



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL RÍO MASHCÓN EN HUAMBOCANCHA BAJA Y BELLA UNIÓN DURANTE SETIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2017 Y MAYO DEL 2018”.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Saida Yojana Rodríguez Camacho

Asesor:

M.Cs. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

A mis queridos padres René y Manuela, por su amor,
apoyo incondicional y compañía a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por el regalo de la vida.

A la Universidad Privada del Norte, mi Alma Mater.

A mis docentes por impartirme sus conocimientos y experiencia académica. Una mención especial al asesor del presente estudio de investigación. Ing. Juan Carlos Flores Cerna y al Lic. Víctor Sánchez Cáceres.

A la Administración Local del Agua Cajamarca (ALA) -
Autoridad Nacional del Agua (ANA) por el apoyo brindado.

A mis amigos Enrique Vergara Ugarte y Doris Castañeda Abanto, por su apoyo al presente estudio y valiosa amistad.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | 2 |
| AGRADECIMIENTO..... | 3 |
| ÍNDICES DE TABLAS..... | 6 |
| ÍNDICES DE FIGURAS..... | 7 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1.1 Realidad problemática..... | 10 |
| 1.2 Formulación del problema | 11 |
| 1.3 Objetivos | 12 |
| 1.3.1 Objetivo general:..... | 12 |
| 1.3.2 Objetivos específicos: | 12 |
| 1.4 Hipótesis..... | 12 |
| 1.4.1 Hipótesis general..... | 12 |
| 1.4.2 Hipótesis específica..... | 13 |
| 1.5 Antecedentes | 13 |
| 1.5.1 A nivel mundial..... | 13 |
| 1.5.2 A nivel nacional. | 19 |
| 1.5.3 A nivel local. | 20 |
| 1.6 Bases teóricas | 22 |
| 1.6.1 Teoría de la calidad de agua superficial..... | 22 |
| 1.6.2 Contaminación de aguas superficiales | 24 |
| 1.6.3 Delimitación y Codificación Hidrográfica de la Cuenca Mashcón | 25 |
| 1.6.4 Hidrología Superficial del Mashcón | 26 |
| 1.6.5 Medición de los parámetros de campo..... | 27 |
| 1.6.6 Marco Legal | 28 |

| | | |
|--|--|------------|
| 1.7 | Definiciones básicas | 31 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA | | 38 |
| 2.1 | Tipo de investigación | 38 |
| 2.2 | Población y muestra (Materiales, métodos) | 38 |
| 2.2.1 | Población:..... | 38 |
| 2.2.2 | Muestra: | 38 |
| 2.2.3 | Materiales:..... | 40 |
| 2.2.4 | Método | 41 |
| 2.3 | Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos | 41 |
| 2.3.1 | Instrumentos..... | 41 |
| 2.3.2 | Análisis de datos | 42 |
| 2.4 | Procedimiento..... | 42 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | | 44 |
| 3.1 | Resultados físicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo Huambocancha Baja (RMash1) | 44 |
| 3.2 | Resultados físicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo Bella Unión (RMash2)..... | 46 |
| 3.3 | Resultados físicoquímicos y microbiológicos comparativos entre los dos puntos de monitoreo (RMash1 vs. RMash2) | 48 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | | 51 |
| 4.1 | Discusiones: | 51 |
| 4.2 | Conclusiones: | 98 |
| REFERENCIAS | | 100 |
| ANEXOS | | 106 |

ÍNDICES DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Codificación Pfafstetter de la cuenca del Mashcón..... | 26 |
| Tabla 2 Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial. | 40 |
| Tabla 3 Materiales de Laboratorio. | 40 |
| Tabla 4 Resultados físicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo (RMash1). 44 | |
| Tabla 5 Resultados físicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo (RMash2). 46 | |
| Tabla 6 Comparativa de los resultados físicoquímicos y microbiológicos (RMash1) vs (RMash2)..... | 48 |
| Tabla 7 Comparación estadística de parámetros físicoquímicos entre los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión..... | 92 |
| Tabla 8 Comparación estadística de los parámetros microbiológicos entre los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión. | 96 |

ÍNDICES DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Estaciones de monitoreo RMahs1 y RMash2 ubicados en el río Mashcón. | 39 |
| Figura 2. Variación de Oxígeno Disuelto (OD) | 51 |
| Figura 3. Variación de pH | 53 |
| Figura 4. Variación de Temperatura..... | 55 |
| Figura 5. Variación de Conductividad Eléctrica | 56 |
| Figura 6. Variación de Aceites y Grasas | 57 |
| Figura 7. Variación de Bicarbonato..... | 59 |
| Figura 8. Variación de Cianuro (CN-)..... | 60 |
| Figura 9. Variación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | 61 |
| Figura 10. Variación de Demanda Química de Oxígeno (DQO) | 62 |
| Figura 11. Variación de Detergentes Aniónicos..... | 64 |
| Figura 12. Variación de Cloruros (Cl-) | 66 |
| Figura 13. Variación de Nitritos (como N) | 67 |
| Figura 14. Variación de Sulfatos (SO ₄₋₂)..... | 68 |
| Figura 15. Variación de Aluminio (Al) | 69 |
| Figura 16. Variación de Arsénico (As)..... | 71 |
| Figura 17. Variación de Bario (Ba) | 72 |
| Figura 18. Variación de Berilio (Be)..... | 73 |
| Figura 19. Variación de Cadmio (Cd) | 74 |
| Figura 20. Variación de Cobalto (Co) | 75 |
| Figura 21. Variación de Cobre (Cu)..... | 76 |
| Figura 22. Variación de Cromo (Cr) | 77 |
| Figura 23. Variación de Hierro (Fe) | 78 |
| Figura 24. Variación de Litio (Li) | 79 |

| | |
|---|----|
| Figura 25. Variación de Manganeseo (Mn) | 80 |
| Figura 26. Variación de Mercurio (Hg)..... | 82 |
| Figura 27. Variación de Níquel (Ni)..... | 83 |
| Figura 28. Variación de Plomo (Pb)..... | 84 |
| Figura 29. Variación de Selenio (Se) | 86 |
| Figura 30. Variación de Zinc (Zn)..... | 87 |
| Figura 31. Coliformes Termotolerantes | 88 |
| Figura 32. Variación de Escherichia coli..... | 90 |

RESUMEN

El presente estudio consideró 29 parámetros físicoquímicos y 02 microbiológicos para evaluar la calidad de las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja (RMash1) y Bella Unión (RMash2) ubicados en el distrito de Cajamarca, en setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018 relacionándolos con los Estándar de Calidad Ambiental (ECA) categoría 3 subcategoría D1, según D.S 004-2017-MINAM. Los parámetros físicoquímicos y microbiológicos fueron monitoreados y analizados por la Autoridad Nacional del Agua. Se determinaron parámetros físicoquímicos (pH, conductividad eléctrica, temperatura, OD, aceites y grasas, bicarbonato, cianuro, DBO₅, DQO, detergentes aniónicos, cloruros, nitritos, sulfatos, Al, As, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Li, Mn, Hg, Ni, Pb, Se y Zn) y microbiológicos (Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*). Concluyendo que de los 29 parámetros físicoquímicos en RMash1 todos estuvieron dentro lo normado y en RMash2 estuvieron 5 sobre lo normado (aceites y grasas, DBO₅, DQO, detergentes aniónicos, Mn) y debajo de lo normado el OD; en RMash1 y RMash2 los coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* se encontraron sobre lo normado; acotando que el RMash2 es el punto de descarga de las aguas residuales de la ciudad.

Palabras Clave: Parámetros físicoquímicos y microbiológicos, ECA categoría 3 subcategoría D1, calidad de aguas, contaminación.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El agua constituye uno de los recursos naturales más valiosos y un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas. Sin embargo, el uso indiscriminado de este recurso, unido al crecimiento de la población a nivel mundial ha hecho que disminuya peligrosamente la calidad del agua de las fuentes de abasto y de los ecosistemas acuáticos naturales. Esta situación pone en peligro la disponibilidad de un recurso vital para la vida como lo es el agua. (Siew - Leng et al., 2012; Boehm y Soller, 2011, citado por Romeu 2015).

Uno de los usos del agua superficial continental está dirigido al uso agrícola de subsistencia y crianza de animales, es por ello que se debe contar con su óptima calidad en cuanto a sus propiedades químicas, físicas y biológicas, ya que su uso es sin previo tratamiento.

Las aguas superficiales están expuestas a una amplia gama de factores que pueden alterar la calidad del agua en diferentes niveles de intensidad de manera simple o compleja.

Las principales vías de entrada de contaminantes en el ambiente acuático son las aguas residuales, entre las que se incluyen las urbanas, industriales y las de origen agrícola o ganadero. Estas vías pueden experimentar distintos procesos de depuración o en algunos casos la atenuación natural, que en gran medida afecta a que prevalezcan en el ambiente (Ramírez, 2016)

En el inventario de fuentes de contaminación destaca, por una parte, los vertimientos poblacionales a lo largo de toda la cuenca y fundamentalmente donde se concentran los grandes centros poblados, que en su mayor parte vierten sin tratamiento o con sistemas de tratamiento colapsados. Otros se infiltran en el terreno lo que también supone un riesgo para las aguas subterráneas. (Autoridad Nacional del Agua, 2015).

La aportación directa de las descargas de aguas residuales de la ciudad de Cajamarca hacia el río Mashcón sin previo tratamiento, es el principal factor contaminante de sus aguas, esta realidad se suscita en el punto de monitoreo del sector Bella Unión del río en mención.

Por lo tanto, surge el interés en realizar un estudio que determine comparativamente la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los puntos de monitoreo en Huambocancha Baja y Bella Unión del río Mashcón, para evaluar la calidad del río por comparación con los estándares de calidad ambiental de las aguas categoría 3-D1 - Riego de vegetales. (DS N° 004-2017-MINAM).

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

Evaluar la calidad físicoquímica y microbiológica de las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018.

1.3.2 Objetivos específicos:

Determinar la concentración de los parámetros físicoquímicos en las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018.

Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos en las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

La calidad de las aguas del río Mashcón en los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión está dentro lo establecido por el ECA categoría 3 subcategoría D1 durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018, sin embargo, la calidad microbiológica se encuentra contaminada en los puntos mencionados.

1.4.2 Hipótesis específica

La concentración físicoquímica en los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión se encuentran dentro del ECA categoría 3 subcategoría D1, sin embargo, el punto de monitoreo Bella Unión no cumple lo normado para los parámetros DBO₅, DQO y OD durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018.

La concentración microbiológica para el parámetro coliformes termotolerantes para los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión no cumple con lo normado por el ECA categoría 3 subcategoría D1, durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018.

1.5 Antecedentes

1.5.1 A nivel mundial

Experiencias en el monitoreo ambiental: contaminación de ecosistemas dulceacuícolas de La Habana (Cuba).

En su investigación establece que uno de los problemas sanitarios más críticos en los países de América Latina y el Caribe es la descarga incontrolada de aguas residuales domésticas sin tratamiento, las cuales contaminan los recursos hídricos superficiales, subterráneos y las zonas costeras. La eliminación inadecuada de excretas, dada por la ausencia o el deficiente sistema de alcantarillado y tratamiento, están asociados a la contaminación del agua y causa numerosas enfermedades, tales como el cólera y brotes causados por microorganismos patógenos, cuya vía fundamental de transmisión es el agua,

han originado una alerta en diferentes países para tratar de prevenir estos eventos que han provocado una marcada morbilidad y mortalidad en la población mundial.

Diversos autores como Rodríguez et al. (2003) y Manafi (1994) plantean que cuando las concentraciones de *Escherichia coli* son elevadas en un ecosistema acuático, esto indica que ha tenido lugar un fuerte evento de contaminación por desechos animales y/o humanos y que el mismo tiene un carácter reciente. Sí, por el contrario, las concentraciones de *Escherichia coli* son bajas, indica que la contaminación, aunque del mismo tipo, es menos reciente o menos importante. Y si solo se detectan coliformes, pero no *Escherichia coli*, esto indica que la contaminación, aunque es reciente, tiene un origen no fecal o es de origen fecal pero lejano, de modo que los coliformes intestinales no pudieron sobrevivir.

Las elevadas concentraciones de microorganismos indicadores encontradas en estos ríos constituyen un indicativo de la posible presencia de microorganismos patógenos de transmisión hídrica. La especie *Escherichia coli* tiene una doble función en este tipo de ecosistemas contaminados, ya que además de funcionar como un indicador de contaminación fecal reciente, se debe tener en cuenta que dentro de esta especie se han descrito grupos patógenos capaces de causar enfermedades intestinales y extra intestinales en humanos y animales. Cuando las concentraciones de esta especie son elevadas en ecosistemas dulceacuícolas impactados por la contaminación, las probabilidades de que se encuentren

algunos de los grupos patógenos de *Escherichia coli* son altas, lo cual representa un elevado riesgo para la salud humana.

Por otra parte, la influencia de las precipitaciones es otro factor importante a considerar cuando se realiza un análisis de la calidad microbiológica de un ecosistema dulceacuícola (Shehane et al., 2005). En Cuba, los meses de mayo a octubre (periodo lluvioso) se caracterizan por presentar altos acumulados de precipitaciones con respecto a los meses de noviembre a abril, correspondientes al periodo poco lluvioso.

Existen diversos informes que coinciden en que las precipitaciones tienen un aporte negativo en la calidad bacteriológica de las aguas, y esto se debe en gran parte a las escorrentías, las cuales pueden arrastrar heces de animales y/o humanas con un alto contenido de bacterias patógenas o también a la infiltración de aguas residuales (Llip et al., 2001; Boehm et al., 2002).

Bezuidenhout et al. (2002) observaron un incremento en los conteos bacterianos asociados a la temperatura del agua y a la época de lluvia en el río Mhlathuze en Sudáfrica.

Algunos autores (Shehane et al., 2005; Davis et al., 2005); (Crowther et al., 2001) coinciden en plantear que durante el periodo poco lluvioso disminuye el caudal de los ecosistemas acuáticos por las pocas precipitaciones durante el periodo, lo cual contribuye a una escasa dilución de las aguas residuales que llegan a estos ecosistemas.

Sin embargo, las mayores concentraciones de microorganismos indicadores, se presentaron en el periodo poco lluvioso, fenómeno que se observó al evaluar la

calidad química y microbiológica de las aguas de tres ríos habaneros (Almendares, Quibú y Luyano) mediante diferentes parámetros físico-químicos y la cuantificación de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en un periodo de un año (junio 2013 – abril 2014).

Según los resultados obtenidos en los ecosistemas acuáticos evaluados se muestran los valores de los parámetros físico-químicos medidos en los tres ríos de la Habana durante el periodo evaluado.

Parámetros físicos – químicos:

Como se puede apreciar los valores de sólidos disueltos, conductividad y oxígeno disuelto presentaron una alta variabilidad entre los puntos muestreados.

Los valores de pH se mantuvieron en el rango permitido (7,33 a 7,60) en los diferentes puntos durante los muestreos realizados. La temperatura estuvo acorde con la época del año y la hora del día en que se tomaron las muestras, manteniéndose entre 26 y 28 °C en los muestreos, por lo que estas aguas se clasifican como hipotermales según los criterios de Castany (1971).

En cuanto a la calidad microbiológica de los ecosistemas acuáticos estudiados:

En el tramo evaluado del río Almendares las concentraciones de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, en todos los puntos de muestreo, mostraron valores superiores a los establecidos como aptos para los coliformes termotolerantes en la norma cubana 22 (1999).

Al analizar las concentraciones de los microorganismos indicadores durante los periodos poco lluvioso y lluvioso, se observó, en todas las estaciones de muestreo, que los mayores valores, tanto para los coliformes termotolerantes como para *Escherichia coli*, se obtuvieron durante el periodo poco lluvioso, con un promedio anual de $1,4 \cdot 10^6$ y $2,3 \cdot 10^5$ UFC.100 mL⁻¹ respectivamente.

Por definición, los coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* están relacionados entre sí, pues uno está incluido en el otro, por lo que las concentraciones de estos microorganismos en ecosistemas acuáticos contaminados pueden presentar una variación lineal. Sin embargo, no siempre sucede esto, ya que los valores de estos indicadores dependen de varios factores como son el escurrimiento de los suelos, los vertimientos que se realizan a estos cuerpos de agua, así como su naturaleza y la frecuencia con que se realizan los vertimientos.

La correlación positiva lineal encontrada en la presente investigación entre las concentraciones de los coliformes termotolerantes y de *Escherichia coli* en los tres ríos permite afirmar que ambas variables están fuertemente relacionadas, por lo que cualesquiera de estos indicadores podrían haber sido utilizados para la evaluación de la calidad microbiológica de estos ríos durante el periodo de estudio. (Romeu et al., 2015).

