm): 3063	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0601		
Fecha: 20-08-2011	Hora: 16:17	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
	Microbiológico (X)	
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Piedras del río tienen crustaciones de color amarillo, metros abajo se combina con el río que divide el limita con Huancayo.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 17.41	pH: 8.04
Conductividad (µS/cm): 815	Oxígeno Disuelto (ppm): 5.15
Presión Atmosférica (mmHg): 528.0	Salinidad: 0.40
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 408	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 12,515



ÁREA DE MUESTREO N° 07. CUENCA/ RÍO ICHU
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Lachoc	Anexo:	Lachoc
Distrito:	Huancavelica	Provincia:	Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Rio Ichu		
Corriente baja:	(X)	Corriente media:	()
Corriente alta:	()		
Coordenada Geográfica:	E: 489455	N: 8580276	Altitud (msnm): 4004

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra:	AM0703			
Fecha:	19-08-2011	Hora:	15:45	
Olor :	Sin olor		Color:	Incoloro
Aspecto:	Agua transparente			
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales		
	Microbiológico (X)			
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.			
Observaciones:	Población dedicada a ganadería.			

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C):	4.53	pH:	7.99
Conductividad (µS/cm):	336	Oxígeno Disuelto (ppm):	4.99
Presión Atmosférica (mmHg):	466.0	Salinidad:	0.16
Total de Sólidos Disueltos (ppm):	167		

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S):	1,957
----------------------------------	-------



ÁREA DE MUESTREO N° 07. CUENCA/ RÍO ICHU
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Yauli	Anexo:	
Distrito: Yauli		Provincia: Huancavelica	Departamento: Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Río Ichu		
Corriente baja: ()	Corriente media: (X)	Corriente alta: ()	
Coordenada Geográfica: E: 515914	N: 8587911	Altitud (msnm): 3414	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0702		
Fecha: 19-08-2011	Hora: 17:30	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
	Microbiológico (X)	
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones:	Muestra tomada a 1 km aprox. Del distrito de Yauli.	

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 16.08	pH: 8.08
Conductividad (µS/cm): 840	Oxígeno Disuelto (ppm): 5.87
Presión Atmosférica (mmHg): 514.0	Salinidad: 0.40
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 420	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 4,001
--



ÁREA DE MUESTREO N° 07. CUENCA/ RÍO ICHU
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Mariscal Cáceres	Anexo:	
Distrito: Mariscal Cáceres	Provincia: Huancavelica	Departamento: Huancavelica	
Nombre del río / laguna:	Río Ichu		
Corriente baja: ()	Corriente media: ()	Corriente alta: (X)	
Coordenada Geográfica: E: 507663	N: 8614362	Altitud (msnm): 2860	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0701		
Fecha: 21-08-2011	Hora: 13:23	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
	Microbiológico (X)	
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Muestra tomada antes de que llegue al Pueblo y se combine con el río Mantaro.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 15.47	pH: 8.26
Conductividad (µS/cm): 546	Oxígeno Disuelto (ppm): 5.78
Presión Atmosférica (mmHg): 545.1	Salinidad: 0.27
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 273	

CAUDAL CALCULADO EN EL LUGAR DE MUESTREO

Caudal (m³/S): 7,895
--



ÁREA DE MUESTREO N° 08. LAGUNA CCECHCCAYCCOCHA
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Ccechccayccochoa	Anexo:	San Isidro de Ampurhuay
Distrito:	Acoria	Provincia:	Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Laguna Ccechccayccochoa		
Coordenada Geográfica:	E: 523413	N: 8603826	Altitud (msnm): 4465

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0801		
Fecha: 23-08-2011	Hora: 6:10	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Todo el borde se encuentra rodeado por algas. Criadero de truchas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 10.22	pH: 8.52
Conductividad (µS/cm): 113	Oxígeno Disuelto (ppm): 4.18
Presión Atmosférica (mmHg): 450.0	Salinidad: 0.05
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 56	

ÁREA DE MUESTREO N° 08. LAGUNA CCECHCCAYCCOCHA
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Ccechccayccochoa	Anexo:	San Isidro de Ampurhuay
Distrito:	Acoria	Provincia:	Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Laguna Ccechccayccochoa		
Coordenada Geográfica:	E: 523411	N: 8603824	Altitud (msnm): 4461

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0802		
Fecha: 23-08-2011	Hora: 6:25	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Todo el borde se encuentra rodeado por algas. Criadero de truchas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 10.20	Ph: 8.50
Conductividad (µS/cm): 110	Oxígeno Disuelto (ppm): 4.18
Presión Atmosférica (mmHg): 450.1	Salinidad: 0.04
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 55	

ÁREA DE MUESTREO N° 08. LAGUNA CCECHCCAYCCOCHA
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Ccechccayccocho	Anexo:	San Isidro de Ampurhuay
Distrito:	Acoria	Provincia:	Huancavelica
Departamento:	Huancavelica		
Nombre del río / laguna:	Laguna Ccechccayccocho		
Coordenada Geográfica:	E: 523412	N: 8603825	Altitud (msnm): 4463

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra:	AM0803		
Fecha:	23-08-2011	Hora:	6:40
Olor :	Sin olor	Color:	Incoloro
Aspecto:	Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros:	Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.		
Observaciones:	Todo el borde se encuentra rodeado por algas. Criadero de truchas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C):	10.21	pH:	8.52
Conductividad (µS/cm):	112	Oxígeno Disuelto (ppm):	4.17
Presión Atmosférica (mmHg):	450.1	Salinidad:	0.05
Total de Sólidos Disueltos (ppm):	55		



ÁREA DE MUESTREO N° 09. LAGUNA CHINCHICCOCHA
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Totora Chinchin	Anexo:	Totora
Distrito:	Churcampa	Provincia:	Churcampa
Departamento:	Huancavelica		
Nombre del río / laguna:	Laguna Chinchiccocha		
Coordenada Geográfica:	E: 565240	N: 8599520	Altitud (msnm): 4015

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0901		
Fecha: 22-08-2011	Hora: 14:28	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Están empezando con el criadero de truchas en jaulas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 10.53	pH: 7.42
Conductividad (µS/cm): 91	Oxígeno Disuelto (ppm): 4.67
Presión Atmosférica (mmHg): 473.2	Salinidad: 0.04
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 45	

ÁREA DE MUESTREO N° 09. LAGUNA CHINCHICCOCHA
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Totora Chinchin	Anexo:	Totora
Distrito:	Churcampa	Provincia:	Churcampa
Departamento:	Huancavelica		
Nombre del río / laguna:	Laguna Chinchiccocha		
Coordenada Geográfica:	E: 565237	N: 8599516	Altitud (msnm): 4010

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0902		
Fecha: 22-08-2011	Hora: 14:40	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Están empezando con el criadero de truchas en jaulas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 10.25	pH: 7.80
Conductividad (µS/cm): 98	Oxígeno Disuelto (ppm): 4.62
Presión Atmosférica (mmHg): 470.0	Salinidad: 0.05
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 42	

ÁREA DE MUESTREO N° 09. LAGUNA CHINCHICCOCHA
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Totora Chinchin	Anexo:	Totora
Distrito:	Churcampa	Provincia:	Churcampa
Nombre del río / laguna:	Laguna Chinchiccocha		
Coordenada Geográfica:	E: 565230	N: 8599521	Altitud (msnm): 4012

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM0903		
Fecha: 22-08-2011	Hora: 14:59	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Están empezando con el criadero de truchas en jaulas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 10.20	pH: 7.66
Conductividad (µS/cm): 96	Oxígeno Disuelto (ppm): 4.60
Presión Atmosférica (mmHg): 472.1	Salinidad: 0.04
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 43	