Clasificación de usos del agua en la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, México.

En su estudio discute, que la turbiedad aumentó en la época de lluvias, debido al incremento en el caudal del río Papagayo y por la presencia de hierro y

manganeso en todos los puntos de muestreo. Esto mismo ha sido reportado para los ríos Huacapa-Azul (IMTA 1998) y Atoyac (Jiménez et al., 2000).

En época de lluvias la alcalinidad se encuentra dentro de los límites normales establecidos en la normatividad (DOF 1989), aunque tiende a incrementar en la época de secas, debido a que no hay disoluciones de las aguas residuales domésticas, las cuales tienen por lo general una alcalinidad ligeramente mayor que el agua de la que provienen. La importancia de esta determinación radica, entre otros factores, en el daño que ocasiona a la población que se encuentra en contacto directo e indirecto con las aguas alcalinas y el daño a la infraestructura (Rivera et al. 2004). La DQO es un parámetro importante para medir la calidad de un sistema de agua natural, cuya importancia radica en la relación DQO/DBO₅, ya que con esta se tiene un antecedente significativo al momento de decidir el tipo de tratamiento aplicable a las aguas naturales y/o residuales (Torres Beristaín et al. 2013). A partir de los resultados obtenidos y de acuerdo con los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la calidad del agua, el oxígeno disuelto (OD) se considera aceptable en la época de secas, pero de mala calidad en la de lluvias. Este tipo de resultados reflejan una tendencia a la disminución de poblaciones de peces y crustáceos de agua dulce (Matuk et al., 1997).

Como en la mayoría de los afluentes loticos y lenticos en el estado de Guerrero y en general del país, el río Papagayo y sus ramales están fuertemente contaminados por aguas negras. Este sin duda constituye el principal problema de contaminación (Hansen y Gonzáles - Márquez 2010, Torres – Beristaín et

al. 2013). En estudios realizados para conocer la contaminación de aguas en México y otras partes de Latinoamérica, el análisis bacteriológico es un parámetro que usualmente está fuera de normatividad. (Almanzan et al., 2016).

1.5.2 A nivel nacional.

Evaluación físico - químico y bacteriológica de las aguas del río Reque – Chiclayo 2014.

En su tesis concluye que para la evaluación de la investigación de las aguas del río Reque con el objetivo de evaluar la composición físico químico y microbiológico de estas aguas y establecer si las aguas de este río están contaminadas, se procederá a determinar los parámetros de control de calidad de las aguas: pH, Turbiedad, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Cloruros, Calcio, Magnesio, Alcalinidad, Sólidos Suspendidos Totales, Sulfatos, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Temperatura, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes y compararlos con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobados según D.S. N° 002-2008-MINAM en su Categoría 3 y los límites máximos permisibles, teniendo en cuenta la Ley de Recursos Hídricos D.S. N° 29338 (Santillán, 2014).

Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac – 2016.

En su tesis concluye que existe una diferencia marcada respecto al análisis de los parámetros bacteriológicos entre el punto M-01 y M-02, lo cual demuestra

que la contaminación es aguas abajo al pasar la zona urbana del distrito Challhuahuacho.

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

Los parámetros físicoquímicos y de metales analizados en las muestras, se encontraron dentro de los límites máximos permisibles en D.S 012-2015 Estándar de Calidad Ambiental ECA para el agua Categoría 3.

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

El estado de las aguas abajo puede facilitar la proliferación de vectores y convertirse en un problema de salud, debido a la presencia excesiva de coliformes termotolerantes (16000 NMP/100mL). (Córdova, 2017).

1.5.3 A nivel local.

Caracterización de las aguas del río Mashcón y San Lucas, y del efluente de las lagunas de estabilización de la ciudad de Cajamarca con fines de evaluación ambiental, marzo - agosto del 2007.

Concluye en su tesis que en los puntos de muestreo las concentraciones de los parámetros químicos evaluados estuvieron por debajo de los valores establecidos por los ECAs respectivos, por lo que cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3 (D.S. 015-2015-MINAM), siendo

la excepción los parámetros manganeso (0,22 mg/L en promedio), DBO₅ (102,32 mg/L en promedio) y DQO (204,09 mg/L en promedio), que no cumplen con lo establecido en la categoría 3: Bebida de animales y riego de cultivos de los ECAs para agua categoría 3.

En todos los puntos de evaluación las concentraciones de los parámetros biológicos como: coliformes totales (5 654 293,2 NMP/100 mg/L) y coliformes fecales termotolerantes (5 539 983,4 NMP/100 mg/L); no cumplen con lo establecido en la categoría 3: Bebida de animales y riego de vegetales de los ECAs para agua categoría 3 (D.S. 015-2015-MINAM). (Escalante, 2018).

Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016.

Concluye en su tesis, que luego de determinar los niveles de concentración de metales pesados Al, Cd, Fe, Pb y Zn en la cuenca Mashcón – Cajamarca en base a los ECAs para agua, en el área de estudio que comprende el río Porcón y río Grande, en época de estiaje (setiembre y en época de creciente (diciembre) del año 2016. Se obtienen los siguientes resultados:

En el río Porcón, en época de estiaje el parámetro Aluminio tuvo una concentración de 0.615 mg/L y en época de creciente una concentración de 0.086 mg/L. El parámetro Cadmio en época de estiaje y en época de creciente tuvieron un resultado menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro fierro en época de estiaje tuvo una concentración de 1.021 mg/L y en época creciente una concentración de 1.680 mg/L. El parámetro plomo en época de estiaje tuvo una concentración de 0.004 mg/L; y

en época de creciente un valor menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro Zinc en época de estiaje tuvo una concentración de 0.06 mg/L; y en época de creciente una concentración de 0.027 mg/L. Por lo tanto, el único metal que se encontró por encima de los ECAs en ambas épocas de monitoreo, fue el Fierro.

En el río Grande, en época de estiaje el parámetro Aluminio tuvo una concentración de 0.045 mg/L; y en época creciente una concentración de 0.038 mg/L. El parámetro Cadmio en la época de estiaje y en época creciente tuvieron un resultado menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro Fierro en época de estiaje tuvo una concentración de 0.107 mg/L; y en época de creciente una concentración de 3.65 mg/L. El parámetro Plomo en época de estiaje y en época creciente tuvieron un resultado menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro Zinc en época de estiaje tuvo una concentración 0.067 mg/L; y en época de estiaje un valor menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). Por lo tanto, todos los metales evaluados en ambas épocas se encontraron en concentraciones normales, estando por debajo de los ECAs para agua. (Herrera et al., 2017).

1.6 Bases teóricas

1.6.1 Teoría de la calidad de agua superficial

(Sierra, 2011) Reporta que, la complejidad de los factores que determinan la calidad del agua y la gran cantidad de variables utilizadas para describir el estado de los cuerpos de agua en términos cuantitativos, es difícil dar una

definición simple de “calidad del agua”; sin embargo, puntualiza que calidad del agua se puede definir como: i) lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas y ii) la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua.

La contaminación de un ambiente acuático significa la introducción por el hombre directa e indirectamente de sustancias o energía lo cual resulta en problemas como: daños en los organismos vivos, efectos sobre la salud de los humanos, impedimento de actividades acuáticos como natación, buceo, canotaje, pesca, etc., e interferencia sobre actividades económicas como el riego, el abastecimiento de agua la industria, etc.

La descripción de la calidad del agua puede realizarse básicamente de dos formas:

1. Midiendo variables físicas (turbiedad, sólidos totales, entre otros), químicas (pH, acidez, entre otros) o biológicas (bioensayos).
2. Utilizando un índice de calidad del agua.

Ambas formas son aceptadas y las mediciones que se requieren se realizan, ya sea en el campo o en el laboratorio, y producen varios tipos de datos que luego es necesario interpretar antes de discutir propiedades y características del agua, por aspectos pedagógicos, se dice que se puede analizar la calidad del agua de acuerdo con su estado; para ello se hace distinción entre agua cruda (superficial, subterránea, marina), aguas residuales y aguas tratadas (potable).

Se puede decir que las aguas superficiales presentan condiciones que varían de una cuenca a otra, los ríos tienen características de calidad diferentes a las de los embalses y, además, la calidad del agua de las fuentes superficiales es variable con el tiempo. En cuanto a las aguas subterráneas, estas presentan condiciones de calidad más claras, pero más mineralizadas porque tienen un gran poder para disolver los estratos del suelo, principalmente aquellos terrenos ricos en hierro y manganeso.

1.6.2 Contaminación de aguas superficiales

El bienestar del ser humano y la salud de los ecosistemas están sufriendo en muchos lugares por causa de los cambios del ciclo del agua, causados en su mayor parte por las presiones humanas. La disponibilidad y el uso de agua dulce, así como la conservación de los recursos acuáticos, son fundamentales para el bienestar humano (PNUMA, 2007).

La contaminación del agua consiste en una modificación antrópica de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas; así como para los animales domésticos y la vida natural. (carta del agua. Consejo de Europa 1968 citado por Orozco et al. 2008).

Una agua está contaminada cuando se ve alterada en su composición o estado directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana, de tal modo queda menos apta para todos los usos a que va destinada para los que sería apta en su calidad natural (C.E.E de las naciones unidas 1961 citado por Orozco et al. 2008).

Orozco et al. (2008) consideran como parámetros generales indicadores a los siguientes:

De carácter físico: Características organolépticas, turbidez y materias en suspensión, temperatura, conductividad.

De carácter químico: Salinidad y dureza, pH, oxígeno disuelto.

Medidores de materia orgánica: Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Medidores de materia inorgánica: Cationes, aniones, metales.

De carácter radioactivo: Radiación alfa y beta totales, elementos individuales.

De carácter microbiológico: Bacterias, virus, hongos, algas.

También se habla de parámetros indicadores de contaminación, para referirse a aquellos que dan información de la presencia o ausencia de determinadas especies contaminantes. El color, el olor o los coliformes fecales (termotolerantes) y totales son un buen ejemplo (Orozco et al. 2008).

1.6.3 Delimitación y Codificación Hidrográfica de la Cuenca Mashcón

A la cuenca del río Mashcón le corresponde el nivel 6, el código 498988 de la codificación Pfafstetter.

En la Tabla 1. Se muestra la codificación jerárquica hasta el nivel 6. Según la cual el río Mashcón es afluente del Crisnejas y éste de la intercuenca en la cabecera del Maraón y éste a su vez en la cabecera del Amazonas. (Aguirre, 2007).

Tabla 1

Codificación Pfafstetter de la cuenca del Mashcón

| Nivel | Nombre | Código |
|-------|----------------------------------|--------|
| 1 | Región Hidrográfica del Amazonas | 4 |
| 2 | Intercuenca Alto Amazonas | 49 |
| 3 | Cuenca del río Marañón | 498 |
| 4 | Intercuenca Alto Marañón | 4889 |
| 5 | Cuenca del río Crisnejas | 49898 |
| 6 | Cuenca del río Mashcón | 498988 |

Fuente: Inventario de Fuentes de Agua Superficial de la cuenca del río Mashcón. 2007.

1.6.4 Hidrología Superficial del Mashcón

El dren natural de la cuenca del Mashcón (312.07 km²) lo constituye el río del mismo nombre. Esta denominación se la conoce a partir de la unión de dos de sus afluentes, Porcón y Grande (Centro Poblado de Huambocancha Alta), hasta su confluencia con el Chonta. En adelante, corriente abajo, toma el nombre de Cajamarquino.

Según SEDACAJ en marzo del 2007, reporta, en el estudio de Prefactibilidad para fuentes de Abastecimiento de Agua potable en la ciudad de Cajamarca, elaborado por la empresa Servicios de Ingeniería S.A (SISA), que el caudal medio anual para el río Mashcón y con una probabilidad de 75 % es de 1.52 m³/s.

El Mashcón recibe las descargas de los ríos Porcón, Grande, Sambar, Shuiltín, Yanayaco, Paccha y San Lucas. (Aguirre, 2007).

1.6.5 Medición de los parámetros de campo.

Los parámetros para medir en campo son pH, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. Para la medición de parámetros en campo se recomienda lo siguiente:

- En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal, se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
- Medir los parámetros oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y temperatura (como mínimo), la lectura de los valores deberá ser realizada de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua.
- Si se producen variaciones significativas de medidas entre muestras, es necesario calibrar el equipo.
- Las mediciones deberán registrarse en la ficha de registro de datos de campo.
- Se deberán limpiar los equipos de muestreo inmediatamente después de su uso y adicionalmente, entre muestreo y muestreo, a fin de evitar posibles contaminaciones y deterioro. Para la limpieza exterior de los equipos de muestreo es recomendable lavarlos con suficiente agua destilada/desionizada, sin causar daños internos que puedan alterar las características de los diferentes componentes. Es importante llevar a campo las herramientas necesarias y apropiadas para efectuar la limpieza de los

equipos que lo requieran. (Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. 2016).

1.6.6 Marco Legal

Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338).

La presente ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, la cual se basa en los principios de valoración del agua, prioridad en el acceso del agua, participación de la población y cultura del agua, seguridad jurídica, respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y nativas, descentralización, sostenibilidad, precaución, eficiencia, gestión integrada y tutela jurídica; para lo cual se ha creado el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, siendo la ANA el ente rector y la máxima autoridad técnico normativa la cual está conformada por el consejo directivo, jefatura, tribunal de resolución de controversias hídricas, órganos de apoyo, órganos desconcentrados denominados Autoridades Administrativas del Agua y Administradores Locales del Agua. La retribución económica del agua se ha fijado para su uso, así como para su vertimiento; las tarifas han sido fijadas por la utilización de infraestructura hidráulica mayor y menor, por el servicio de monitoreo y por la gestión de las aguas subterráneas. Cabe mencionar que la presente ley derogó el Decreto Ley N° 17752. Ley General de Aguas y el Decreto Supremo 261-69-AP Reglamento de la Ley General de Aguas.

Estándar Nacional de Calidad para agua (ECA-Agua)

La Ley General del Ambiente (Ley 28611) establecida por el Ministerio del Ambiente (MINAM) define Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como “la medida que establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgos significativos para la salud de las personas ni al medio ambiente.

ECA-Agua: El Perú cuenta con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobado el 7 de junio del 2017 mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a.- Subcategoría D1: Riego de vegetales.

Son aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas; hace referencia del agua para riego no restringido y agua para riego restringido.

Agua para riego no restringido: Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales o cualquier otro tipo de cultivo.

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

b.- Subcategoría D2: Bebida de animales

Son aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos. (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

Protocolo Nacional de monitoreo de recursos hídricos superficiales (aprobado por Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA).

En este protocolo se estandarizan los criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos continentales y marino costeros considerando el diseño de las redes de puntos de monitoreo, la frecuencia, el programa analítico, la medición de parámetros en campo, la recolección, preservación, almacenamiento, transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad y la seguridad del desarrollo del monitoreo.

También se señalan indicaciones para: El análisis de la calidad del agua en cuanto a parámetros y frecuencia; para el muestreo en campo en lo referente a preparación de equipos e instrumentos analíticos, tipos de muestras, control de

calidad en las mediciones de campo y el programa de campo (observaciones, toma de muestras, mediciones de campo, preservación de las muestras, rotulado, almacenamiento, manipuleo y embarque). Asimismo, especifica criterios para los aspectos analíticos de selección del laboratorio, garantía de calidad y control de calidad, certificación y evaluación del laboratorio. Como se puede observar en el anexo N° 01.

1.7 Definiciones básicas

Acidez: La acidez de un agua es su capacidad cuantitativa para reaccionar con una base fuerte hasta un pH designado. El valor medio puede variar significativamente con el pH final utilizado en la determinación. La acidez constituye la medida de una propiedad sobreañadida del agua y puede interpretarse en términos de sustancias específicas solamente cuando se conoce la composición química de la muestra. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

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

Alcalinidad: La alcalinidad de un agua es su capacidad para neutralizar ácidos y constituye la suma de todas las bases titulables. El valor medido puede variar significativamente con el pH de punto final utilizado. La alcalinidad es la medida de una propiedad agregada del agua y solamente puede interpretarse en términos de sustancias específicas cuando se conoce la composición química de la muestra.

La alcalinidad es importante en muchos usos y tratamientos de aguas naturales y residuales. La alcalinidad de muchas aguas de superficie depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, por lo que suele tomarse como una indicación de la concentración de estos componentes. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Arsénico: Una cantidad tan pequeña como 100 mg puede ocasionar un grave envenenamiento; además, pueden aparecer efectos crónicos por su acumulación en el cuerpo por repetidos niveles bajos de ingesta. También se le atribuyen al arsénico propiedades cancerígenas. El arsénico puede encontrarse en el agua como resultado de una dilución de minerales, descargas industriales o aplicación de insecticidas (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Autoridad nacional del agua (ANA): La Autoridad Nacional es el ente rector y máxima autoridad técnico - normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Es responsable del funcionamiento de dicho sistema en el marco de lo estipulado en la Ley. (Ley de Recursos Hídricos. Ley N° 29338).

Cadmio: Es muy tóxico y se le han atribuido algunos casos de intoxicación por alimentos. Se cree que muy pequeñas cantidades de cadmio podrían ser la causa de alteraciones adversas en las arterias renales. También produce cánceres generalizados en animales de laboratorio y ha sido relacionado epidemiológicamente con ciertos cánceres humanos. Una concentración de cadmio de 200 ug/l es tóxica para ciertos peces. El cadmio puede llegar al agua a través de vertidos industriales o por deterioro

de tuberías galvanizadas. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

Cloruros: El cloruro en forma de ion (Cl^-), es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. La concentración de cloruro es mayor en las aguas residuales que en las naturales, debido a que el cloruro de sodio (NaCl) es común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

Coliformes fecales: Los coliformes forman parte de varios géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, etc. Dentro de ese grupo la única bacteria que es de origen fecal (intestino del hombre y animales) es la *Escherichia coli*, que compone las “Coliformes fecales” que son capaces de crecer a $44\text{ }^\circ\text{C}$ a diferencia de las otras Coliformes que no resisten esa temperatura. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

Coliformes termotolerantes: Los coliformes termotolerantes integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de estos últimos, en que son indol positivo, su intervalo de temperatura óptima de crecimiento es muy amplio (hasta $45\text{ }^\circ\text{C}$) y son los mejores indicadores de higiene en alimentos y agua. La presencia de estos microorganismos indica la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen coliformes termotolerantes que están presentes en el microbiota intestinal, siendo *E. coli* la más representativa, con un 90-100%. (Carrillo & Lozano, 2008).

Conductividad: Es una expresión numérica de su habilidad de transportar corriente eléctrica. Depende de la presencia de iones y de su concentración total, movilidad, valencia y de la temperatura. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Cromo: El cromo hexavalente es cancerígeno, normalmente este pasa a contaminar las aguas por desechos industriales. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Cuenca hidrográfica: Es el área de terreno donde las aguas de escorrentía se distribuyen en una red natural de drenaje, confluyendo luego hacia un colector común o curso principal. (Ortiz, 1994).

Escherichia coli: Es un huésped normal del aparato digestivo. No obstante, se han aislado *E. coli* productores de enfermedades de agua corriente, fuentes de agua potable y corrientes de montaña. Estos microorganismos se encuentran en todo el mundo. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Fosfatos: Se considera como nutriente para el crecimiento de las algas, la presencia de fosfatos indica la presencia de detergentes y de algas. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Fuentes de aguas residuales: Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos, procesos industriales, o de procesos agrícolas, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no

pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos, ríos o corrientes convencionales. (ANA-DGCRH, 2010).

Mercurio: Las sales orgánicas e inorgánicas de mercurio son muy tóxicas y su presencia en el ambiente, y en especial en el agua, debe controlarse. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Metales pesados: El término de "metal pesado" se refiere a aquellos metales de la tabla periódica cuyo peso específico es superior a 5 g/cm³ o que tienen un número atómico por encima de 20. Son uno de los contaminantes ambientales más peligrosos, debido a que no son biodegradables y a su potencial de bioacumulación en los organismos vivos. Entre ellos destacan por su toxicidad y su mayor presencia en el medio ambiente, el mercurio (Hg), cadmio (Cd) y el plomo (Pb). (Orozco et al., 2008).

Nitritos: El ion nitrito (NO₂⁻) puede estar presente en las aguas bien como consecuencia de la oxidación del NH₃ o como resultado de la reducción de los nitratos. Su presencia en el agua puede ser una evidencia de contaminación reciente, dada su inestabilidad. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Oxígeno disuelto: Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de Oxígeno Disuelto es una prueba clave en la contaminación del agua y control del proceso de tratamiento de aguas residuales.

Su importancia deriva de su capacidad de oxidación de diferentes constituyentes y de modificar por ello, la solubilidad de los mismos. La fuente mayoritaria de oxígeno

disuelto en aguas en contacto con el aire es la atmósfera. Una fuente indirecta es también la fotosíntesis. El contenido en oxígeno disuelto puede llegar incluso a valores de saturación: 13,3 mg/L a 10 °C y 7,6 mg/L a 30 °C. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

pH: Mide el grado de acidez o basicidad de una muestra. El pH se utiliza en las determinaciones de alcalinidad y dióxido de calcio y en muchos otros equilibrios ácido-base. A una temperatura determinada, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ion hidrógeno o pH. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Plomo: Es un importante veneno que se acumula en el organismo. El plomo de un suministro de 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. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Pluviometría: Es la medida de la precipitación. Se expresa por el espesor (en milímetros) de una lámina de agua ficticia que quedaría sobre la superficie terrestre de no existir flujo ni pérdidas después de haber hecho contacto con el suelo. (Ortiz, 1994).

Precipitación: Se llama precipitación a toda forma de humedad que llega a la superficie terrestre luego de haberse iniciado en las nubes. Por lo tanto, son formas de precipitación: la lluvia, granizadas, nevadas, garúas, escarcha, etc. (Ortiz, 1994).

Sólidos disueltos totales TDS: La medida TDS tiene como principal aplicación el estudio de la cantidad del agua de los ríos, lagos y arroyos. Aunque el TDS no tiene la consideración de contaminante grave, es un indicador de las características del agua y de la presencia de contaminantes químicos, es decir, de la composición química y concentración en sales y otras del agua. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Sulfatos: El ion sulfato procede del lavado de materiales sedimentarios salinos, de la oxidación de sulfuros, de la descomposición de sustancias orgánicas, etc. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de SO_4^{2-} debido a la oxidación de la pirita. Los sulfatos de sodio y magnesio ejercen una acción catalítica. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

Temperatura: Es un factor regulador de los procesos naturales en el medio acuático, determinando la evolución o tendencia de las propiedades físicas, químicas o biológicas. (Bureau Veritas, 2008).

Turbiedad: Es causada por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua. Es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea reemitida y no transmitida a través de la suspensión, debido a una gran variedad de materiales en suspensión que varían de tamaño como arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finalmente dividida, microorganismos, organismos plantónicos, etc. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

Descriptivo, comparativo.

Porque se describe los indicadores de calidad de agua comparados con el ECA.

2.2 Población y muestra (Materiales, métodos)

2.2.1 Población:

Para esta investigación se considera como población a las aguas del río Mashcón comprendidas en los puntos de muestreo Huambocancha Baja (RMash1) y Bella Unión (RMash2), en los meses de setiembre y diciembre del 2017 así como mayo del 2018, monitoreadas por la Autoridad Local del Agua, quien tomó las muestras.

2.2.2 Muestra:

Es la cantidad de agua que se ha extraído para el análisis del laboratorio, tomadas del monitoreo de aguas de los puntos Huambocancha Baja (RMash1) y Bella Unión (RMash2), en los días 19 de setiembre, 08 de diciembre del 2017 y 04 de mayo del 2018.

Geográficamente se ubicada en las coordenadas UTM - WGS 84 (zona 17).



Fuente: Google Earth

Figura 1 Estaciones de monitoreo RMash1 y RMash2 ubicados en el río Mashcón.

Tabla 2

Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial.

| N° | Código de Monitoreo | Descripción | Coordenadas UTM- WGS 84 (zona 17) | |
|----|---------------------|--|--------------------------------------|---------|
| | | | Norte | Este |
| 1 | RMash1 | Río Mashcón, a 200 m. Aguas abajo en la confluencia de los ríos Porcón y Grande. | 9 212 707 | 773 152 |
| 2 | RMash2 | Río Mashcón, a 300 m. Aguas abajo del puente Mashcón. | 9 207 012 | 778 528 |

2.2.3 Materiales:

Los materiales utilizados fueron cooler grandes y pequeños, frascos de plástico y vidrio, baldes de plástico transparente de primer uso y limpios (4-20 litros de volumen), guantes descartables, mascarillas, pisetas, refrigerantes.

Tabla 3

Materiales de Laboratorio.

| Parámetros | Puntos de muestreo | Tipo de frasco y volumen |
|--|--------------------|--------------------------|
| Aceites y Grasas | 2 | Vidrio, 1 L |
| Bicarbonatos | 2 | Plástico, 250 mL |
| Alcalinidad, Carbonatos | 2 | Plástico, 250 mL |
| Aniones (cloruros, fosfatos, nitratos, Nitritos, Nitritos (como N), Sulfatos, Nitratos (como N)) | 2 | Plástico, 100 mL |
| Cianuro Wad | 2 | Plástico oscuro, 120 mL |
| Coliformes Termotolerantes | 2 | Plástico estéril, 250 mL |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO ₅ | 2 | Plástico, 1 L |
| Demanda Química de Oxígeno, DQO | 2 | Plástico, 100 mL |
| Detergentes Aniónicos | 2 | Plástico, 1 L |
| <i>Escherichia coli</i> | 2 | Plástico estéril, 250 mL |
| Huevos de Helmintos | 2 | Plástico, 4 L |
| Metales Totales (Al, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Hg, Ni, Pb, Se, Zn) | 2 | Plástico, 100 mL |

2.2.4 Método

El monitoreo del agua fue realizado según el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado mediante la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, el mismo que permitió el aseguramiento y control de la calidad del monitoreo.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron los equipos medidores, recipientes y herramientas usados tanto en campo como laboratorio para el análisis de las concentraciones de los parámetros seleccionados.

A nivel de campo los equipos usados fueron calibrados y verificados, se utilizó el equipo portátil de terreno para la medición, grabación de parámetros y el seguimiento de la calidad de aguas (Multiparámetro), de marca Ponsel Measure Gama Odeón, sonda multiparamétrica TRIPOD, con tres sensores DIGISENS para determinar la temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica; así mismo botellas hidrográficas, GPS de marca Garmin y cámara fotográfica.

A nivel de laboratorio gran parte del equipamiento analítico necesario para llevar a cabo estos análisis (absorción atómica, espectrofotometría, cromatografía, colorimetría, entre otros), fue parte de su implementación.

2.3.2 Análisis de datos

El análisis de datos de las tablas, gráficos estadísticos descriptivos: media, desviación estándar, coeficiente de variación en porcentaje, indicadores coeficiente de variedad y confiabilidad del grupo de parámetros. Comparación con el ECA.

2.4 Procedimiento

El desarrollo de la presente investigación siguió los siguientes pasos:

Selección de las zonas de muestreo (Tabla 3). Estos puntos, conforman la red de monitoreo de agua de la ANA.

Selección de parámetros (Tabla 8). Estos parámetros son los seleccionados para monitorear por la ANA.

Recolección de muestras:

Para la recolección de muestras se tuvo en cuenta:

- El volumen de agua requerido fue concordante con el método de ensayo para el parámetro evaluado.
- La recolección de las muestras de agua fue tomada en un recipiente de plástico el cual fue colocado a nivel superficial y contracorriente.
- Luego se procedió al etiquetado y preservación de muestras, tomando en cuenta los procedimientos y recomendaciones para cada parámetro que se requiere analizar.

- A continuación, se procedió a llenar la “cadena de custodia” la misma que rastrea la historia de las muestras desde el momento de la recolección.
- Las muestras fueron colocadas en coolers térmicos para su transporte y conservadas a 4 °C con refrigerantes (ice packs) para garantizar su adecuada preservación hasta su entrega a un laboratorio acreditado, contratado por la ANA juntamente con la cadena de custodia. Las muestras de los parámetros cuyos tiempos de conservación fueron de 24 horas, se transportaron en un tiempo inferior a éste.

Análisis de las muestras tomadas (físicoquímico y microbiológico).

Se recopilaron y analizaron los resultados de los monitoreos tanto de los parámetros de campo como los de laboratorio.

Evaluación de resultados.

Los resultados fueron contrastados por los valores establecidos por el ECA categoría 3 subcategoría D1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo Huambocancha Baja (RMash1)

Tabla 4

Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo (RMash1).

| Fecha y Hora de Monitoreo | | ECA-Agua: Categoría 3-D riego de vegetales | 19/09/2017 13:05 | 08/12/2017 11:08 | 04/05/2018 11:10 |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| Parámetros | Unidad | Agua para riego no restringido (c) | RMash1 | RMash1 | RMash1 |
| Parámetros Fisicoquímicos: | | | | | |
| Oxígeno Disuelto | mg O ₂ /L | >4 | 6.60 | 7.17 | 7.42 |
| pH | Unidad pH | 6.5 - 8.5 | 8.03 | 7.87 | 7.9 |
| Temperatura | Celsius | Δ3 | 18.94 | 15.48 | 14.41 |
| Conductibilidad Eléctrica | μs/cm | 2500 | 667.50 | 404.10 | 346.2 |
| Aceites y Grasas | mg/L | 5 | <1.0 | <1.0 | <1.0 |
| Bicarbonato | mg HCO ₃ /L | 518 | 19.50 | 31.50 | 32.9 |
| Cianuro Wad | mg CN-/L | 0.1 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| DBO ₅ | mg/L | 15 | <2 | <2 | <2 |
| DQO | mg O ₂ /L | 40 | 3.00 | 15.00 | 9 |
| Detergentes | | | | | |
| Aniónicos | mg/L | 0.2 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Cloruros, Cl- | mg/L | 500 | 3.572 | 6.239 | 2.298 |
| Nitritos (como N) | mg NO ₂ - N/L | 10 | <0.004 | 0.022 | <0.004 |
| Sulfatos, SO ₄₋₂ | mg SO ₄₋₂ /L | 1000 | 323.6 | 157.2 | 141.7 |
| Aluminio (Al) | mg/L | 5 | 1.177 | 2.677 | 0.422 |
| Arsénico (As) | mg/L | 0.1 | 0.00154 | 0.00518 | 0.0001 |
| Bario (Ba) | mg/L | 0.7 | 0.0662 | 0.1127 | 0.0484 |
| Berilio (Be) | mg/L | 0.1 | <0.00002 | <0.00002 | <0.00002 |
| Cadmio (Cd) | mg/L | 0.01 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 |
| Cobalto (Co) | mg/L | 0.05 | 0.002 | 0.00413 | 0.0013 |
| Cobre (Cu) | mg/L | 0.2 | 0.00327 | 0.00802 | 0.00285 |
| Cromo (Cr) | mg/L | 0.1 | <0.0001 | 0.0021 | <0.0001 |
| Hierro (Fe) | mg/L | 5 | 1.358 | 3.786 | 0.9919 |
| Litio (Li) | mg/L | 2.5 | 0.004 | 0.0078 | 0.0019 |

| Fecha y Hora de Monitoreo | | ECA-Agua: Categoría | | 19/09/2017 | 08/12/2017 | 04/05/2018 |
|---------------------------|-----------|------------------------------------|-----------------------------|------------|------------|------------|
| | | 3-D riego de vegetales | | 13:05 | 11:08 | 11:10 |
| Parámetros | Unidad | Agua para riego no restringido (c) | Agua para riego restringido | RMash1 | RMash1 | RMash1 |
| Manganeso (Mn) | mg/L | 0.2 | | 0.15416 | 0.26184 | 0.15353 |
| Mercurio (Hg) | mg/L | 0.001 | | <0.00003 | <0.00003 | <0.00003 |
| Níquel (Ni) | mg/L | 0.2 | | 0.001 | 0.0027 | 0.0009 |
| Plomo (Pb) | mg/L | 0.05 | | 0.0012 | 0.0045 | 0.0005 |
| Selenio (Se) | mg/L | 0.02 | | <0.0004 | 0.0017 | <0.0004 |
| Zinc (Zn) | mg/L | 2 | | <0.0100 | 0.0189 | <0.0100 |
| Microbiológicos: | | | | | | |
| Coliformes | | | | | | |
| Termotolerantes | NMP/100mL | 1000 | 2000 | 1,300 | 1,700 | 940 |
| <i>Escherichia coli</i> | NMP/100mL | 1000 | ** | 790 | 1,100 | 700 |
| Huevos de Helminthos | Huevos/L | 1 | 1 | <1 | <1 | <1 |

Huambocancha Baja = (RMash1)

Fuente: ANA a través del V, VI y VII monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Crisnejas sub cuenca del Cajamarquino.

Acompañan a la presente tabla las pruebas de ensayo de laboratorio. Véase en anexo 03.