ÁREA DE MUESTREO N° 10. LAGUNA AZULCCOCHA
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Laguna Azulccocha	Anexo:	
Distrito: Anta	Provincia: Acobamba	Departamento:	Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Laguna Azulccocha		
Coordenada Geográfica: E: 541678	N: 8581538	Altitud (msnm):	3801

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1001		
Fecha: 15-08-2011	Hora: 9:05	
Olor : Sin olor	Color: Verdoso	
Aspecto: Presencia de sólidos		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: La laguna no tiene desemboque es de color verde.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 13.88	pH: 8.33
Conductividad (µS/cm): 297	Oxígeno Disuelto (ppm): 5.45
Presión Atmosférica (mmHg): 522.7	Salinidad: 0.14
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 148	

ÁREA DE MUESTREO N° 10. LAGUNA AZULCCOCHA
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Laguna Azulccocha	Anexo:	
Distrito: Anta	Provincia: Acobamba	Departamento:	Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Laguna Azulccocha		
Coordenada Geográfica: E: 541670	N: 8581540	Altitud (msnm):	3810

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1003		
Fecha: 15-08-2011	Hora: 9.15	
Olor : Sin olor	Color: Verdoso	
Aspecto: Presencia de sólidos		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: La laguna no tiene desemboque es de color verde.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 12.90	pH: 8.30
Conductividad (µS/cm): 281	Oxígeno Disuelto (ppm): 5.40
Presión Atmosférica (mmHg): 522.6	Salinidad: 0.12
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 137	

ÁREA DE MUESTREO N° 10. LAGUNA AZULCCOCHA
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Laguna Azulccocha	Anexo:	
Distrito: Anta		Provincia: Acobamba	Departamento: Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Laguna Azulccocha		
Coordenada Geográfica: E: 541678	N: 8581550	Altitud (msnm): 3801	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1001		
Fecha: 15-08-2011	Hora: 10.10	
Olor : Sin olor	Color: Verdoso	
Aspecto: Presencia de sólidos		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: La laguna no tiene desemboque es de color verde.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 13.10	pH: 8.21
Conductividad (µS/cm): 280	Oxígeno Disuelto (ppm): 5.46
Presión Atmosférica (mmHg): 522.0	Salinidad: 0.14
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 135	



ÁREA DE MUESTREO N° 11. LAGUNA PACOCOCHA
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Pacococha	Anexo:	Pacococha
Distrito: Castrovirreyna	Provincia: Castrovirreyna	Departamento: Huancavelica	
Nombre del río / laguna:	Laguna Pacococha		
Coordenada Geográfica: E: 470589	N: 8537969	Altitud (msnm): 4482	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1101		
Fecha: 16-08-2011	Hora: 13:55	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
	Microbiológico (X)	
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Llega agua de la mina Caudalosa.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 9.54	pH: 6.05
Conductividad (µS/cm): 164	Oxígeno Disuelto (ppm): 3.11
Presión Atmosférica (mmHg): 450.0	Salinidad: 0.08
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 82	

ÁREA DE MUESTREO N° 11. LAGUNA PACOCOCHA
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Pacococha	Anexo:	Pacococha
Distrito: Castrovirreyna	Provincia: Castrovirreyna	Departamento: Huancavelica	
Nombre del río / laguna:	Laguna Pacococha		
Coordenada Geográfica: E: 470591	N: 8537968	Altitud (msnm): 4480	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1102		
Fecha: 16-08-2011	Hora: 14:10	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
	Microbiológico (X)	
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Llega agua de la mina Caudalosa.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 9.50	pH: 6.05
Conductividad (µS/cm): 161	Oxígeno Disuelto (ppm): 3.10
Presión Atmosférica (mmHg): 450.1	Salinidad: 0.06
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 82	

ÁREA DE MUESTREO N° 11. LAGUNA PACOCOCHA
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Pacococha	Anexo:	Pacococha
Distrito:	Castrovirreyna	Provincia:	Castrovirreyna
Nombre del río / laguna:	Laguna Pacococha		
Coordenada Geográfica:	E: 470590	N: 8537969	Altitud (msnm): 4480

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1103		
Fecha: 16-08-2011	Hora: 14:30	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Llega agua de la mina Caudalosa.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 9.51	pH: 6.05
Conductividad (µS/cm): 162	Oxígeno Disuelto (ppm): 3.00
Presión Atmosférica (mmHg): 450.2	Salinidad: 0.07
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 80	



ÁREA DE MUESTREO N° 12. LAGUNA PULTOCC
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Laguna Pultocc	Anexo:	
Distrito: Santa Ana	Provincia: Castrovirreyna	Departamento: Huancavelica	
Nombre del río / laguna:	Laguna Pultocc		
Coordenada Geográfica: E: 492734	N: 8550844	Altitud (msnm): 4706	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1201		
Fecha: 16-08-2011	Hora: 10:58	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Criadero de truchas en jaulas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 8.01	pH: 7.60
Conductividad (µS/cm): 71	Oxígeno Disuelto (ppm): 3.85
Presión Atmosférica (mmHg): 450.0	Salinidad: 0.08
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 35	

ÁREA DE MUESTREO N° 12 LAGUNA PULTOCC
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Laguna Pultocc	Anexo:	
Distrito: Santa Ana	Provincia: Castrovirreyna	Departamento: Huancavelica	
Nombre del río / laguna:	Laguna Pultocc		
Coordenada Geográfica: E: 492735	N: 8550849	Altitud (msnm): 4708	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1202		
Fecha: 16-08-2011	Hora: 10:58	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Criadero de truchas en jaulas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 8.07	pH: 7.60
Conductividad (µS/cm): 77	Oxígeno Disuelto (ppm): 3.88
Presión Atmosférica (mmHg): 450.0	Salinidad: 0.03
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 38	

ÁREA DE MUESTREO N° 12 LAGUNA PULTOCC
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Laguna Pultocc	Anexo:	
Distrito: Santa Ana		Provincia: Castrovirreyna	Departamento: Huancavelica
Nombre del río / laguna:	Laguna Pultocc		
Coordenada Geográfica: E: 492920		N: 8550730	Altitud (msnm): 4710

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1203		
Fecha: 16-08-2011	Hora: 11:00	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Criadero de truchas en jaulas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 9.01	pH: 7.58
Conductividad (µS/cm): 72	Oxígeno Disuelto (ppm): 3.80
Presión Atmosférica (mmHg): 452.3	Salinidad: 0.02
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 31	



ÁREA DE MUESTREO N° 13. LAGUNA ALLCCACCOCHA
PUNTO N° 01

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Allccacocha		Anexo:
Distrito: Huando	Provincia: Huancavelica	Departamento: Huancavelica	
Nombre del río / laguna:	Laguna Allccacocha		
Coordenada Geográfica: E: 489648	N: 8599555	Altitud (msnm): 4310	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1301		
Fecha: 20-08-2011	Hora: 11:04	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Laguna pantanosa, presencia de aves y muchas algas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 15.22	pH: 7.50
Conductividad (µS/cm): 163	Oxígeno Disuelto (ppm): 2.96
Presión Atmosférica (mmHg): 455.1	Salinidad: 0.07
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 81	

ÁREA DE MUESTREO N° 13. LAGUNA ALLCCACCOCHA
PUNTO N° 02

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Allccacocha		Anexo:
Distrito: Huando	Provincia: Huancavelica	Departamento: Huancavelica	
Nombre del río / laguna:	Laguna Allccacocha		
Coordenada Geográfica: E: 489644	N: 8599522	Altitud (msnm): 4300	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1302		
Fecha: 20-08-2011	Hora: 11:20	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Laguna pantanosa, presencia de aves y muchas algas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 13.52	pH: 7.60
Conductividad (µS/cm): 159	Oxígeno Disuelto (ppm): 2.50
Presión Atmosférica (mmHg): 450.0	Salinidad: 0.10
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 85	

ÁREA DE MUESTREO N° 13. LAGUNA ALLCCACCOCHA
PUNTO N° 03

LUGAR DE MUESTREO:

Lugar de muestreo:	Allccacocha		Anexo:
Distrito: Huando	Provincia: Huancavelica	Departamento: Huancavelica	
Nombre del río / laguna:	Laguna Allccacocha		
Coordenada Geográfica: E: 489645	N: 8599570	Altitud (msnm): 4306	

DATOS DE LA MUESTRA:

Código de muestra: AM1303		
Fecha: 20-08-2011	Hora: 11:40	
Olor : Sin olor	Color: Incoloro	
Aspecto: Agua transparente		
Muestra para:	Análisis fisicoquímico (X) Microbiológico (X)	Otros: Cianuros Libre, N-Nitratos, Metales Totales
Cantidad de muestra tomada:	1000 mL, 250 mL, 1000 mL, 250 mL, 500 mL.	
Observaciones: Laguna pantanosa, presencia de aves y muchas algas.		