3.2 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo Bella Unión (RMash2)

Tabla 5

Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo (RMash2).

| Fecha y Hora de Monitoreo | | ECA-Agua: Categoría 3- D1 Riego de Vegetales | | 19/09/2017 18:20 | 08/12/2017 16:15 | 04/05/2018 17:30 |
|-----------------------------------|-------------------------|---|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Parámetros | Unidad | Agua para riego no restringido (c) | Agua para riego restringido | RMash2 | RMash2 | RMash2 |
| Parámetros Fisicoquímicos: | | | | | | |
| Oxígeno Disuelto | mg O ₂ /L | ≥4 | | 2.43 | 4.92 | 2.93 |
| pH | Unidad de pH | 6.5 - 8.5 | | 7.53 | 7.14 | 7.35 |
| Temperatura | °Celsius | Δ3 | | 18.18 | 20.31 | 17.81 |
| Conductibilidad | | | | | | |
| Eléctrica | μs/cm | 2500 | | 1200.00 | 576.40 | 597.8 |
| Aceites y Grasas | mg/L | 5 | | 26.30 | 3.20 | 8.9 |
| Bicarbonato | mg HCO ₃ /L | 518 | | 360.40 | 132.00 | 132.4 |
| Cianuro Wad | mg CN-/L | 0.1 | | 0.01 | <0.001 | <0.001 |
| DBO ₅ | mg/L | 15 | | 322.00 | 5.00 | 133 |
| DQO | mg O ₂ /L | 40 | | 553.00 | 12.00 | 306 |
| Detergentes | | | | | | |
| Aniónicos | mg/L | 0.2 | | 1.11 | 0.40 | 0.42 |
| Cloruros, Cl- | mg/L | 500 | | 88.85 | 21.14 | 44.55 |
| Nitritos (como N) | | | | | | |
| | mg NO ₂ -N/L | 10 | | <0.004 | <0.004 | <0.004 |
| Sulfatos, SO ₄₋₂ | mg SO ₄₋₂ /L | 1000 | | 179 | 148.2 | 123.2 |
| Aluminio (Al) | mg/L | 5 | | 0.613 | 5.33 | 1.88 |
| Arsénico (As) | mg/L | 0.1 | | 0.00281 | 0.00821 | 0.0025 |
| Bario (Ba) | mg/L | 0.7 | | 0.0991 | 0.1552 | 0.0903 |
| Berilio (Be) | mg/L | 0.1 | | <0.00002 | <0.00002 | 0.00008 |
| Cadmio (Cd) | mg/L | 0.01 | | <0.00001 | <0.00001 | 0.00014 |
| Cobalto (Co) | mg/L | 0.05 | | 0.0012 | 0.0056 | 0.002 |
| Cobre (Cu) | mg/L | 0.2 | | 0.02018 | 0.01876 | 0.01194 |
| Cromo (Cr) | mg/L | 0.1 | | 0.0016 | 0.0094 | 0.0013 |
| Hierro (Fe) | mg/L | 5 | | 0.7393 | 6.982 | 2.42 |
| Litio (Li) | mg/L | 2.5 | | 0.0036 | 0.005 | 0.0026 |
| Manganeso (Mn) | mg/L | 0.2 | | 0.2935 | 0.44423 | 0.29703 |
| Mercurio (Hg) | mg/L | 0.001 | | 0.00077 | <0.00003 | <0.00003 |
| Níquel (Ni) | mg/L | 0.2 | | 0.0021 | 0.0071 | 0.0021 |
| Plomo (Pb) | mg/L | 0.05 | | 0.0025 | 0.0093 | 0.0029 |
| Selenio (Se) | mg/L | 0.02 | | <0.0004 | 0.0022 | <0.0004 |

| Fecha y Hora de Monitoreo | | ECA-Agua: Categoría 3- D1 Riego de Vegetales | | 19/09/2017 18:20 | 08/12/2017 16:15 | 04/05/2018 17:30 |
|---------------------------|-----------|---|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Parámetros | Unidad | Agua para riego no restringido (c) | Agua para riego restringido | RMash2 | RMash2 | RMash2 |
| Zinc (Zn) | mg/L | 2 | | 0.1129 | 0.0551 | 0.049 |
| Microbiológicos: | | | | | | |
| Coliformes | | | | 17'000,00 | | |
| Termotolerantes | NMP/100mL | 1000 | 2000 | 0 | 280,000 | 4'600,000 |
| | | | | 17'000,00 | | |
| <i>Escherichia coli</i> | NMP/100mL | 1000 | ** | 0 | 110,000 | 1'700,000 |
| Huevos de | | | | | | |
| Helminthos | Huevos/L | 1 | 1 | <1 | <1 | <1 |

Bella Unión = RMash2

Fuente: ANA a través del V, VI y VII monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Crisnejas sub cuenca del Cajamarquino.

Acompañan a la presente tabla las pruebas de ensayo de laboratorio. Véase en anexo 03.

3.3 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos comparativos entre los dos puntos de monitoreo (RMash1 vs. RMash2)

Tabla 6

Comparativa de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos (RMash1) vs (RMash2).

| Fecha y Hora de Monitoreo | | ECA-Agua: Categoría 3-D Riego de Vegetales | | 19/09/2017 | 19/09/2017 | 08/12/2017 | 08/12/2017 | 04/05/2018 | 04/05/2018 |
|------------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | | 13:05 | 18:20 | 11:08 | 16:15 | 11:10 | 17:30 |
| Parámetro | Unidad | Agua para riego no restringido (c) | Agua para riego restringido | RMash1 | RMash2 | RMash1 | RMash2 | RMash1 | RMash2 |
| Parámetros Fisicoquímicos: | | | | | | | | | |
| Oxígeno Disuelto | mg O ₂ /L | ≥4 | | 6.60 | 2.43 | 7.17 | 4.92 | 7.42 | 2.93 |
| pH | Unidad pH | 6.5 - 8.5 | | 8.03 | 7.53 | 7.87 | 7.14 | 7.9 | 7.35 |
| Temperatura | °Celsius | Δ3 | | 18.94 | 18.18 | 15.48 | 20.31 | 14.41 | 17.81 |
| Conductibilidad Eléctrica | μs/cm | 2500 | | 667.50 | 1200.00 | 404.10 | 576.40 | 346.2 | 597.8 |
| Aceites y Grasas | mg/L | 5 | | <1.0 | 26.30 | <1.0 | 3.20 | <1.0 | 8.9 |
| Bicarbonato | mg HCO ₃ /L | 518 | | 19.50 | 360.40 | 31.50 | 132.00 | 32.9 | 132.4 |
| Cianuro Wad | mg CN-/L | 0.1 | | <0.001 | 0.01 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| DBO ₅ | mg/L | 15 | | <2 | 322.00 | <2 | 5.00 | <2 | 133 |
| DQO | mg O ₂ /L | 40 | | 3.00 | 553.00 | 15.00 | 12.00 | 9 | 306 |

| Fecha y Hora de Monitoreo | | ECA-Agua: Categoría 3-D Riego de Vegetales | | 19/09/2017 13:05 | 19/09/2017 18:20 | 08/12/2017 11:08 | 08/12/2017 16:15 | 04/05/2018 11:10 | 04/05/2018 17:30 |
|-----------------------------|-------------------------|---|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Parámetro | Unidad | Agua para riego no restringido (c) | Agua para riego restringido | RMash1 | RMash2 | RMash1 | RMash2 | RMash1 | RMash2 |
| Detergentes Aniónicos | mg/L | 0.2 | | <0.01 | 1.11 | <0.01 | 0.40 | <0.01 | 0.42 |
| Cloruros, Cl- | mg/L | 500 | | 3.572 | 88.85 | 6.239 | 21.14 | 2.298 | 44.55 |
| Nitritos (como N) | mg NO ₂ -N/L | 10 | | <0.004 | <0.004 | 0.022 | <0.004 | <0.004 | <0.004 |
| Sulfatos, SO ₄₋₂ | mg SO ₄₋₂ /L | 1000 | | 323.6 | 179 | 157.2 | 148.2 | 141.7 | 123.2 |
| Aluminio (Al) | mg/L | 5 | | 1.177 | 0.613 | 2.677 | 5.33 | 0.422 | 1.88 |
| Arsénico (As) | mg/L | 0.1 | | 0.00154 | 0.00281 | 0.00518 | 0.00821 | 0.0001 | 0.0025 |
| Bario (Ba) | mg/L | 0.7 | | 0.0662 | 0.0991 | 0.1127 | 0.1552 | 0.0484 | 0.0903 |
| Berilio (Be) | mg/L | 0.1 | | <0.00002 | <0.00002 | <0.00002 | <0.00002 | <0.00002 | 0.00008 |
| Cadmio (Cd) | mg/L | 0.01 | | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | <0.00001 | 0.00014 |
| Cobalto (Co) | mg/L | 0.05 | | 0.002 | 0.0012 | 0.00413 | 0.0056 | 0.0013 | 0.002 |
| Cobre (Cu) | mg/L | 0.2 | | 0.00327 | 0.02018 | 0.00802 | 0.01876 | 0.00285 | 0.01194 |
| Cromo (Cr) | mg/L | 0.1 | | <0.0001 | 0.0016 | 0.0021 | 0.0094 | <0.0001 | 0.0013 |
| Hierro (Fe) | mg/L | 5 | | 1.358 | 0.7393 | 3.786 | 6.982 | 0.9919 | 2.42 |
| Litio (Li) | mg/L | 2.5 | | 0.004 | 0.0036 | 0.0078 | 0.005 | 0.0019 | 0.0026 |
| Manganeso (Mn) | mg/L | 0.2 | | 0.15416 | 0.2935 | 0.26184 | 0.44423 | 0.15353 | 0.29703 |

| Fecha y Hora de Monitoreo | | ECA-Agua: Categoría 3-D Riego de Vegetales | | 19/09/2017 13:05 | 19/09/2017 18:20 | 08/12/2017 11:08 | 08/12/2017 16:15 | 04/05/2018 11:10 | 04/05/2018 17:30 |
|---------------------------|-----------|---|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Parámetro | Unidad | Agua para riego no restringido (c) | Agua para riego restringido | RMash1 | RMash2 | RMash1 | RMash2 | RMash1 | RMash2 |
| Mercurio (Hg) | mg/L | 0.001 | | <0.00003 | 0.00077 | <0.00003 | <0.00003 | <0.00003 | <0.00003 |
| Níquel (Ni) | mg/L | 0.2 | | 0.001 | 0.0021 | 0.0027 | 0.0071 | 0.0009 | 0.0021 |
| Plomo (Pb) | mg/L | 0.05 | | 0.0012 | 0.0025 | 0.0045 | 0.0093 | 0.0005 | 0.0029 |
| Selenio (Se) | mg/L | 0.02 | | <0.0004 | <0.0004 | 0.0017 | 0.0022 | <0.0004 | <0.0004 |
| Zinc (Zn) | mg/L | 2 | | <0.0100 | 0.1129 | 0.0189 | 0.0551 | <0.0100 | 0.049 |
| Microbiológicos: | | | | | | | | | |
| Coliformes | | | | | | | | | |
| Termotolerantes | NMP/100mL | 1000 | 2000 | 1,300 | 17'000,000 | 1,700 | 280,000 | 940 | 4'600,000 |
| Escherichia Coli | NMP/100mL | 1000 | ** | 790 | 17'000,000 | 1,100 | 110,000 | 700 | 1'700,000 |
| Huevos de Helminthos | Huevos/L | 1 | 1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |

Huambocancha Baja = RMash1, Bella Unión = RMash2.

Fuente: ANA a través del V, VI y VII monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Crisnejas sub cuenca del Cajamarquino.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusiones:

4.1.1. Comparación de las concentraciones de parámetros en los puntos RMash1 y RMash2 con los estándares de calidad ambiental.

4.1.1.1 Parámetros Físicoquímicos:

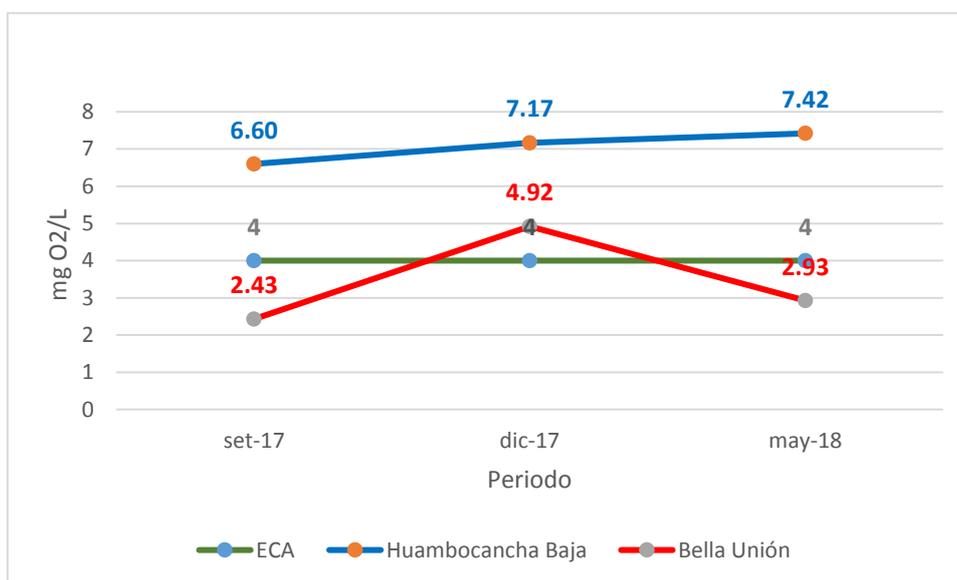


Figura 2. Variación de Oxígeno Disuelto (OD)

En la Figura 2 se establece los ECA categoría 3 subcategoría D1 del Oxígeno disuelto que debe ser ≥ 4 mgO₂/L, sin embargo, para el punto de monitoreo Bella Unión (RMsh2) para los meses de setiembre y mayo los resultados fueron 2.43 y 2.93 mgO₂/L, los cuales se encuentran por debajo de lo establecido en el ECA; mientras que en el mes de diciembre el resultado fue de 4.92 mgO₂/L. Su media viene hacer 3.427 mgO₂/L.

Mientras tanto para el punto de monitoreo Huambocancha Baja (RMash1), los resultados obtenidos para los meses setiembre, diciembre y mayo sus valores estuvieron dentro lo establecido por el ECA (6.60, 7.17 y 7.42 mgO₂/L respectivamente). La media es 7.063 mgO₂/L.

El oxígeno disuelto en el agua proviene de la mezcla del agua con el aire, causada por la acción del viento y del oxígeno liberado por las plantas acuáticas en sus procesos de fotosíntesis. El oxígeno disuelto es un parámetro indicador del estado del agua y de gran peso al momento de realizar análisis de agua residual y potable. El oxígeno disuelto debe mantenerse en un valor de 4-6 mg/L, debido a que cuando los niveles de oxígeno caen por debajo de dicho límite, la reproducción de peces y los macroinvertebrados se ve afectada (Mihelcic y Zimmerman, 2013 cita a Lozano et al., 2005).

Los niveles de oxígeno disuelto en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de oxígeno disuelto es una prueba clave en la contaminación del agua y control del proceso de tratamiento de aguas residuales. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

La importancia del oxígeno disuelto y la temperatura estriba en que son factores que influye en la mayoría de los procesos vitales de los organismos, así como en variados factores abióticos del ecosistema. (Beltrán et al., 2012 cita a Betancourt et al., 2009).

El impacto de una baja concentración de OD o de condiciones anaeróbicas se refleja en un ecosistema desbalanceado, mortandad de peces, olores y otras molestias estéticas. El problema del OD se puede resumir como la descarga de desechos orgánicos e inorgánicos en un cuerpo de agua que ocasiona el descenso en las concentraciones de OD interfiriendo con los usos benéficos del agua (Sierra, 2011).

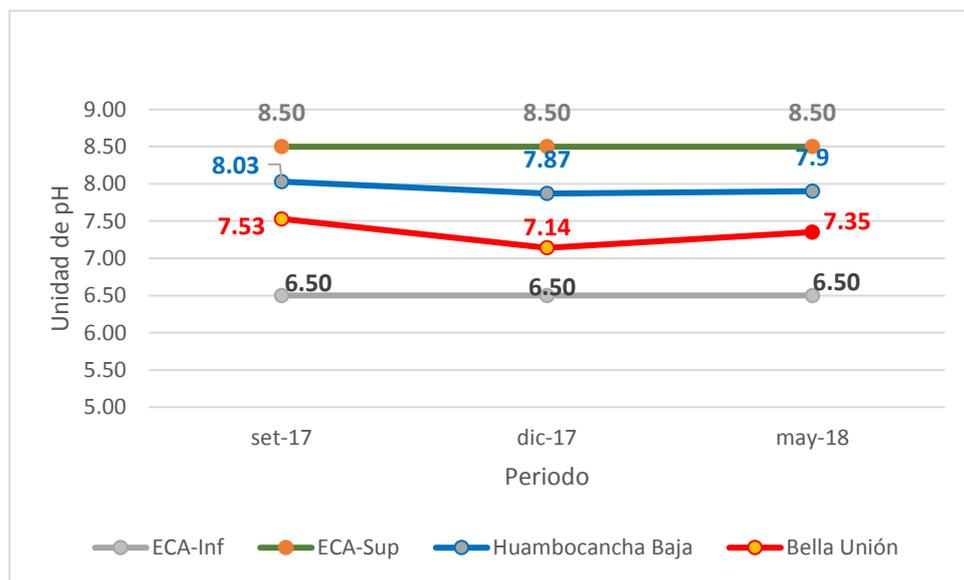


Figura 3. Variación de pH

En la Figura 3 se muestra el pH, el cual se encuentra dentro de los rangos 6.5 a 8.5 unidad de pH establecidos en los límites del Estándar de Calidad Ambiental categoría 3 subcategoría D1.