PARÁMETROS MEDIDOS EN LUGAR DE MUESTREO:

Temperatura (°C): 14.20	pH: 7.65
Conductividad (µS/cm): 160	Oxígeno Disuelto (ppm): 2.49
Presión Atmosférica (mmHg): 456.0	Salinidad: 0.13
Total de Sólidos Disueltos (ppm): 80	



ANEXO 2.

Ley N° 26821- Decreto Supremo N° 02-2008-MINAM –
Estandares Nacionales de Calidad Ambiental y Límites
Máximos Permisibles en el Peru.



DECRETO SUPREMO
Nº 002 - 2008 – MINAM

APRUEBAN LOS ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

CONSIDERANDO:

Que, en el inciso 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; señalando en su artículo 67° que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente;

Que, el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611- Ley General del Ambiente, establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;



Que, el artículo 1° de la Ley N° 28817- Ley que establece los plazos para la elaboración y aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y de Límites Máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental, dispuso que la Autoridad Ambiental Nacional culminaría la elaboración y revisión de los ECA y LMP en un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la vigencia de dicha Ley;

Que con fecha 16 de junio de 1999 se instaló el GESTA AGUA, cuya finalidad fue elaborar los Estándares de Calidad Ambiental para Agua - ECA para Agua, estando conformado dicho Grupo de Trabajo por 21 instituciones del sector público, privado y académico, actuando la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA como Secretaría Técnica;



Que, mediante Oficio N° 8262-2006/DG/DIGESA de fecha 28 de diciembre de 2006, la Dirección General de Salud Ambiental –DIGESA, en coordinación con el Instituto Nacional de Recursos Naturales -INRENA, en calidad de Secretaría Técnica Colegiada del GESTA AGUA, remitió al CONAM, la propuesta de Estándares de Calidad Ambiental-ECA para Agua con la finalidad tramitar su aprobación formal;

Que, por Acta del Grupo de Trabajo GESTA AGUA, de fecha 24 de octubre de 2007, se aprobó la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua;

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013 se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, señalándose su ámbito de competencia sectorial y regulándose su estructura orgánica y funciones, siendo una de sus funciones específicas la de elaborar los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles;

Que, contando la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, corresponde aprobarlos mediante Decreto Supremo, conforme a lo establecido en el artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 y el Decreto Legislativo N° 1013;

En uso de las facultades conferidas por el artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:



Artículo 1°.- Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua
Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.



Artículo 2°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente.

DISPOSICION COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

UNICA.– El Ministerio del Ambiente dictará las normas para la implementación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, como instrumentos para la gestión ambiental por los sectores y niveles de gobierno involucrados en la conservación y aprovechamiento sostenible del recurso agua.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los treinta días del mes de julio del año dos mil ocho.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

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
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
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	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Plaguicidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Parabón	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*:						
Aldrin – 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin – 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Endrin – 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
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)						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
<i>Vibrio Cholerae</i>	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	AGUA DE MAR		
		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
FISICOQUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0
DBO ₅	mg/L	**	10,0	10,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4	>=3	>=2,5
pH	Unidad de pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	**	50,0	70,0
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	**	0,06	0,08
Temperatura	celcius	**delta 3 °C	**delta 3 °C	**delta 3 °C
INORGÁNICOS				
Amoniaco	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

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR		
		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)
Mercurio total	mg/L	0,00094	0,0001	0,0001
Níquel total	mg/L	0,0082	0,1	0,1
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	**	0,07 - 0,28	0,3
Plomo total	mg/L	0,0081	0,0081	0,0081
Silicatos (Si-Si O ₃)	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
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	* ≤14 (área aprobada)	≤30	1000
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	* ≤88 (área restringida)		

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 BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
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 Oxígeno	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 (6+)	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
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
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	0,001
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrin	ug/L	0,004

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloripoxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
Biológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helmintos	huevos/litro	<1	<1(1)
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente	Ausente
PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES			
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR	
Fisicoquímicos			
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	<=5000	
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	Unidades 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	
Niquel	mg/L	0,2	
Plata	mg/L	0,05	
Plomo	mg/L	0,05	
Selenio	mg/L	0,05	
Zinc	mg/L	24	
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	
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,03	
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3	
DDT	ug/L	1	
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7	
Endosulfán	ug/L	0,02	

Endrin	ug/L	0,004
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloropóxido	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
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100
Huevos de Helminths	huevos/litro	<1
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	
<i>Vibrio cholerae</i>	Ausente	

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

PARÁMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	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	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	unidad	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-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28
INORGÁNICOS						
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6		----	----
Niquel	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 (H2S 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
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	1 000	2 000		1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	2 000	3 000		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 mL

Ausente: No deben estar presentes a concentraciones que sean detectables por olor, que afecten a los organismos acuáticos comestibles, que puedan formar depósitos de sedimentos en las orillas o en el fondo, que puedan ser detectados como películas visibles en la superficie o que sean nocivos a los organismos acuáticos presentes.

ANEXO 3.

Norma Técnica ISO 5667-10 2001: CALIDAD DEL AGUA.
parte 10: Guía para el muestreo, preservación y manejo de
muestras.

ESTÁNDAR INTERNACIONAL

**ISO
5667 -10
Primera Edición
2008 – 11 – 15**

**Calidad del agua
Muestreo**

**Parte
10:
Guía de muestreo de aguas
residuales**

ISO 5667 – 10: 2008 (E)

Prólogo

ISO (la Organización Internacional para la Estandarización) es una organización mundial de organizaciones nacionales de estandarización (organizaciones miembros de la ISO). El trabajo de preparación de Estándares Internacionales es normalmente realizado a través de los comités técnicos de la ISO. Cada organización miembro interesada en un tópico para el cual un comité técnico ha sido establecido tiene el derecho de ser representado en dicho comité. Organizaciones Internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, junto con la ISO, también toman parte en el trabajo. La ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC en inglés) en todos los temas de estandarización electrotécnica.

Las versiones adoptadas de los Estándares Internacionales por parte de los comités técnicos son puestas en circulación entre las organizaciones miembro para la votación. Para ser publicada como Estándar internacional, se requiere aprobación de por lo menos un 75 % de las organizaciones miembro que emiten su voto.

El Estándar Internacional ISO 5667 – 10 fue preparado por el Comité Técnico ISO/TC 147, Calidad del Agua, Sub-Comité SC 6, Muestreo (métodos generales)

La ISO 5667 consiste de las siguientes partes, bajo el título general Calidad del Agua – Muestreo:

- Parte 1: Guía de diseño de programas de muestreo
- Parte 2: Guía de técnicas de muestreo
- Parte 3: Guía de preservación y manejo de muestras
- Parte 4: Guía de muestreo en lagos, naturales y artificiales
- Parte 5: Guía de muestreo de agua potable y agua usada para el procesamiento de alimentos y bebidas.
- Parte 6: Guía de muestreo de ríos y vertientes.
- Parte 7: Guía de muestreo de agua y vapor en plantas de ebullición
- Parte 8: Guía de muestreo de deposiciones húmedas
- Parte 9: Guía de muestreo de aguas marinas.

© ISO 2008

Todos los derechos reservados

- Parte 10: Guía de muestreo de aguas residuales
- Parte 11: Guía de muestreo de aguas subterráneas
- Parte 12: Guía de muestreo de sedimentos

Anexar formulario A, parte integral de esta parte de la ISO 5667

Introducción

Esta parte de la ISO 5667 es una de un grupo de estándares que tienen que ver con el muestreo de tipos específicos de agua. Debería leerse en conjunto con la ISO 5667-1, ISO 5667-2 e ISO 5667-3.

La terminología general utilizada está acorde con las varias partes de la ISO 6107, particularmente, la ISO 6107-2.

Calidad del Agua – Muestreo

Parte 10:

Guía de muestreo de aguas residuales

1 Alcance

Esta parte de la ISO 5667 contiene detalles del muestreo de agua residuales domésticas e industriales, por ejemplo, el diseño de programas de muestreo y técnicas para la toma de muestras. Abarca las aguas residuales en toda su extensión, por ejemplo: aguas residuales industriales, aguas residuales domésticas, crudas y tratadas.

El muestreo de derrames accidentales no es incluido, a pesar de que en ciertos casos los métodos descritos podrían ser aplicables.

1.1 Objetivos

Un programa de muestreo puede ser basado en varios objetivos diferentes. Algunos de los objetivos más comunes son:

- ⊗ Determinar la concentración de contaminantes en una corriente de aguas residuales
- ⊗ Determinar la carga de contaminantes transportados por una corriente de aguas residuales.
- ⊗ Proveer información para la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales
- ⊗ Evaluar si los límites de concentración de la descarga dados son mantenidos
- ⊗ Evaluar si los límites de carga de la descarga son mantenidos.
- ⊗ Proveer información para el impuesto sobre descarga de aguas residuales.

Cuando se diseña un programa de muestreo de aguas residuales, es esencial que el objetivo de estudio sea conservado, para que la información resultante del estudio corresponda en gran medida a la información requerida.

Generalmente, los objetivos del muestreo son: control de calidad o caracterización de la calidad, como se describe en 1.1.1 y 1.1.2

1.1.1 Caracterización de la Calidad

Los objetivos de la caracterización de la calidad son determinar la concentración o carga de contaminantes en una corriente de aguas residuales, generalmente durante un periodo extendido de tiempo, por ejemplo, monitorear la conformidad con un estándar, determinar tendencias, proveer información sobre la eficiencia de procesos unitarios, o proveer información de cargas para la planeación y/o propósitos de diseños.

1.1.2 Control de Calidad

El objetivo del control de calidad puede ser uno de los siguientes:

- a) Proveer información para la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales a corto o largo plazo (por ejemplo, control del crecimiento de la biomasa en unidades de lodos activados, control de procesos de digestión anaeróbica, control de plantas de tratamiento de efluentes industriales)
- b) Proveer información para la protección de plantas de tratamiento de aguas residuales (por ejemplo, proveer plantas de aguas residuales domésticas con protección contra

efectos nocivos de efluentes industriales, para identificar las fuentes de residuos de efluentes industriales indeseables)

- c) Proveer información para el control de la contaminación (por ejemplo, controlar las operaciones de confinamiento en tierra, mar o cursos de agua)

2 Referencias normativas

Los siguientes estándares contienen provisiones, las cuales, a través de la referencia en este texto, constituyen suplementos a esta parte de la ISO 5667. En el momento de la publicación, las ediciones indicadas eran válidas. Todos los estándares están sujetos a revisión, y las partes que están sujetas a acuerdos basados en esta parte de la ISO 5667, son animadas para investigar la posibilidad de aplicar a las más recientes ediciones de los estándares indicados abajo. Miembros del IEC y de la ISO mantienen registros de Estándares Internacionales válidos en la actualidad.

ISO 2602:1980, *Interpretación estadística de los resultados obtenidos – Estimación de la media – Intervalo de confiabilidad*

ISO 2854:1976, *Interpretación estadística de la información – Técnicas de estimación y pruebas relativas a medias y varianzas*

ISO 5667-1:1980, *Calidad del agua – Muestreo – Parte 1. Guía sobre diseño de programas de muestreo*

ISO 5667-2:1991, *Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo*

ISO 5667-3:1985, *Calidad del agua – Muestreo – Parte 3: Guía de preservación y manejo de muestras*

ISO 5667-5:1991, *Calidad del agua – Muestreo – Parte 5: Guía sobre muestreo de agua potable y agua usada para elaboración de alimentos y bebidas*

ISO 6107-2:1989, *Calidad del agua – Vocabulario – Parte 2.*

3 Definiciones

Para los propósitos de esta parte de la ISO 5667, las siguientes definiciones, tomadas de la ISO 6107-2, son aplicadas.

3.1 Muestra compuesta: Dos o más muestras (o sub muestras), mezcladas juntas en proporciones conocidas adecuadas (discreta o continuamente), de la cual el resultado promedio de una deseada característica pueda ser obtenido. Las proporciones generalmente se basan en el tiempo o en las medidas de flujo.

3.2 Línea de Muestreo: El conducto que va desde la sonda de muestreo hasta el punto de llegada de la muestra o del equipo analizante.

3.3 Punto de Muestreo: La posición precisa dentro de un lugar de muestreo, donde las muestras son tomadas.

3.4 Muestra puntual: Una muestra discreta tomada al azar (con relación al tiempo y/o a la localización) de un cuerpo de agua.

4 Equipo de Muestreo

4.1 Contenedores de muestras

El laboratorio responsable de analizar las muestras debería ser consultado acerca del tipo de contenedores que deberían ser usados para la colección de muestras, almacenamiento y transporte.

La ISO 5667-2 y la ISO 5667-3 contienen información detallada de la selección de contenedores de muestras.

Los contenedores de muestras, necesitan prevenir pérdidas debidas a la adsorción, a la volatilización y a la contaminación por sustancias extrañas.

Los factores deseables a ser tomados en cuenta para la selección de los contenedores de muestras son:

- ⊃ Alta resistencia a roturas
- ⊃ Buena eficiencia de sellado
- ⊃ Fácil de reabrirlos
- ⊃ Buena resistencia a temperatura extremas
- ⊃ Tamaño, forma y masa prácticos
- ⊃ Buen potencial para limpieza y reuso

- ⊃ Disponibilidad y accesible (costo)

Para el muestreo de aguas residuales, los contenedores plásticos son recomendados para la mayoría de analitos. Algunas excepciones existen cuando solo deberían ser usados contenedores de vidrio, por ejemplo, cuando deben hacerse los siguientes análisis:

- ⊃ Aceites y grasas
- ⊃ Hidrocarburos
- ⊃ Detergentes
- ⊃ Pesticidas

Si se va a coleccionar muestras esterilizadas o desinfectadas de aguas residuales, deberían usarse contenedores esterilizados y aparatos de muestreo (para un ejemplo, ver la ISO 5667-5).