Para el punto de monitoreo de Huambocancha Baja los resultados obtenidos en los meses de setiembre, diciembre y mayo fueron de 8.03, 7.87 y 7.90 respectivamente, con una media de 7.93.

Mientras que para el punto de monitoreo de Bella Unión para los meses de setiembre, diciembre y mayo se reportaron los valores 7.53, 7.14 y 7.35 respectivamente.

El pH es una variable importante en la evaluación de la calidad del agua, ya que influencia muchos procesos químicos y biológicos dentro de un cuerpo de agua, todos los procesos asociados con el suministro y tratamiento del agua. (Martínez, J., 1996).

Los cambios de pH pueden influir fuertemente en la adsorción o liberación de cationes (desorción) por las sustancias orgánicas. Los aminoácidos, que aparecen en elevadas concentraciones tanto en solución como precipitados en sedimentos de aguas eutróficas o contaminadas, pueden adsorber o liberar cationes metálicos, debido a su carácter anfótero (Rosas, 2001 cita a Prosi, 1981; Rovira, 1993; Calmano et al., 1993).

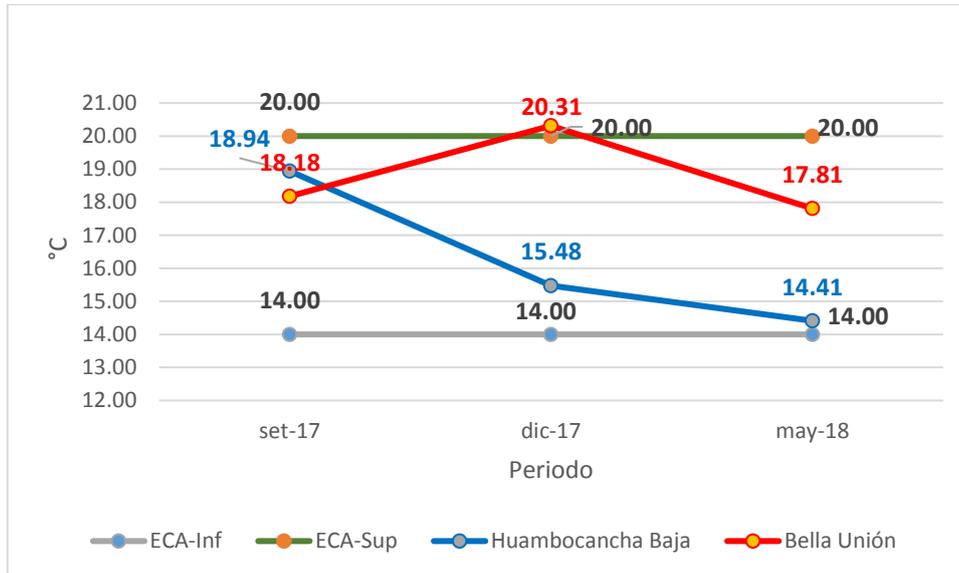


Figura 4. Variación de Temperatura

En la Figura 4 se aprecia que las temperaturas de ambos puntos de monitoreo guardan una forma inversamente proporcional.

Se aprecia que el punto de monitoreo Bella Unión muestra temperaturas elevadas con relación al obtenido en Huambocancha Baja para los meses de diciembre y mayo siendo 20.31 °C y 17.81 °C, sin embargo, setiembre registra 18.18 °C valor inferior al registrado en el mismo mes en el punto de monitoreo de Huambocancha Baja. Siendo su media 18.76.

En el punto de monitoreo de Huambocancha Baja se registra valores de 18.94, 15.48 y 14.41 °C para setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Su media es 16.28.

El incremento de temperatura acelera los procesos bacteriológicos y la tasa de utilización del oxígeno. Es decir, la tasa de velocidad de la reacción biológica, está en función de la temperatura. (Del Ángel, 1994 cita a Rivas, G. 1967).

Las aguas superficiales del río tienen un rango de temperatura de 10.5 °C a 30 °C. Estas temperaturas fluctúan estacionalmente con mínimos durante el invierno o periodos húmedos (10.5 a 18.6 °C) y máximos en el verano o periodos secos (27 a 31 °C). (Martínez, 1996).

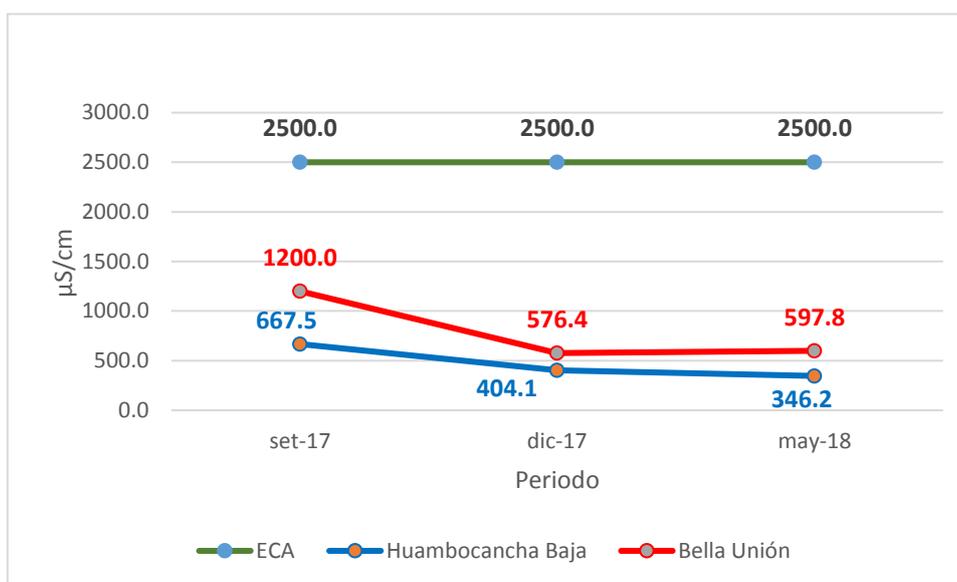


Figura 5. Variación de Conductividad Eléctrica

En la Figura 5 la conductividad eléctrica para ambos puntos de monitoreo se encuentra dentro de lo establecido en los límites del Estándar de Calidad Ambiental categoría 3 subcategoría D1, siendo lo normado 2500 µS/cm de conductividad.

La conductividad del agua del punto de monitoreo Huambocancha Baja es menor con relación a la de Bella Unión. Se muestran valores de 667.50, 404.10 y 346.20 µS/cm, los cuales corresponden respectivamente a los meses de setiembre, diciembre y mayo. Se registra una media de 472.6 µS/cm.

La conductividad en la estación de monitoreo Bella Unión es superior a la de Huambocancha Baja. Se reportan para los meses en estudio setiembre, diciembre y mayo valores de 1200.00, 576.40 y 597.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad respectivamente. Siendo su media de 791.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La conductividad expresa el carácter conductor de la electricidad en el agua como consecuencia de su contenido iónico, de su concentración y de la temperatura de medición; es una medida indirecta de la cantidad de iones en solución, fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio (Goyenola, 2007).

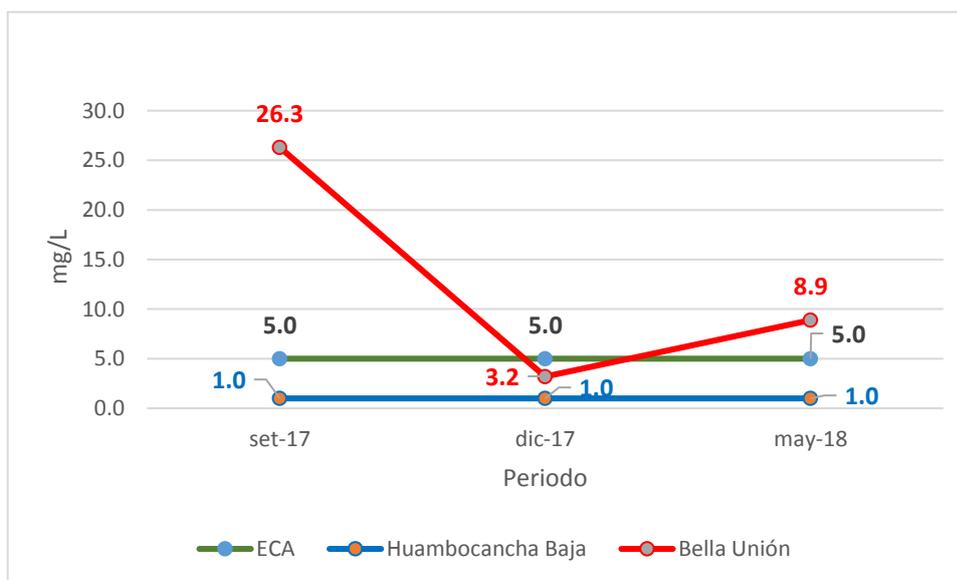


Figura 6. Variación de Aceites y Grasas

La Figura 6 muestra al ECA categoría 3 subcategoría D1 para aceites y grasas la cual debe ser inferior a 5 mg/L, sin embargo, para el punto de monitoreo Bella Unión (RMsh2) para los meses de setiembre y mayo los resultados fueron 26.30 y 8.90 mg/L, los cuales se encuentran por encima de lo establecido en el

ECA; mientras que en el mes de diciembre el resultado fue de 3.20 mg/L, estando dentro de lo establecido. Su media es 12.80 mg/L.

La estación de monitoreo Huambocancha Baja reporta valores inferiores a lo estipulado por el ECA categoría 3 subcategoría D1, registrando valores menores a 1 mg/L para los meses en estudio estando dentro lo establecido. Su media es 1.0 mg/L.

Las grasas y aceite, son las sustancias químicas no miscibles en el agua, pero solubles en solventes orgánicos, las grasas y aceites que son altamente estables, inmiscibles con agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades. Al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. (Vidales et al., 2010 cita a Erista, S., 2007 y Kemmer, F., 1999).

Los aceites y grasas si se presentan en cantidades excesivas, pueden interferir con los procesos biológicos aerobios y anaerobios y llegan a reducir la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales.

Cuando son arrojados a las aguas residuales o los efluentes tratados, pueden crear películas de superficie y depósitos de borde de playa que llevan a la degradación del ambiente.

Es útil conocer la cantidad de aceite y grasa presente, para el diseño y funcionamiento adecuado de sistemas de tratamiento de aguas residuales y puede llamar también la atención de ciertas dificultades de tratamiento.

(American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

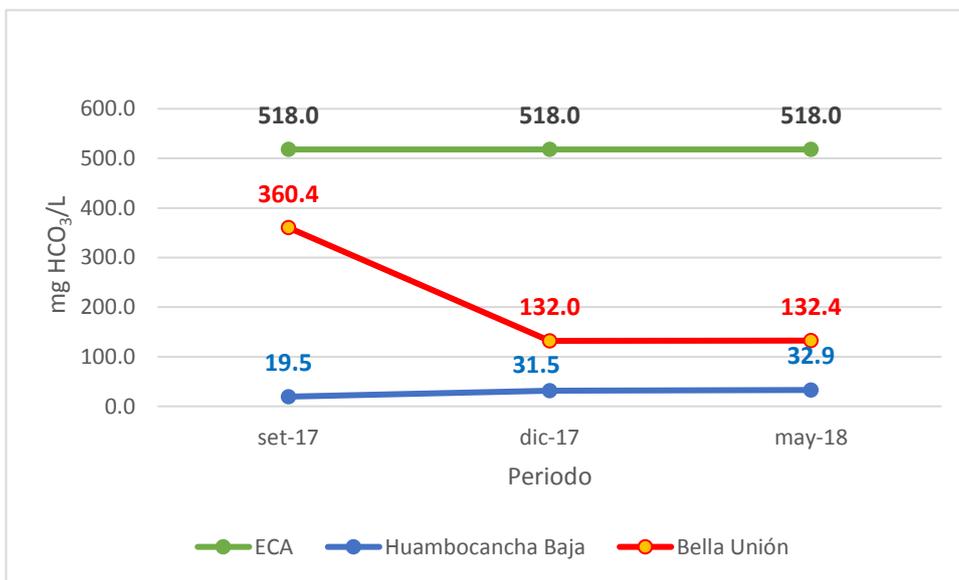


Figura 7. Variación de Bicarbonato

En la Figura 7 muestra la relación establecida entre los dos puntos de monitoreo y los ECA categoría 3 subcategoría D1 para riego de vegetales la cual establece que la concentración de bicarbonatos debe ser inferior a 518 mgHCO₃/L. Estando los dos puntos de monitoreo dentro lo establecido por el ECA.

El punto de monitoreo Bella Unión muestra valores superiores a los registrados al de Huambocancha Baja, registrando para los meses de setiembre, diciembre y mayo 360.40, 132.00 y 132.40 mgHCO₃/L respectivamente, siendo su media 208.30 mgHCO₃/L.

Los valores obtenidos para la estación de monitoreo de Huambocancha Baja son muy inferiores a los obtenidos para Bella Unión. Reportando valores de

19.50, 31.50 y 32.90 mgHCO₃/L para los meses de setiembre, diciembre y mayo respectivamente, su media es 27.97 mgHCO₃/L.

El bicarbonato es la forma más común del carbono inorgánico que se encuentra entre el pH de 6 y 8,2 y se deriva parcialmente de la disolución de minerales carbonatados. Cuando en un río no hay rocas carbonatadas el contenido de HCO₃⁻ se origina parcialmente del dióxido de carbono (CO₂) en el suelo y de la respiración biológica. (Chapman, 1996).

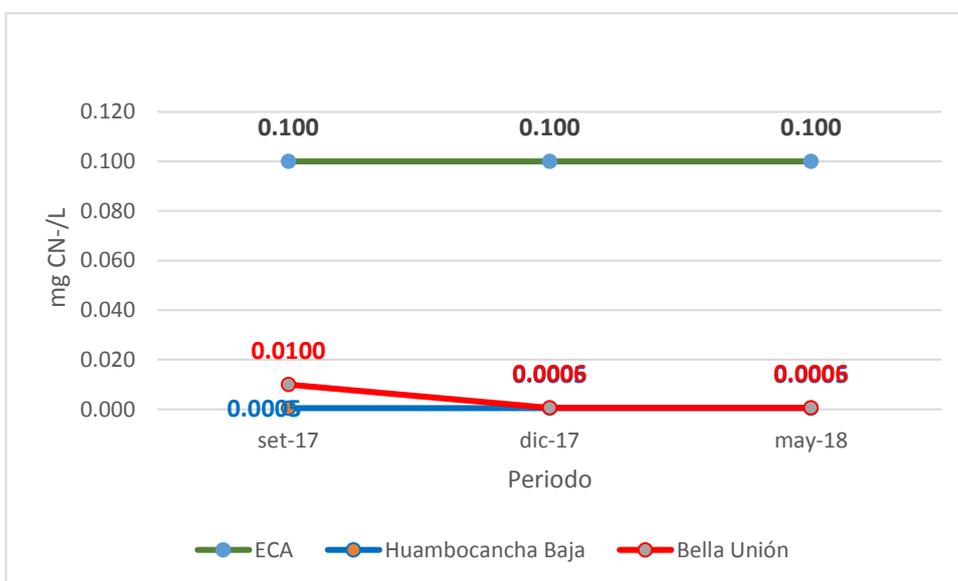


Figura 8. Variación de Cianuro (CN-)

La Figura 8 muestra la relación establecida entre los dos puntos de monitoreo y los ECA categoría 3 subcategoría D1 para riego de vegetales la cual establece que la concentración de cianuro debe ser inferior a 0.1 mg CN⁻/L.

Los valores obtenidos en los dos puntos de monitoreo son inferiores a los normados por el Estándar de Calidad Ambiental, observándose similares resultados en ambos puntos de monitoreo < 0.001 para los meses de setiembre,

diciembre y mayo, con un ligero incremento en el mes de setiembre en la estación de Bella unión con un reporte de 0.01 mg CN⁻/L.