4.2 Tipos de aparatos

4.2.1 Equipo de muestreo manual

El equipo más simple usado para tomar muestras de efluentes consiste en un balde, una cuchara/cucharón, o un recipiente de boca ancha que puede ser montado en un soporte de una longitud apropiada. El volumen no debe ser inferior a 100 ml. Cuando el muestreo manual se emplee para la preparación de muestras compuestas, el volumen del balde, el cucharón o el recipiente debe estar bien definido y conocido con una precisión dentro de $\pm 5\%$. El muestreo manual también puede ser realizado con un muestreador Ruttner o un Kemmerer, que consisten de un tubo de volumen de 1 a 3 litros con una tapa con bisagras en cada extremo del tubo, u otros muestreadores que operen con principio similar.

El equipo de muestreo manual debe estar hecho de un material inerte que no tenga influencia sobre los análisis que serán llevados a cabo posteriormente (ver la ISO 5667-2).

Antes de empezar el muestreo, el equipo debe ser limpiado con detergente y agua, o siguiendo las directrices dadas por el fabricante del equipo, y finalmente enjuagado con agua. El equipo de muestreo puede ser lavado antes de usarse en la corriente de agua residual de la cual la muestra es tomada, para minimizar el riesgo de contaminación. Se debe tomar especial atención

al enjuague después de la limpieza, si es que los analitos bajo estudio son detergentes. El equipo de muestreo no puede ser lavado en la vertiente residual y ya que esto influenciará los análisis que se llevarán a cabo posteriormente (por ejemplo, los análisis de aceites y grasas, y los análisis microbiológicos).

4.2.2 Equipo de muestreo automático

Cierto número de dispositivos comercialmente disponibles permiten que una muestra o varias series de muestras diferentes sean colectadas automáticamente. Generalmente estos dispositivos son más fáciles de transportar y pueden ser usados para cualquier tipo de agua residual. Primeramente solo dos tipos de muestreadores automáticos están disponibles, llamados "proporcional al tiempo" y "proporcional al flujo" (ver la ISO 5667-2), pero algunos de los muestreadores tienen ambas modalidades incorporadas. El muestreador puede basarse en los siguientes principios de colección de muestras:

- ⊃ Una bomba en cadena (bomba paternóster)
- ⊃ Aire comprimido y/o aspiradora
- ⊃ Corriente continua del efluente
- ⊃ Bombeo (a menudo por promedios de una bomba peristáltica)

Ningún principio simple puede ser recomendado como apropiado para todas las situaciones de muestreo. Cuando se selecciona un equipo de muestreo, los siguientes aspectos deberían ser tomados en consideración, y el usuario debería determinar la importancia relativa de cada aspecto cuando se establecen los requerimientos para una aplicación específica de muestreo.

- a) El muestreador debe ser capaz de tomar muestras compuestas pesadas por tiempo, por ejemplo, muestreo sobre diferentes intervalos de tiempo de la actividad de flujo para velocidades (tasas) constantes de flujo.
- b) El muestreador debe ser capaz de tomar una serie de muestras discretas, tomadas a intervalos fijos, manteniéndolas en contenedores individuales. Por ejemplo, cuando se llevan a cabo estudios diurnos para identificar periodos picos de carga

- c) El muestreador debe ser capaz de tomar una sucesión de muestras en periodos cortos, manteniéndolas en contenedores separados. Esto también puede ser útil en el monitoreo de periodos específicos de interés.
- d) El muestreador debe ser capaz de tomar muestras compuestas pesadas en el flujo, por ejemplo tomar volúmenes variables de muestra dependiendo del flujo de la vertiente por un periodo de tiempo fijado. Esta facilidad puede ser útil cuando se llevan a cabo estudios de carga de substratos.
- e) El muestreador debe ser capaz de tomar una sucesión de muestras pesadas en el flujo, manteniendo cada una en contenedores individuales. Esto puede ser útil cuando se trata de identificar periodos de carga variable de los substratos, cuando la información necesita ser correlacionada con los ritmos variables de flujo.
- Los aspectos listados en los ítems a) a la e) se refieren a los tipos de muestra que se colectan de acuerdo a 5.3.1. Adicionalmente el usuario debe buscar los siguientes atributos cuando se escoge un equipo de muestreo, a menos que algunas de las circunstancias dictadas no sean necesarias, particularmente la habilidad de tomar muestras de una tubería o cloaca presurizadas.
- f) La habilidad del muestreador de levantar muestras a la altura requerida para cualquier situación escogida.
- g) Construcción resistente y mínimo de componentes funcionales
- h) Mínimo número de partes expuestas o sumergidas en agua
- i) El muestreador debe ser resistente a la corrosión y las partes eléctricas deben ser protegidas contra la acción del hielo, la humedad o una atmósfera corrosiva.
- j) El muestreador debe ser de un diseño simple y de fácil mantenimiento, operación y limpieza
- k) La línea de muestreo del punto de toma de muestra debe tener un diámetro interno mínimo de 9 mm para minimizar el riesgo de taponamiento, adicionalmente, el punto de muestreo debe ser protegido a fin de evitar taponamiento en la parte inferior de la toma de muestra.
- l) La velocidad de entrada de líquidos en el punto de toma de muestras debe ser de al menos 0.5 m/s, para prevenir la separación de fases en la línea de muestreo y la cámara de medición
- m) La habilidad de purgar líneas de muestreo para recibir muestras frescas.
- n) La precisión y exactitud de volúmenes liberados debe ser de al menos 5 % del volumen previsto.
- o) El intervalo de tiempo entre muestras discretas debe ser ajustable entre 5 min a 1 hr.
- p) Los contenedores de muestras y los conjuntos de tubos deben ser tales que puedan ser fácilmente desprendidos, limpiados y reemplazados en el aparato de muestreo.
- q) Puede ser necesario para el muestreador proveer compartimientos íntegros para el almacenamiento de contenedores en la oscuridad a 0 a 4°C durante todo el periodo de muestreo, y permitir la adición de preservativos químicos a los contenedores de muestras antes o durante el periodo de muestreo
- r) Los muestreadores portables deben ser livianos, capaces de ser protegidos contra forzamiento y vandalismo, ser resistentes a las inclemencias del tiempo y a ser operados bajo un amplio rango de condiciones ambientales.
- s) Los muestreadores deben ser capaces de operar durante periodos de muestreo lo suficientemente largos sin mantenimiento (por varios días)
- t) Los muestreadores deben ser intrínsecamente libres de chispas para disminuir el riesgo de una explosión, particularmente en áreas donde el metano o

los solventes orgánicos volátiles pueden encontrarse.

- u) Puede ser necesario que el muestreador opere mientras toma muestras de tuberías presurizadas, y este factor debería ser considerado antes de hacer una elección final del tipo de máquina.

Cuando se elige un equipo de muestreo, el usuario debe tener en mente que la operación manual debe ser de fácil lectura, y en un lenguaje que sea entendible y apropiado para el operador. La disponibilidad de servicios post-compra y de repuestos también debe ser considerada. Finalmente, es imperativo que los requerimientos del equipo para el suministro de energía eléctrica o aire comprimido corresponda a la disponibilidad de servicios con la que cuente la localización donde se planea usar el equipo.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD – Los requerimientos locales para la seguridad deben ser observados todo el tiempo (Ver cláusula 6.)

5.1.1 Descripción general

Esta parte de la ISO 5667 discute las técnicas de muestreo que pueden ser llevadas a cabo en diversos tipos de lugares de muestreo, por ejemplo:

- a) Dentro de plantas industriales (por ejemplo entre corrientes de residuos no tratadas)
- b) Puntos de descarga de plantas industriales (residuos combinados sin tratamiento)
- c) En sistemas de alcantarillado urbano, incluyendo tubería presurizadas y sistemas de gravedad;
- d) Dentro de plantas de tratamiento de aguas residuales;
- e) Salidas de plantas de tratamiento de aguas residuales.

En todos los casos, es esencial que el lugar seleccionado sea representativo de la vertiente de residuos a ser examinada.

Para la selección de puntos de muestreo en el alcantarillado, un estudio del mismo debe ser llevado a cabo inicialmente. Por medio del estudio de planos del sistema de alcantarillado,

posibles puntos de muestreo pueden ser identificados. Subsecuentemente, una inspección in situ, incluyendo el uso de estudios de trazadores químicos, los necesarios, deben ser llevados a cabo para asegurarse que las localizaciones de las tuberías y el recorrido de la vertiente de residuos correspondan a los planos, además, debe asegurarse que las localizaciones seleccionadas sean representativas del propósito del muestreo.

La referencia debe ser hecha a la ISO 5667-1 para “Guía en la planificación de programas de muestreo”

5.1.2 Muestreo de tuberías, canales y bocas de alcantarilla

Antes de muestrear, la localización de muestreo escogida debe ser limpiada para remover escamas, residuos, filmes de bacterias, etc., de las paredes.

La localización escogida, debe coincidir con el lugar donde el efluente tenga un elevado flujo turbulento, para asegurar buen mezclado. A menudo, la inaccesibilidad, carencia de un sitio seguro o la inexistencia de una fuente de poder puede vetar el uso de los mejores sitios.

Considerando que los canales del efluente son generalmente diseñados para hacer frente a condiciones de descarga de agua de tormenta, y/o a flujos mayores de los esperados, el flujo laminar puede llegar a presentarse con frecuencia. En la ausencia de una localización con flujo turbulento, dichas características deben ser inducidas restringiendo el flujo, con un baffle o una rejilla. La restricción debe hacerse de tal modo que la sedimentación por encima de la misma no ocurra. El punto de muestreo debe estar ubicado siempre corriente-abajo desde la restricción y, como regla general, debe estar localizado a por lo menos tres veces el diámetro de la tubería corriente-abajo de la restricción. El recodo de la muestra preferentemente debe apuntar la dirección del flujo, pero puede apuntar contrariamente si es que se dan muchos taponamientos (ver también 4.2.2 l))

Nota 1. Si la muestra es buena justo por corriente arriba del obstáculo, entonces la toma de muestras debe ser llevada allí, cuidando que los sedimentos no sean

muestreados y asegurándose que la toma de muestras se mantenga debajo del nivel líquido.

Cada vez que sea posible, deben establecerse localizaciones de muestreo permanentes, tomándose el cuidado de asegurar condiciones reproducibles de muestreo.

Antes de proceder con el muestreo de descargas industriales, las condiciones dentro de la planta, (Ej. Velocidad de los procesos y de producción) debe ser anotadas y registradas junto con cualquier peligro potencial, por ejemplo, suelos excesivamente húmedos.

Como regla general, el punto de muestreo debe ser un tercio de profundidad de la altura de agua que fluye por debajo de la superficie del agua.

5.1.3 Plantas de tratamiento de aguas residuales

Cuando se escogen puntos de muestreo para plantas de tratamiento de aguas residuales, una vez más, es importante referirse al objetivo del programa de recolección de información, del cual el muestreo es una parte.

Los objetivos típicos son:

- El control de la performance de toda la planta de tratamiento: las muestras deben ser colectadas a las entradas y salidas principales
- El control de operación de las unidades de procesamiento individual, o grupos de unidades: las muestras deben ser tomadas a la entrada y salida de la unidad en cuestión.

Cuando se muestrean las entradas a la planta, el objetivo del programa de muestreo debe ser cuidadosamente considerado. En algunas situaciones, podría ser necesario muestrear aguas residuales crudas mezcladas con líquidos procesados reciclados (por ejemplo, en la evaluación de descarga y eficiencia de tanques de sedimentación primarios). En otros casos, puede ser necesario excluir el efecto de estos líquidos (por ejemplo, cuando se recolecta información concebida para estimar descargas industriales o domésticas a una planta, o para asistir un control de efluentes industriales)

El muestreo representativo es normalmente facilitado al utilizar localizaciones aguas-abajo de una canaleta o vertedero de medición (ver 5.1.2)

Cuando se muestrea efluentes resultantes de procesos empleando más de una unidad de tratamiento individual (por ejemplo varios tanques de sedimentación) se debe tener cuidado en asegurar que la muestra sea más representativa del efluente total, más que de una unidad de tratamiento específica (a menos que la unidad forme la base de un estudio específico)

Se necesita hacer revisiones frecuentes a las localizaciones de muestreo de una planta, para asegurar que cualquier cambio relevante en la operación de procesos unitarios sea tomado en cuenta al muestrear. Por ejemplo, la operación de filtro percolado puede ser cambiada de una operación de "paso simple", a una operación de "recirculación" o "doble filtración alternada", las operaciones de tratamiento en planta pueden involucrar cambios en el modo en el cual se suministran o retornan licores a la planta (por ejemplo, el retorno de aguas residuales de tanques de tormenta, cambios en la posición en la cual los lodos en proceso son reciclados a la planta de tratamiento)

Cuando sea que se este realizando un muestreo de aguas residuales, se debe tener mucho cuidado de sobre o subestimar la sustancial heterogeneidad causada por sólidos suspendidos que se presentan con frecuencia. De forma similar, se debe encontrar la estratificación térmica de las vertientes de efluentes industriales cuando se muestrea efluentes o descargas de procesos industriales, y se deben tomar las medidas para promover la mezcla de dichas vertientes antes del muestreo.

5.1.4 Muestreo cualitativo

Puede ser necesario realizar el muestreo de la superficie por medio de un raspaje superficial, para obtener información cualitativa acerca de la emulsión y del material flotante. Los jarros de boca ancha son contenedores recomendables, pero la guía debe ser provista por el laboratorio receptor de la muestra.

5.2 Frecuencia y tiempo de muestreo

5.2.1 Aspectos generales

Esta subcláusula tiene que ver con la frecuencia de muestreo, el número de muestras a ser tomadas, la duración del periodo de muestreo, y el tiempo en el cual cada muestra debe tomarse.

5.2.2 Número de muestras

La sección 3 de la ISO 5667-1:1980 da instrucciones generales del tiempo y la frecuencia del muestreo. Esta subcláusula contiene instrucciones más específicas para el muestreo de aguas residuales.

La concentración de varios analitos/parámetros en un efluente varía debido a cambios aleatorios y sistemáticos. La mejor solución técnica, para determinar los valores verdaderos, sería usar un instrumento en línea automático que provea análisis continuos de los analitos en los que se tiene interés. Sin embargo, esta solución es rara vez aplicable, debido a que la instrumentación recomendable para los analitos/parámetros de interés es inapropiada para aplicaciones de campo, no está disponible o es demasiado costosa.

Por esta razón, los análisis de aguas deben estar apoyados en muestras tomadas en intervalos regulares durante un cierto periodo (un periodo de control). Las muestras deben ser compuestas, a menos que las determinaciones que deben ser llevadas a cabo prohíban el uso de una muestra de dicha clase. La elección del número necesario de muestras a ser tomadas durante cada periodo de control debe ser decidido en base a técnicas estadísticas (ver la ISO 2602, la ISO 2854 y la ISO 5667-1)

5.2.3 Tiempo de muestreo

El objetivo de un programa de muestreo normalmente determina cuando y como es colectada una muestra.

Generalmente, cuando se muestrea aguas residuales y sus efluentes, es normal permitir las siguientes variaciones de calidad de los recursos:

- a) Variaciones diurnas (variación dentro del mismo día)
- b) Variaciones entre días de la semana
- c) Variaciones entre semanas
- d) Variaciones entre meses y estaciones
- e) Tendencias

Si la variación diurna es pequeña o nula, o si se presentan variaciones entre días, entonces el tiempo específico del día o de la semana para el muestreo es relativamente poco importante. La solución entonces es realizar muestreos eventuales a lo largo del año, pero en cualquier momento del día o de la semana (el tiempo debe ser escogido a conveniencia)

Si la identificación de la naturaleza y la magnitud de la descarga pico es importante, el muestreo debe ser restringido a aquellos periodos en el día, semana o mes cuando se sabe que se presentan los picos de descarga.