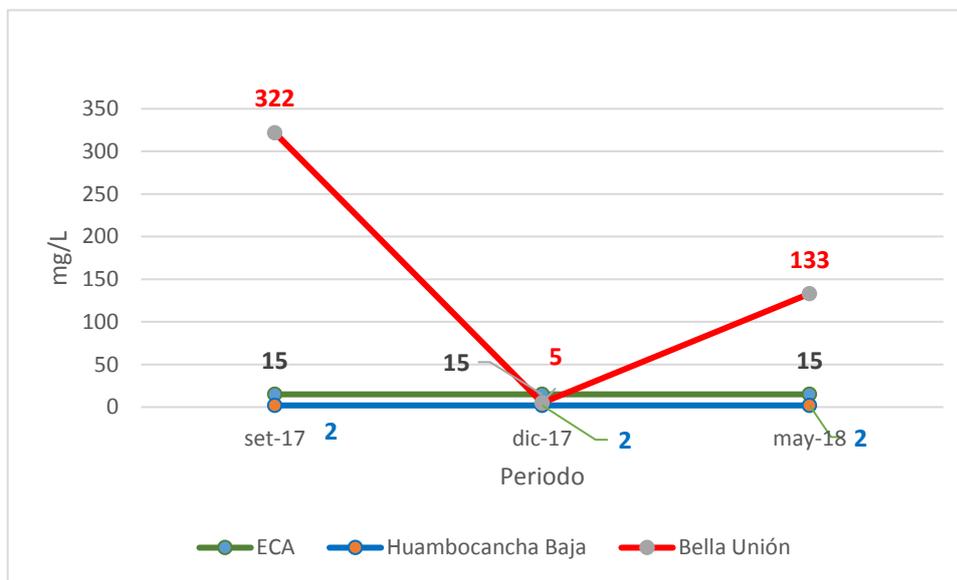


Figura 9. Variación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Como se muestra en la Figura 9, los estándares de calidad ambiental categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales establece que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) debe ser 15 mg/L, sin embargo, para el punto de monitoreo Bella Unión para los meses de setiembre y mayo los resultados fueron 322.00 y 133.00 mg/L, los cuales se encuentran significativamente por encima de lo establecido en el ECA; mientras que en el mes de diciembre el resultado fue de 5.00 mg/L, inferior a lo establecido. Su media es 153.30 mg/L.

El punto de Huambocancha Baja se encuentra por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para categoría 3 subcategoría D1, registra valores inferiores a lo establecido para los meses en estudio siendo estos < 2 mg/L.

La DBO de cinco días, o DBO_5 es la cantidad total de oxígeno consumida por los microorganismos durante los primeros cinco días de biodegradación. (Raffo, 2014).

Para controlar las descargas de aguas residuales domésticas e industriales, y optimizar la eficiencia de las plantas de tratamiento, se debe determinar la cantidad de materia orgánica. Los parámetros que se usan para tales determinaciones son la DBO_5 , DQO y COT (Carbono Orgánico Total) (Del Ángel, 1994 cita a Florence, O. 1992).

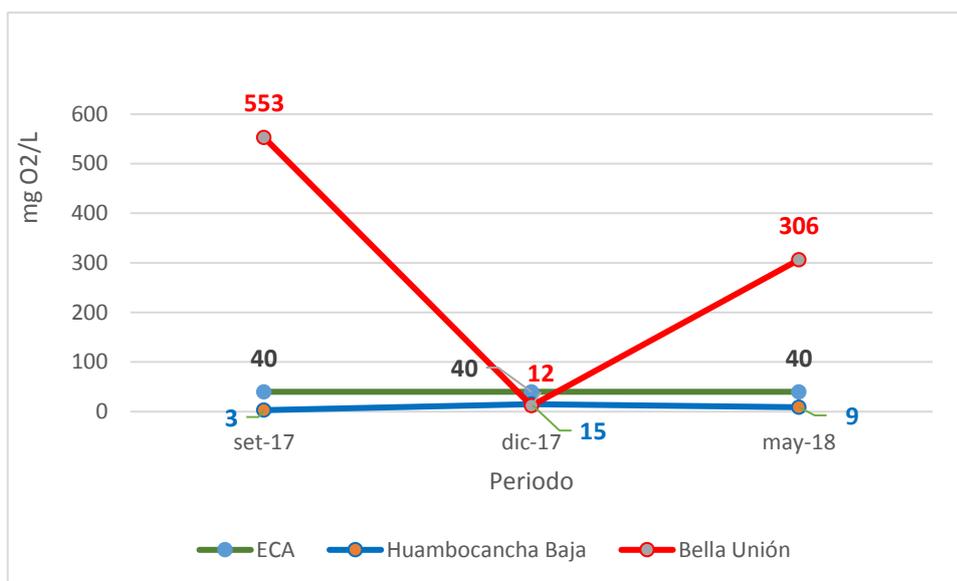


Figura 10. Variación de Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La Figura 10 establece la relación de los ECA categoría 3 subcategoría D1 para riego de vegetales de la demanda química de oxígeno (DQO) cuya concentración debe ser inferior a 40 mgO₂/L. La cual medirá principalmente la concentración de materia orgánica disuelta en las aguas continentales, aguas negras o pluviales.

Se observa que el punto de monitoreo Bella Unión para los meses de setiembre y mayo fueron 553.00 y 306.00 mgO₂/L, los cuales se encuentran significativamente por encima de lo establecido en el ECA; mientras que en el mes de diciembre el resultado fue de 12.00 mgO₂/L, inferior a lo establecido. Su media es 290.00.

El punto de Huambocancha Baja se encuentra dentro lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para categoría 3 subcategoría D1, registrando para los meses setiembre, diciembre y mayo valores de 3.00, 15.00 y 9.00 mgO₂/L respectivamente. Su media es 9.0 mgO₂/L.

La DQO es solo una manera indirecta de estimar la cantidad de compuestos orgánicos presentes y la contaminación asociada a estos, mas no es un método para determinar la concentración de compuestos específicos. Además, su efecto sobre la calidad del agua no es directo, sino que la concentración de estos compuestos como nutrientes va a favorecer el consumo del oxígeno disuelto y, por ende, va a restringir la disponibilidad de este para muchos organismos vivos cuya existencia puede verse amenazada. (Matienzo, 2014).

Los parámetros principales que determinan la magnitud contaminante y las características de tratamiento de las aguas residuales son: La Demanda Química de Oxígeno (DQO), la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y el Oxígeno Disuelto (OD). (Rosabal et al., 2012).

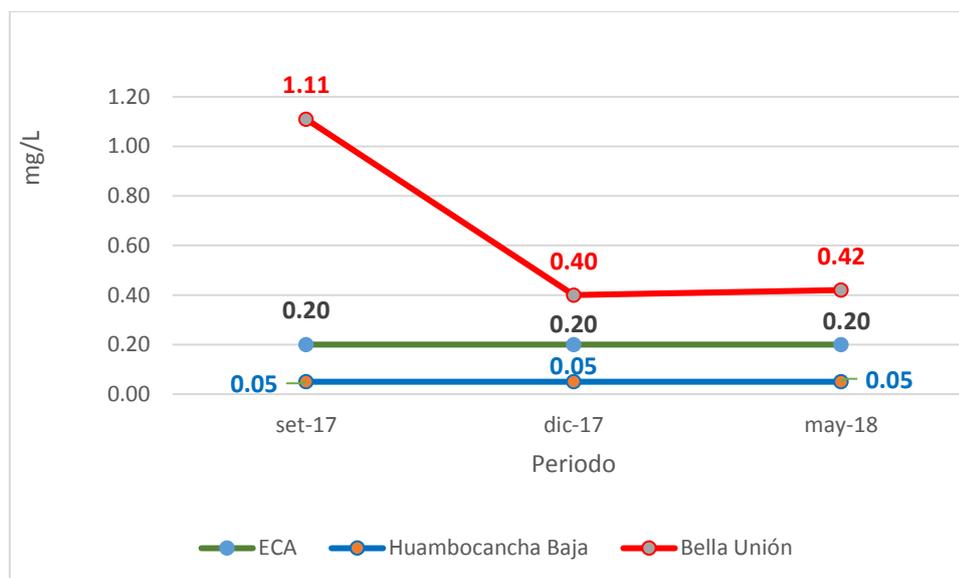


Figura 11. Variación de Detergentes Aniónicos

La Figura 11 establece que el ECA categoría 3 subcategoría D1 para detergentes aniónicos debe ser 0.2 mg/L. Se observa en Bella Unión valores superiores a lo normado, así para setiembre reporta 1.11 mg/L, es significativamente superior a lo establecido; mientras que en los meses de diciembre y mayo los resultados fueron 0.40 y 0.42 mg/L respectivamente. Siendo su media 0.64 mg/L.

En el monitoreo de Huambocancha Baja los valores se encuentran por debajo del ECA para categoría 3 subcategoría D1, registrando valores inferiores a lo establecido para los meses en estudio siendo estos < 0.01 mg/L.

En general, las concentraciones de detergentes aniónicos en aguas residuales domésticas oscilan entre 1 y 20 mg/l, mientras en aguas superficiales, las concentraciones no suelen superar 0.5 mg/l salvo en la proximidad de vertimientos de aguas residuales. Se ha comprobado que contenidos de

detergentes de 2,5 mg/l afectan al crecimiento de las plantas y concentraciones de 5-6 mg/l son tóxicas para algas y peces en general.

Los detergentes pueden impartir olor o sabor al agua a concentraciones de 0.4 a 3 mg/L. Son responsables de la formación de espumas en las aguas superficiales, la presencia de espuma sobre las aguas superficiales hace la aireación del agua difícil, disminuye los niveles de O₂, reduce los procesos de autopurificación y afecta adversamente a la biota acuática. (Martínez, 1996).

Está demostrado que la introducción de trazas de detergentes en ríos, lagos y embalses puede ser asimilada y acumulada por los organismos acuáticos residentes (Walker et al., 1996), convirtiendo a los detergentes en una de las fuentes de contaminación más agresivas de nuestros días (León, 2006 cita a Lannacone et al., 2002, Peña et al., 2001, Álvarez et al., 1999).

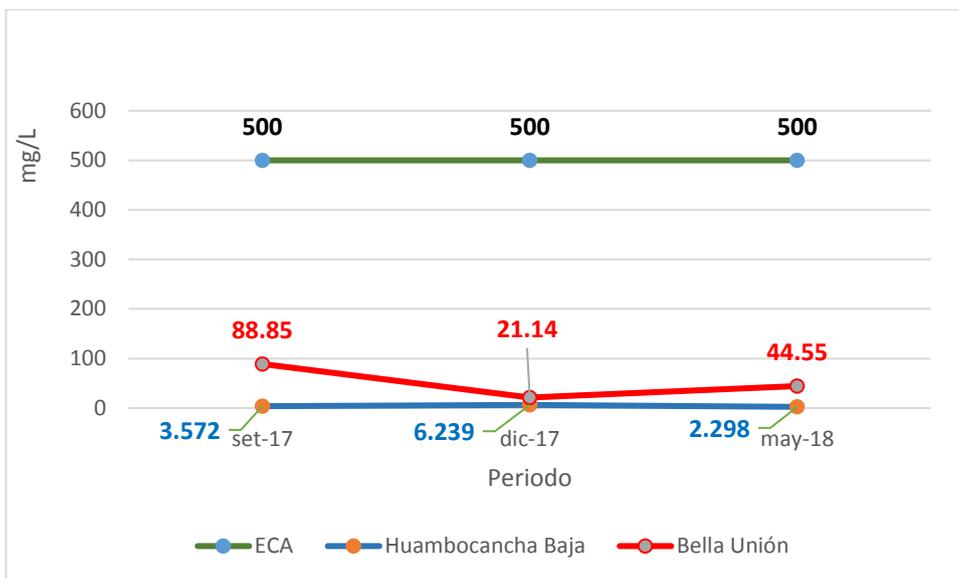


Figura 12. Variación de Cloruros (Cl⁻)

La Figura 12 muestra la relación establecida entre los dos puntos de monitoreo y los ECA categoría 3 subcategoría D1 para riego de vegetales la cual establece que la concentración de cloruros debe ser inferior a 500.0 mg/L.

Los valores obtenidos en los dos puntos de monitoreo son inferiores a los normados por el Estándar de Calidad Ambiental, sin embargo, se observa que para el punto de monitoreo Bella Unión hay un incremento considerable en su concentración con relación a Huambocancha Baja, observándose para el mes de setiembre una concentración de 88.85 mg/L, en setiembre 21.14 mg/L y en mayo 44.55 mg/L. Su media es 51.5 mg/L.

Los valores obtenidos en el punto de monitoreo Huambocancha Baja fueron muy inferiores a los normados por el ECA siendo para el mes de setiembre 3.57 mg/L, diciembre 6.24 mg/L y mayo 2.30 mg/L. Su media es 4.04 mg/L.

El cloruro no se oxida ni se reduce en aguas naturales. Más de 300 mg/L produce un sabor salado, pero no es perjudicial hasta unos miles mg/L; es esencial para la vida. (Custodio, 2001).

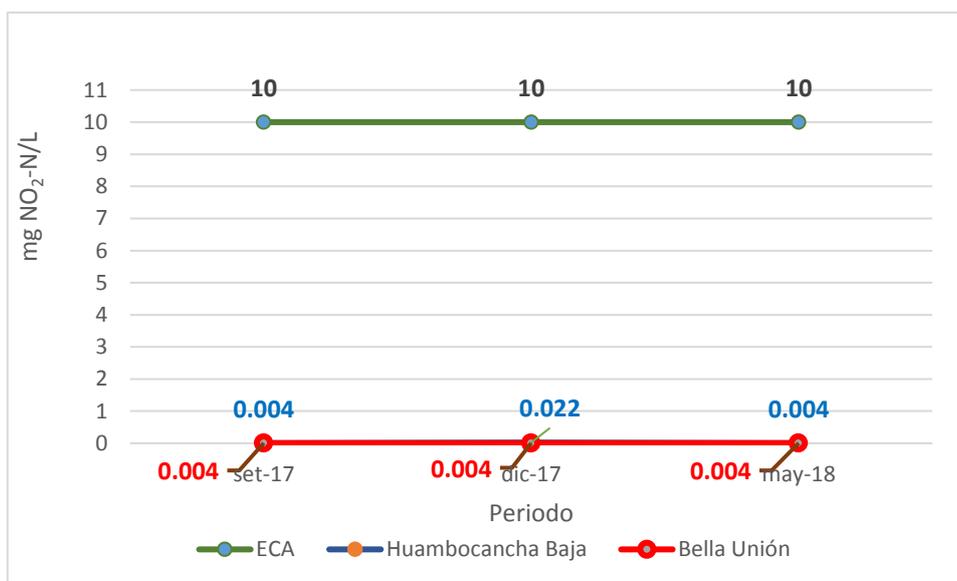


Figura 13. Variación de Nitritos (como N)

En la Figura 13 se muestra los dos puntos de monitoreo, los cuales presentan valores inferiores a los establecidos por el ECA para categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales, siendo éste de 10 mg NO₂-N/L.

La concentración de nitritos como se muestra en el presente gráfico, para el punto de monitoreo de Huambocancha Baja durante los meses de setiembre, diciembre y mayo fueron < 0.004, 0.022 y < 0.004 mg NO₂-N/L respectivamente. Se registra una media de 0.01 mg NO₂-N/L.

Para el punto de monitoreo de Bella Unión para los meses en estudio se registraron los siguientes valores < 0.004, < 0.004 y < 0.004 mg NO₂-N/L

respectivamente. Su media viene hacer 0.004 mg NO₂-N/L.

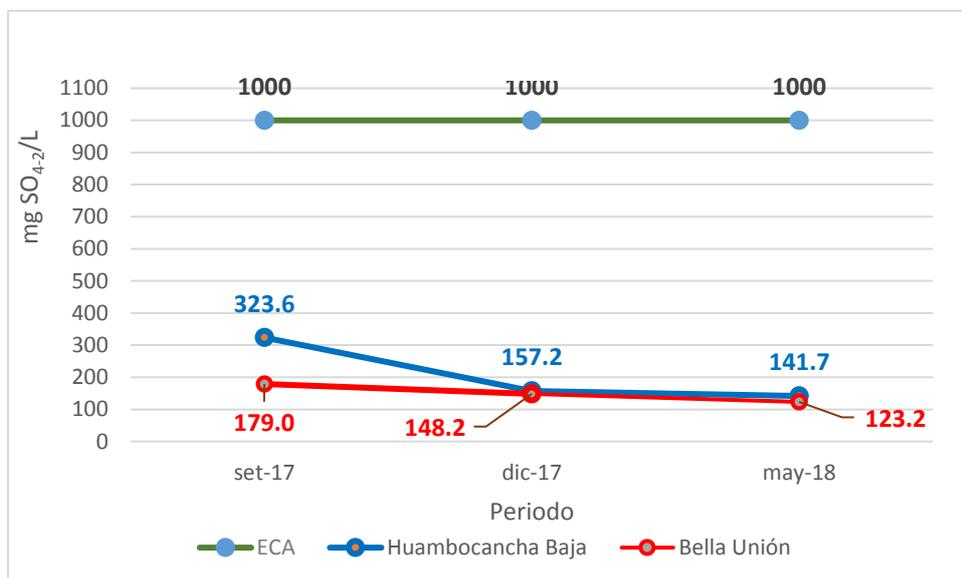


Figura 14. Variación de Sulfatos (SO₄₋₂)

La Figura 14 establece la relación entre el ECA categoría 3 subcategoría D1 (1000 mgSO₄₋₂/L) y los dos puntos de monitoreo, encontrándose dentro los límites normados.

Se observa que el punto de monitoreo Huambocancha Baja muestra valores relativamente superiores a los registrados al de Bella Unión, registrando para los meses de setiembre, diciembre y mayo 323.6, 157.2 y 141.7 mgSO₄₋₂/L respectivamente, siendo su media 207.50 mgSO₄₋₂/L.

Los valores obtenidos para la estación de monitoreo de Bella Unión son relativamente inferiores a los obtenidos para Huambocancha Baja. Reportando valores de 179.0, 148.2 y 123.2 mgSO₄₋₂/L para los meses de setiembre, diciembre y mayo respectivamente, su media es 150.1 mgSO₄₋₂/L.

En ambos puntos de monitoreo se observa mayor concentración de sulfatos en el mes de setiembre.

Los sulfatos se encuentran comúnmente en fuentes de agua naturales e incluso pueden encontrarse en grandes concentraciones de acuerdo al tipo de suelo, así como al tipo de efluentes. Debido a su alta solubilidad en el agua, el transporte de sulfatos a lo largo de la cuenca es favorable. Los sulfatos como tal no tienen efectos adversos ni tóxicos en el agua; sin embargo, una alta carga de sulfatos puede afectar el balance del ciclo natural del azufre (Matienzo, 2014 cita a Namasivayam, C. 2007).

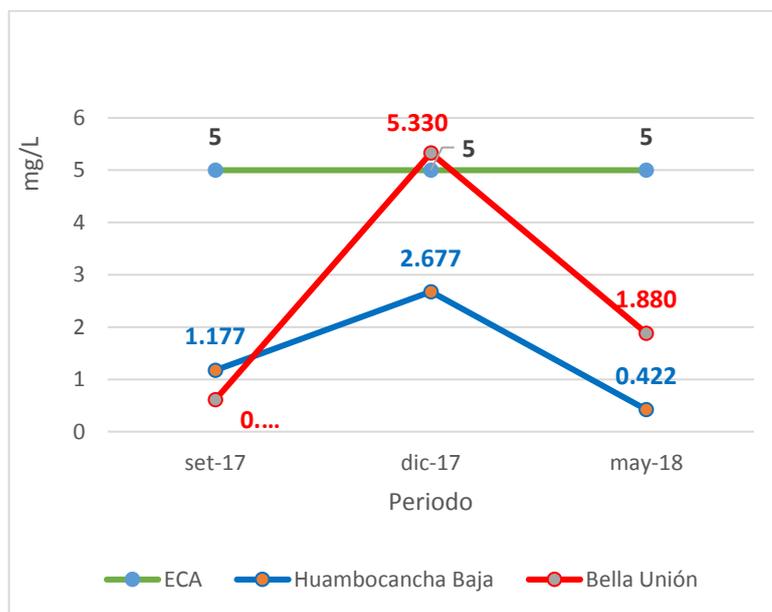


Figura 15. Variación de Aluminio (Al)

La Figura 15 establece la concentración máxima permitida 5 mg/L de aluminio en aguas categoría 3 subcategoría D1.

El punto de monitoreo de Bella unión es el que reporta mayor concentración de aluminio, apreciándose para diciembre su mayor concentración con 5.330 mg/L, superando lo establecido por el ECA, en el mes de setiembre 0.613 mg/L y mayo 1880 mg/L. Su media es 2.61 mg/L.

Sin embargo, el punto de monitoreo Huambocancha Baja se encuentra por debajo el límite establecido por el ECA 3 subcategoría D1, se puede observar concentraciones de 1.177 mg/L en setiembre, 2.677 mg/L en diciembre y 0.422 mg/L en mayo. Siendo su media 1.425 mg/L.

Se establece una relación de mayor concentración para ambos puntos de monitoreo para el mes de diciembre del referido metal.

El aluminio ocupa el tercer lugar en orden de abundancia entre los elementos de la corteza terrestre, formando parte de minerales, rocas y arcillas. Esta amplia distribución es la causa de la presencia del aluminio en casi todas las aguas naturales como sal soluble, coloide o compuesto insoluble. El aluminio soluble, coloidal e insoluble puede encontrarse también en aguas tratadas o en aguas residuales como residuo de la coagulación con material que contiene aluminio. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

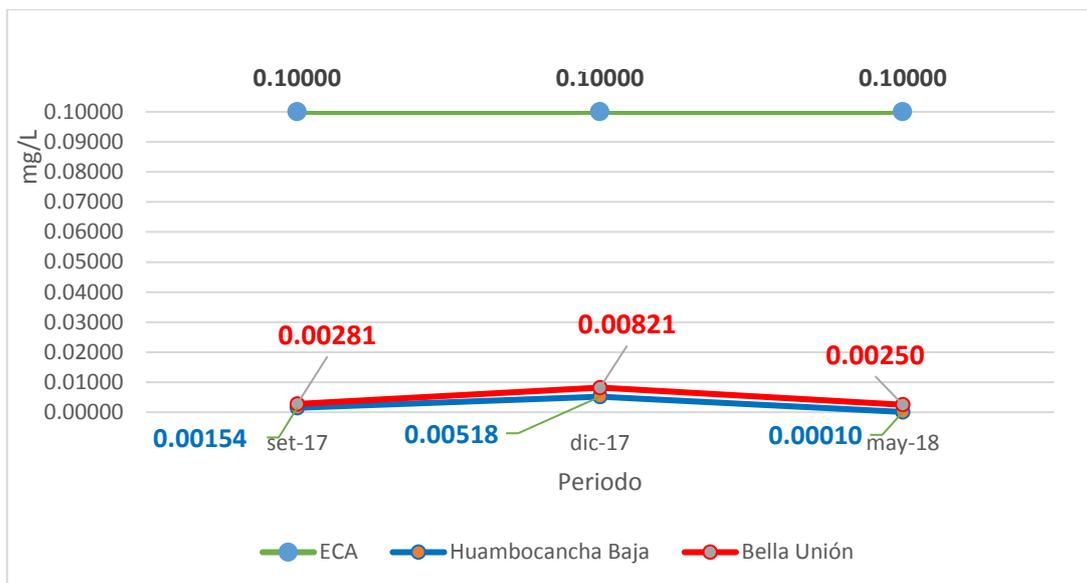


Figura 16. Variación de Arsénico (As)

La Figura 16 muestra el valor permitido por el ECA categoría 3 subcategoría D1 para arsénico es de 0.1 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo (RMash1 y RMash2) se encuentran por debajo de lo normado.

El punto de monitoreo de Bella Unión presenta un ligero incremento de concentración en los tres meses de estudio, registrando en setiembre 0.00281 mg/L, en diciembre 0.00821 mg/L y mayo 0.00250 mg/L. Su media es 0.00451.

Huambocancha Baja registra los siguientes valores 0.00154 mg/L, 0.00518 mg/L y 0.00010 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Su media es 0.00227 mg/L.

Los metales pesados y el arsénico se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre, en forma de minerales, sales u otros compuestos, pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas tróficas (Mancilla et al., 2012 cita a Rooney et al. 2006, Zhao et al.

2006); pasan a la atmósfera por volatilización y movilizarse hacia el agua superficial o subterránea. No son degradados fácilmente de forma natural o biológica ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos. (Abollino et al. 2002 citado por (Mancilla et al., 2012).

En el entorno natural, el arsénico está presente en cantidades bastante abundantes en la corteza terrestre y en cantidades reducidas en la roca, el suelo, agua y aire. Está presente en numerosos minerales. (GreenFacts, 2001).

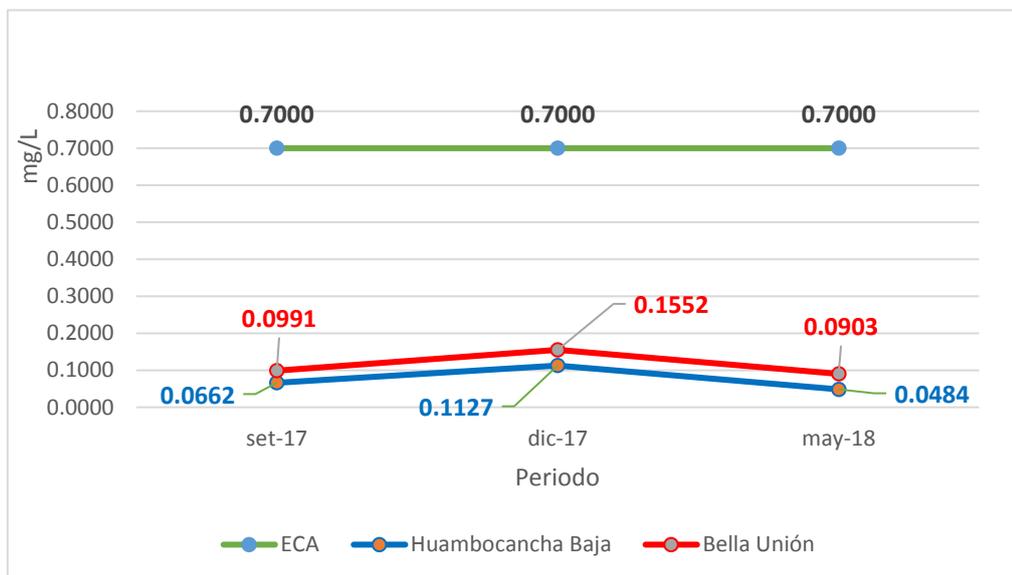


Figura 17. Variación de Bario (Ba)

La Figura 17 establece una concentración máxima para bario de 0.7 mg/L para el ECA categoría 3 subcategoría D1, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo en estudio se encuentran por debajo de lo normado.

El punto de monitoreo de Bella Unión presenta un ligero incremento de concentración en los tres meses de estudio, registrando en el mes de setiembre

0.0991 mg/L, en diciembre 0.1552 mg/L y mayo 0.0903 mg/L. Su media es 0.1149.

Huambocancha Baja registra valores de 0.0662 mg/L, 0.1127 mg/L y 0.0484 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Su media es 0.0758.

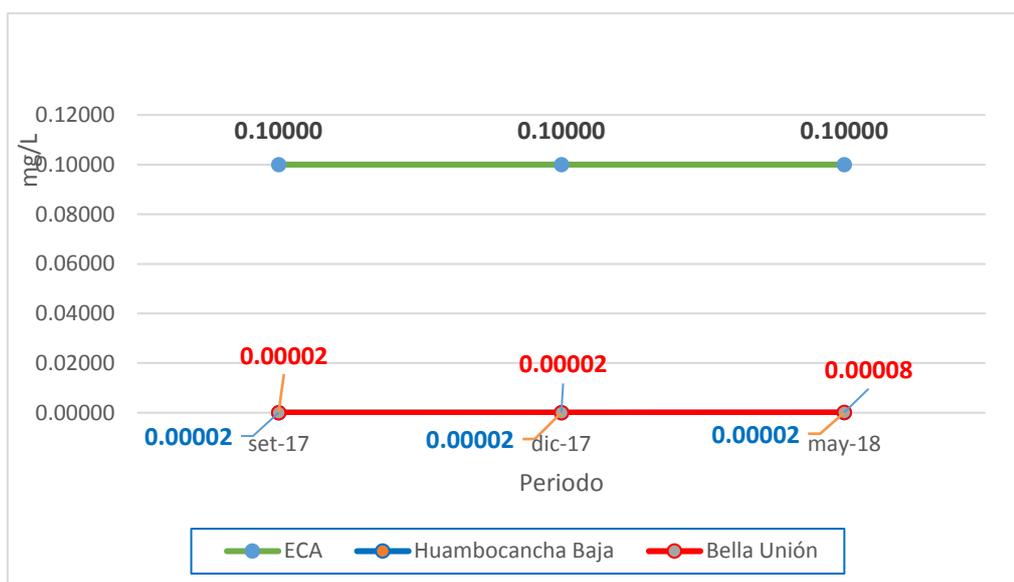


Figura 18. Variación de Berilio (Be)

La Figura 18 establece el valor permitido en el ECA categoría 3 subcategoría D1 para berilio siendo 0.1 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo (RMash1 y RMash2) se encuentran por debajo de lo normado.

El punto de monitoreo Bella Unión muestra en setiembre una concentración de < 0.00002 mg/L, en diciembre < 0.00002 mg/L y mayo 0.00008 mg/L.

Huambocancha Baja registra las concentraciones < 0.00002 mg/L, < 0.00002 mg/L y < 0.00002 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.

El berilio y sus compuestos son muy tóxicos y en concentraciones elevadas pueden causar la muerte. La enfermedad ocasionada por el berilio puede tomar también la forma de dermatitis, conjuntivitis (enfermedad ocular), neumonía aguda (enfermedad pulmonar) y beriliosis pulmonar crónica. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

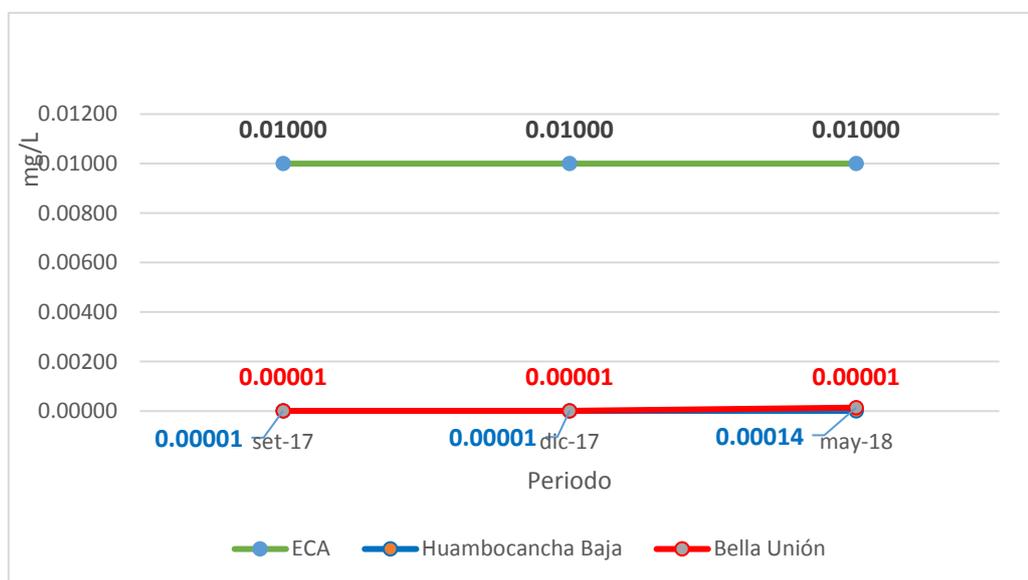


Figura 19. Variación de Cadmio (Cd)

La Figura 19 establece el ECA categoría 3 subcategoría D1 con una concentración máxima para cadmio de 0.01 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo en estudio se encuentran por debajo de lo establecido.

El punto de monitoreo Bella Unión registra las siguientes concentraciones en los tres meses de estudio, en setiembre una concentración de < 0.00001 mg/L, en diciembre < 0.00001 mg/L y mayo 0.00014 mg/L.

Huambocancha Baja registra las siguientes concentraciones < 0.00001 mg/L, < 0.00001 mg/L y < 0.00001 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.

El cadmio como fuente de polución en el ambiente, proviene primariamente de efluentes industriales (fundición del cobre, zinc, plomo u níquel) y municipales, así como de la deposición atmosférica procedente de la combustión de plásticos, combustibles de autos, gomas y del humo de tabaco (Cousillas, 2007).