Puede ser muy importante relacionar los tiempos de muestreo con el proceso particular cuando se considera que las descargas de efluentes industriales son estacionales u operadas en una base a un proceso por lotes. En cualquier caso, la descarga no será continua y para el programa de muestreo se deberá tomar esto en cuenta.

El muestreo para la detección de tendencias requiere ser cuidadosamente planeado. Por ejemplo, cuando se detectan tendencias en una base mensual, es apropiado muestrear siempre en el mismo día de la semana, de tal manera que cualquier variación diurna o diaria sea eliminada del total de la variabilidad total de la información, y por tanto, permitiendo que las tendencias sean detectadas más eficientemente.

Cuando el número de muestras ha sido decidido, acorde a 5.2.2, los tiempos de muestreo deben ser determinados. Normalmente, las muestras deben ser tomadas en intervalos fijos durante todo el periodo de control. El periodo de control puede ser de un año, un número de meses o semanas, o incluso, periodos de tiempo aún más cortos.

Si el periodo de control cubre un año, los días de muestreo pueden ser determinados de acuerdo a la fórmula (1) para un número de

muestras n , mayor que 25 y de la fórmula (2), para un número de muestras menor a 25.

La fórmula (1) indica el número de días durante los cuales el muestreo debe tomar lugar.

$$A + \frac{365}{n}, A + \frac{365 \times 2}{n}, A + \frac{365 \times 3}{n}, \dots, A + \frac{365 \times n}{n} \quad (1)$$

Dónde:

n : es el número de muestras
 A: es un número aleatorio en el intervalo entre $-365/n$ y 0

La fórmula (2) indica el número de semanas durante las cuales el muestreo debe tomar lugar. El día de cada semana debe ser determinado para que las muestras sean tomadas en cada día de semana.

$$B + \frac{52}{n}, B + \frac{52 \times 2}{n}, B + \frac{52 \times 3}{n}, \dots, B + \frac{52 \times n}{n} \quad (2)$$

Donde:

n : es el número de muestras
 B: es un número aleatorio en el intervalo entre $-52/n$ y 0

Fórmulas similares pueden ser usadas para otros periodos de control, por ejemplo, un mes, tres meses, 6 meses, etc. El periodo escogido debe cubrir toda variación de temporada.

Después de determinar los intervalos y el número de días o semanas, se debe asegurar que el muestreo no tenga ningún riesgo de error sistemático, por ejemplo, al tomar siempre muestras un día específico, o al omitir sistemáticamente días particulares de la semana.

5.2.4 Duración de cada periodo de muestreo

Esta cláusula tiene que ver con la selección del periodo sobre el cual se debe tomar una muestra compuesta. Cuando se selecciona el periodo, se deben considerar dos factores:

- El objetivo del muestreo. Por ejemplo, puede ser necesario estimar la carga orgánica promedio en un flujo, sobre varios periodos de 24 horas, en tal caso, las muestras compuestas de flujo proporcional serán adecuadas.
- La estabilidad de la muestra. En el ejemplo dado en a), podría no necesariamente ser práctico extender el periodo de composición más de 24 horas, ya que el componente orgánico de la muestra bajo estudio podría deteriorarse.

El periodo total de muestreo puede variar desde unas pocas horas, cuando se monitorean trazas de componentes orgánicos volátiles a varios días, cuando se monitorean especies inorgánicas estables.

La estabilidad de la muestra a menudo puede limitar la duración del periodo de muestreo. En tales casos, debe hacerse referencia a las técnicas analíticas específicas a ser empleadas, y el laboratorio receptor debe ser consultado, para que se usen medidas de preservación adecuadas. La subcláusula 5.4 de la ISO 5667-3 brinda más detalles en la preservación y almacenamiento de las muestras.

5.3 Selección del método de muestreo

5.3.1 Tipos de muestreo

Es común distinguir entre dos tipos de muestreo:

- De muestras puntuales;
- De muestras compuestas.

5.3.1.1 Muestras puntuales

En una muestra puntual, todo su volumen es tomado de una vez. Las muestras aleatorias son útiles para determinar la composición del agua residual en un determinado momento. En casos

con pequeñas variaciones en el volumen y la composición de la vertiente de residuos, una muestra aleatoria puede ser representativa de la composición durante un periodo más largo.

El muestreo puntual es esencial cuando el objetivo del programa de muestreo es estimar el cumplimiento de estándares no relacionados con la calidad promedio. En casos donde el cumplimiento de la calidad es juzgado sobre la base de una calidad promedio del efluente, se deberían usar muestras compuestas siempre.

Para ciertas determinaciones, se pueden usar solo muestras aleatorias. Por ejemplo este el caso con aceites y grasas, OD, cloruros y sulfuros. De aquí que los resultados serán diferentes si el análisis no es desarrollado (o empezado) inmediatamente después de coleccionar la muestra, y si el total de volumen de muestra no es usado a tiempo. Muestras aleatorias simples son usualmente tomadas manualmente, pero también pueden ser tomadas con equipo de muestreo automático.

5.3.1.2 Muestras compuestas

Las muestras compuestas son preparadas al mezclar un número de muestras aleatorias o al coleccionar fracciones continuas de la corriente de agua. Hay dos tipos de muestras compuestas:

- a) Muestras ponderadas por tiempo
- b) Muestras ponderadas por flujo

Las muestras compuestas ponderadas por tiempo consisten de muestras simples que son iguales al volumen tomado en intervalos constantes durante el periodo de muestreo.

Las muestras ponderadas por tiempo son apropiadas cuando el promedio de aguas residuales o la calidad del efluente son de interés (por ejemplo cuando se determina la conformidad con un estándar basado en la calidad promedio, o cuando se determina la intensidad promedio del agua residual para propósitos de diseño de procesos, y en casos con un constante flujo de la corriente de agua residual)

Las muestras compuestas ponderadas por flujo consisten en muestras simples tomadas y

mezcladas de tal modo que el volumen de la muestra es proporcional al flujo del efluente o al volumen durante el periodo de muestreo (ver la ISO 5667-2). Las muestras compuestas ponderadas por flujo deben ser usadas cuando la determinación de cargas de contaminantes es el objetivo del muestreo (por ejemplo, la carga de DBO de una planta de tratamiento de aguas residuales, el porcentaje de remoción de sólidos, carga de los nutrientes, y otros parámetros del medio)

Una muestra compuesta pesada por flujo puede ser tomada a intervalos constantes, pero con volúmenes de muestra variables que son proporcionales al flujo en el tiempo de muestreo; o como muestras aleatorias de igual volumen que son tomadas en el momento en el que se las cantidades mezcladas del efluente han pasado del punto de muestreo.

En ambos tipos de muestras, cada una de las muestras simples debe tener un volumen mayor a 50 ml. Normalmente es recomendable que las muestras simples tengan un volumen de 200 a 300 ml, para que sea posible coleccionar muestras representativas.

5.3.2 Mediciones continuas

Como una alternativa de muestreo y análisis, se pueden efectuar mediciones continuas en un cierto número de casos. Las mediciones continuas pueden hacerse directamente en la corriente de agua residual, o en un circuito de muestra. Las mediciones son realizadas utilizando electrodos o equipos analíticos automáticos provistos con un registrador o colector de información. Donde sea técnicamente posible y económicamente justificado, el uso de esta técnica puede proveer información considerable acerca de aplicaciones de tratamiento de aguas residuales, ya que las extensas variaciones presentes en las aguas residuales pueden ser generalmente bien cuantificadas. Aunque el rango de equipamiento disponible para el monitoreo continuo de aguas residuales es limitado, hay cierto número de aplicaciones donde esta técnica puede ser competitiva, con las técnicas de muestreo (por ejemplo la medición de pH, temperatura, OD)

5.4 Preservación de las muestras, transporte y almacenado

La ISO 5667-3 da detalles de cómo preservar, transportar y almacenar las muestras para análisis de aguas.

La manera más común de preservar muestras de aguas residuales es la refrigeración a una temperatura entre 0 y 4°C. Cuando las muestras son enfriadas a esta temperatura y almacenadas en la oscuridad, la mayoría está normalmente estable hasta por 24 h. Más detalles pueden ser hallados en la ISO 5667-3.

Para algunos parámetros/analitos, se puede obtener larga estabilidad mediante el congelamiento (debajo de -18°C)

Cuando se colecta muestras compuestas durante periodos extendidos, la preservación debe ser una parte integral de la operación de muestreo.

Puede ser necesario usar más de un dispositivo de muestreo, para permitir la toma de muestras preservadas y sin preservar.

El laboratorio responsable de analizar las muestras siempre debe ser consultado acerca de la selección del método de preservación, y del subsecuente transporte y almacenamiento.

6 Aspectos de seguridad del muestreo

La cláusula 7 de la ISO 5667-1:1980 presenta guía generales acerca de precauciones de seguridad. Sin embargo, estas líneas, al igual que las guía en esta parte de la ISO 5667, no pueden ser substituidas por reglas ni regulaciones locales y/o nacionales.

6.1 Cuando se trabaja en alcantarillas, pozos sépticos, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento de aguas residuales, se debe tener cuidado de lo siguiente:

- a) Peligro de explosión causado por la mezcla de gases explosivos en el sistema de alcantarillado;
- b) Riesgo de envenenamiento a causa de gases tóxicos, por ejemplo, sulfuro de

hidrógeno (H₂S) y monóxido de carbón (CO);

- c) Riesgo de sofocación causado por la falta de oxígeno
- d) Riesgo de contagio de enfermedades causado por organismos patogénicos presentes en el agua residual;
- e) Riesgo de lesiones físicas debidas a caídas o resbalones
- f) Riesgo de ahogarse
- g) Riesgo de impacto por objetos que caen

6.2 Antes de entrar a un espacio confinado, los siguientes procedimientos deben observados, ambos al inicio y al final.

- a) Revisar si hay algún riesgo de explosión usando un explosímetro o un dispositivo similar.
- b) Revisar la presencia de H₂S y CO, y la de tantos otros gases tóxicos como sea necesario, usando un detector de gases adecuado.
- c) Cerciorarse que el nivel de oxígeno sea suficiente (alrededor de 20% V/V)

Si estas revisiones muestran que las condiciones de trabajo no son aceptables, la alcantarilla o la boca de alcantarilla deben ser ventiladas hasta que se alcancen condiciones adecuadas de trabajo. Entonces el trabajo puede proseguir, tomando en cuenta lo siguiente.

- d) No entrar en un espacio confinado a menos que haya suficientes personas afuera del espacio para llevar a cabo un rescate de ser necesario. Cada persona que entra al espacio confinado debe vestir adjunto un arnés completo de rescate con línea (cuerda) de seguridad al exterior. Todo el personal debe estar en comunicación directa en todo momento.

- e) Cualquier persona que entre en una boca de alcantarilla o en un espacio confinado debe llevar aparatos de respiración auxiliar, aún cuando la atmósfera en el espacio ha sido revisada antes de entrar. Por lo menos dos miembros del equipo de rescate exterior también deben tener el aparato de respiración a la mano, en caso de tener que llevar a cabo un rescate.
- f) Se debe vestir ropa recomendada para protección, incluyendo overoles, botas de goma, guantes y cascos de seguridad.
- g) Mientras cualquier persona esté en un espacio confinado, se debe tener equipamiento de monitoreo atmosférico apropiado. Si este equipo indica que se han desarrollado condiciones atmosféricas inseguras, entonces, todas las personas que se encuentren en el espacio confinado deben abandonarlo inmediatamente. El espacio confinado debe ser ventilado hasta que sea seguro que la atmósfera es apta para la respiración.
- h) Deben ser observados altos estándares para la higiene del personal en todas las ocasiones mientras exista la posibilidad de contacto con el agua residual. Una persona no debe comer, beber o fumar hasta que haya sido limpiado cuidadosamente. La ropa y el equipo también deben ser lavados y desinfectados después de su uso.

6.3 En muchos países hay requerimientos legales de vacunación de las personas que tienen contacto con las aguas residuales. Dichos requerimientos deben ser cumplidos por el personal involucrado en el muestreo de aguas residuales.

6.4 El muestreo en áreas urbanas normalmente tomará lugar en las alcantarillas y bocas de alcantarilla en las calles. En dichos lugares el tráfico es un serio peligro. Es necesario interferir el tráfico, se deben llegar a acuerdos con la policía o la autoridad local. Es esencial que se usen luces y señales de advertencia

apropiadas, Aún cuando todas las precauciones sean tomadas, el personal de muestreo debe estar siempre al tanto del peligro.

7 Identificación de muestras y registros

Una forma impresa del reporte de muestreo debe incluir la siguiente información donde corresponda:

- ⊃ Punto de muestreo
- ⊃ Designación abreviada del punto de muestreo
- ⊃ Fechas de inicio y final del muestreo
- ⊃ Tiempo de inicio y final del muestreo
- ⊃ Duración del periodo de muestreo
- ⊃ Propósito del muestreo
- ⊃ Detalles del método de muestreo
- ⊃ Detalles de tests de campo

Los aspectos característicos de cada caso individual deben ser registrados bajo "comentarios" (ver anexo A). Como regla, el investigador responsable debe determinar el programa de pruebas, el volumen de la muestra y la designación del punto de muestreo.

El reporte de muestreo debe aplicarse a puntos de muestreo, ocasionales y permanentes.

En casos apropiados, el reporte de muestreo debe estar acompañado por un bosquejo que identifique el sitio, mostrando detalles influyentes en la calidad del muestreo, como ser rutas de tráfico, edificios y el Layout de la planta, etc.

Bajo los "comentarios", deben darse detalles acerca de los ítems, como ser las condiciones de preservación y almacenamiento, con prioridad a la entrega al laboratorio, los cambios observados subsecuentemente, muestras de control tomadas por otros investigadores, presencia de testigos, y también (en caso de incidentes de contaminación y/o accidentes), la naturaleza, origen y volumen de las posibles sustancias nocivas y partes dañinas.

El anexo A da un ejemplo de un reporte de muestreo para muestras de aguas residuales domésticas e industriales.

ISO 5667-10:2008(E)

Anexo A
(Normativa)

Reporte – Muestreo de aguas residuales domésticas e industriales

Localización(es):				
Nombre(s) código(s):				
Método de muestreo: Puntual:.....				
Compuesto (dependiente de tiempo):.....				
Compuesto (dependiente del flujo):.....				
Equipamiento utilizado:.....				
Intervalo o flujo entre muestras:.....min/m ³				
Volumen de las muestras aleatorias:.....ml				
Inicio del muestreo:.....(fecha y tiempo)				
Final del muestreo:.....(fecha y tiempo)				
Método de preservación:				
Mediciones de campo:				
Test	Resultado	Unidad	Tiempo	
Calidad de los procedimientos de control de calidad:				
Comentarios acerca del muestreo:				
Nombre, fecha y firma:				

ANEXO 4.
MAPA DE TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS