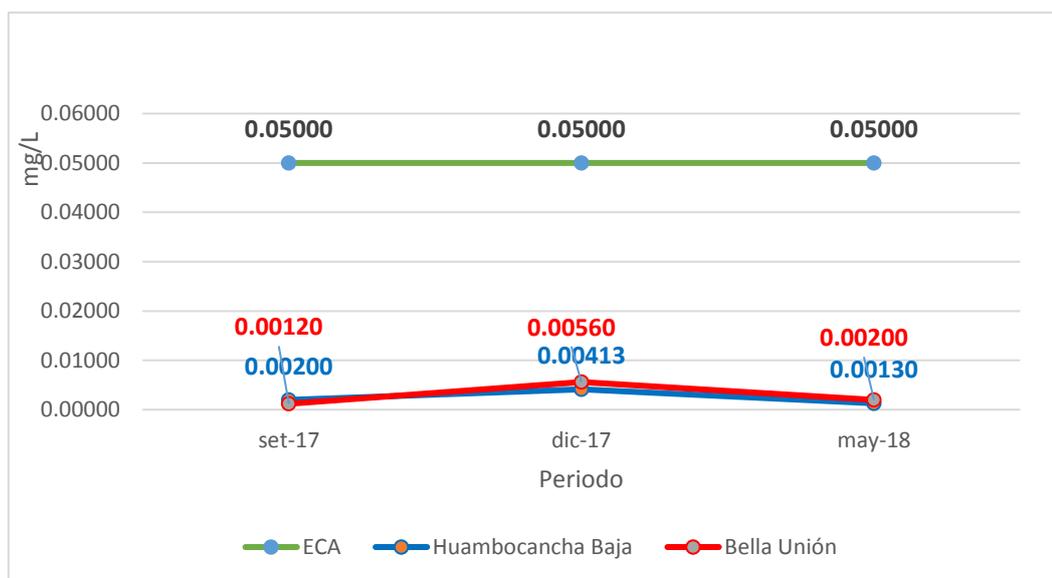


Figura 20. Variación de Cobalto (Co)

La Figura 20 muestra al ECA categoría 3 subcategoría D1 para cobalto con un límite de 0.05 mg/L.

Huambocancha Baja registra los siguientes valores 0.002 mg/L, 0.00413 mg/L y 0.0013 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Siendo su media 0.002477 mg/L.

El punto de monitoreo de Bella Unión presenta las siguientes concentraciones para los tres meses de estudio, siendo para el mes de setiembre 0.0012 mg/L, para diciembre 0.0056 mg/L y mayo 0.002 mg/L.

El cobalto se encuentra en las aguas naturales normalmente en una proporción < 10 µg/l. En las aguas residuales puede haber proporciones más altas. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

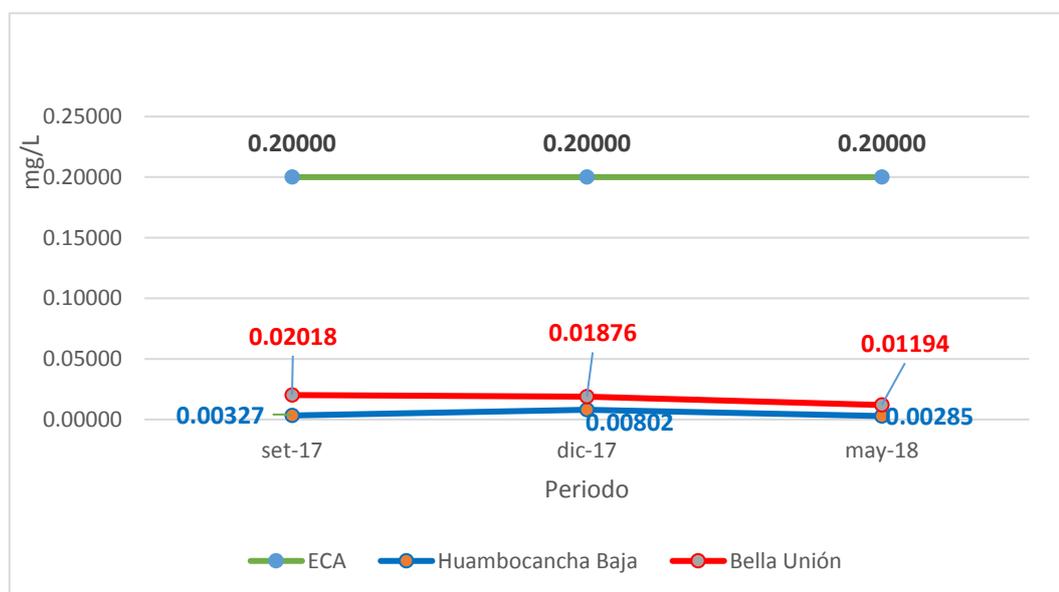


Figura 21. Variación de Cobre (Cu)

En la Figura 21 se muestra que los dos puntos de monitoreo están dentro lo normado por el ECA categoría 3 subcategoría D1 siendo ésta de 0.2 mg/L.

El punto de monitoreo de Bella Unión presenta en el mes de setiembre una concentración de 0.02018 mg/L, en diciembre 0.01876 mg/L y mayo 0.01194 mg/L.

Huambocancha Baja registra las siguientes concentraciones 0.00327 mg/L, 0.00802 mg/L y 0.00285 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.

El cobre es esencial para los seres humanos; se calcula en 2,0 mg la necesidad diaria de cobre para una persona adulta. Las sales de cobre se utilizan en los sistemas de suministro de agua para control de crecimientos biológicos en depósitos y tuberías de distribución y para catalizar la oxidación de manganeso. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

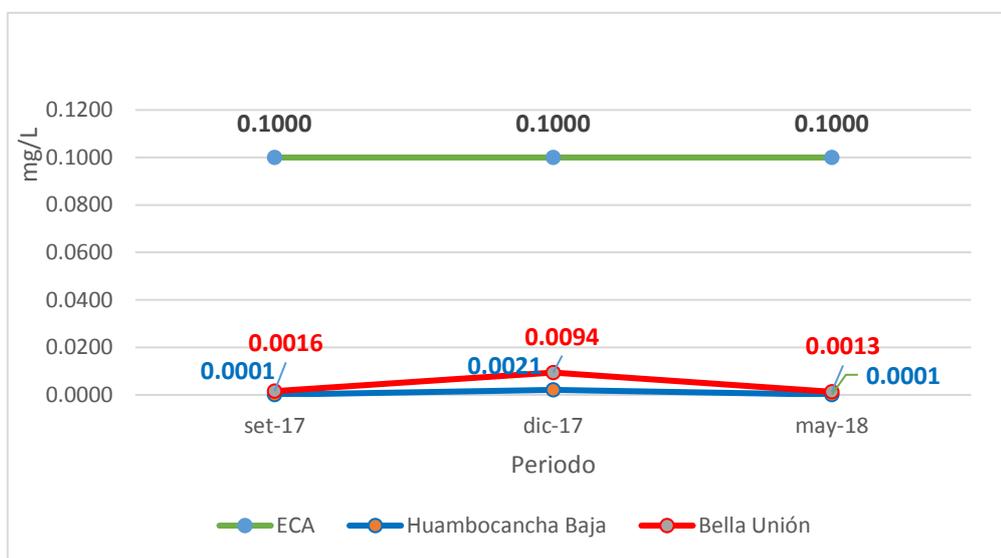


Figura 22. Variación de Cromo (Cr)

La Figura 22 muestra el valor permitido en el ECA categoría 3 subcategoría D1 para Cromo es de 0.1 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo RMash1 y RMash2 se encuentran por debajo de lo normado.

Las concentraciones obtenidas en el punto de monitoreo de Bella Unión registran en el mes de setiembre una concentración de 0.0016 mg/L, en diciembre 0.0092 mg/L y mayo 0.0013 mg/L. Siendo su media 0.00410.

Huambocancha Baja registra concentraciones de < 0.0001 mg/L, 0.0021 mg/L y < 0.0001 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Su media es 0.000767.

El cromo es un elemento natural ubicuo, que se encuentra en rocas, plantas, suelos, animales y en los humos y gases volcánicos. Por su alta reactividad, el cromo metálico no se encuentra libre en la naturaleza (Cousillas, 2007).

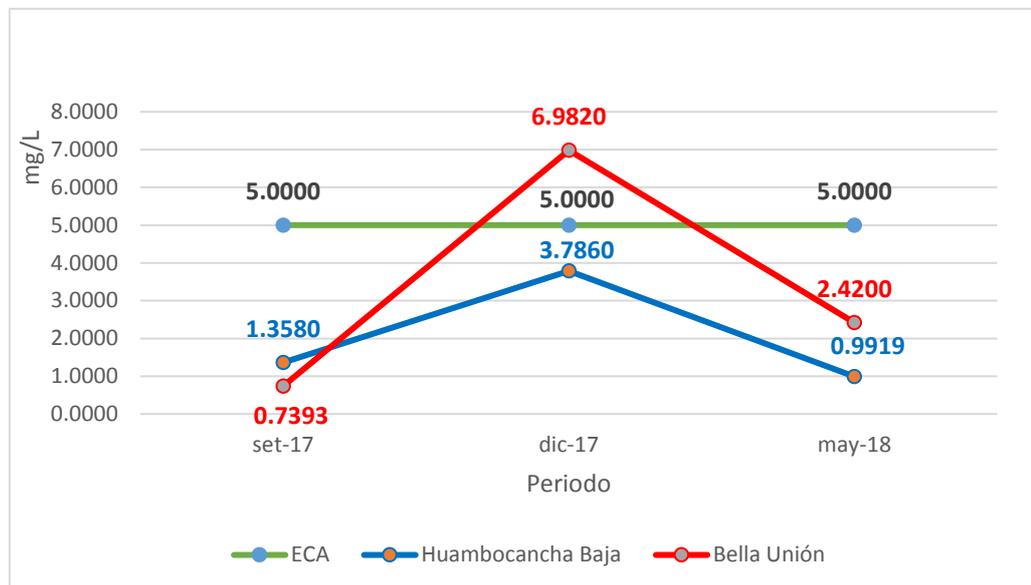


Figura 23. Variación de Hierro (Fe)

La Figura 23 muestra la concentración establecida por el ECA categoría 3 subcategoría D1 dentro de los límites aceptables para hierro es 5 mg/L.

El monitoreo de agua del punto de monitoreo Huambocancha Baja, se encuentra dentro de lo establecido por el ECA, apreciándose concentraciones para el mes de setiembre 1.3580 mg/L, en diciembre 3.7860 mg/L y 0.9919 mg/L en mayo. Se deduce una media de 2.045 mg/L.

En cuanto a las concentraciones de hierro en el punto de monitoreo de Bella Unión muestra una elevación sobre lo establecido por el ECA en el mes de diciembre de 6.9820 mg/L, siendo las concentraciones de 0.7393 mg/L y 2.42 mg/L, para los meses de setiembre y mayo respectivamente. Su media es 3.38 mg/L.

El hierro es considerado un micronutriente importante para el funcionamiento celular de plantas, animales y algunos microorganismos, además es elemento clave para citocromos y proteínas implicadas en el transporte de electrones, los cuales estimulan y favorecen la proliferación de estos organismos. (Arcos et al., 2010).

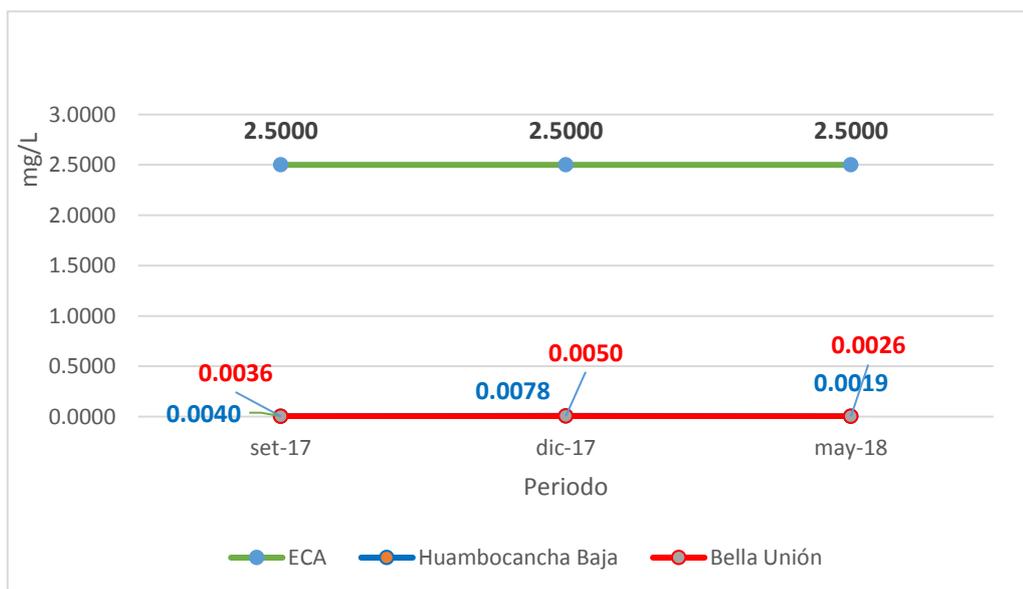


Figura 24. Variación de Litio (Li)

La Figura 24 establece una concentración máxima para Litio de 2.5 mg/L según el ECA categoría 3 subcategoría D1, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo en estudio se encuentran por debajo de lo establecido.

El punto de monitoreo Bella Unión registra las siguientes concentraciones en los tres meses de estudio, en setiembre una concentración de 0.0036 mg/L, en diciembre 0.005 mg/L y mayo 0.0026 mg/L.

Huambocancha Baja registra las siguientes concentraciones 0.004 mg/L, 0.0078 mg/L y 0.0019 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.

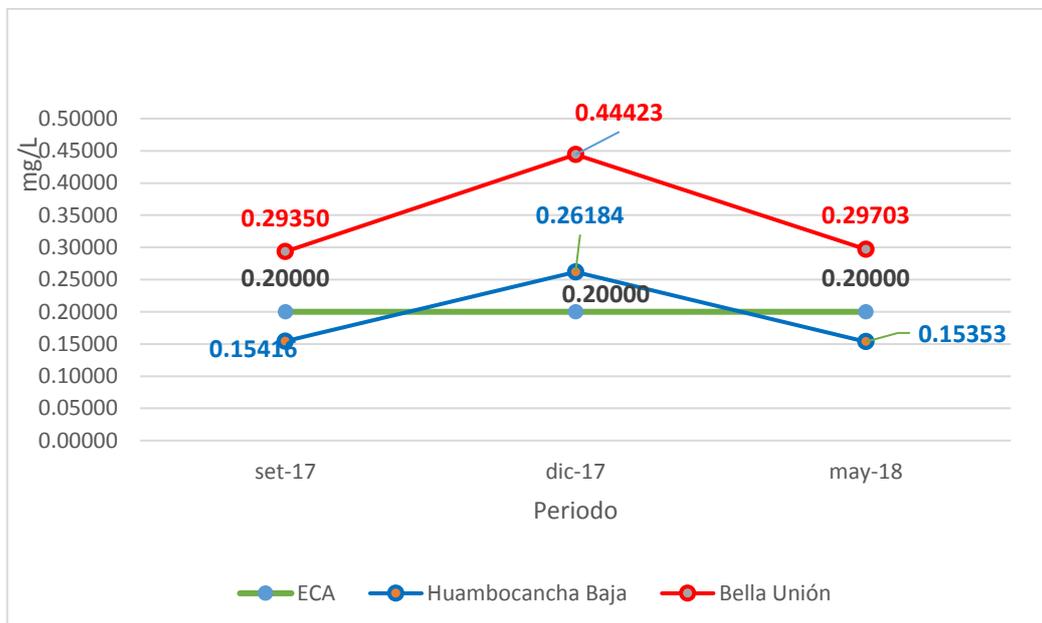


Figura 25. Variación de Manganeseo (Mn)

La Figura 25 muestra la concentración normada por el ECA categoría 3 subcategoría D1 para el Manganeseo siendo 0.2 mg/L, y su relación con los puntos en estudio.

Se observa que Bella Unión registra concentraciones sobre lo normado por el ECA en los tres meses monitoreados, siendo como sigue: setiembre 0.29350 mg/L, diciembre 0.44423 mg/L y mayo 0.29703 mg/L. Su media es 0.3449 mg/L.

Huambocancha Baja registra en diciembre una concentración de 0.26184 mg/L, superando lo normado, sin embargo, para setiembre (0.15416 mg/L) y mayo (0.15353 mg/L) las concentraciones encuentran en lo normado. Su media es 0.1898 mg/L.

El manganeso se encuentra en las aguas residuales domésticas, efluentes industriales y corrientes receptoras. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

La oxidación del manganeso soluble tiene lugar en sedimentos, su oxidación química solo se produce a un pH >8 y en presencia de oxígeno originando el ion mangánico tetravalente. Este ion tetravalente forma un dióxido (MnO_2) insoluble en agua que no puede ser asimilado directamente por las plantas y microorganismos. (Arcos et al., 2010).

La presencia de manganeso, hierro y aluminio están asociados tanto a la configuración geológica e hidrológica de la cuenca como a la actividad agrícola y ganadera. (Arcos et al., 2010) cita a Aguirre, N., 2002).

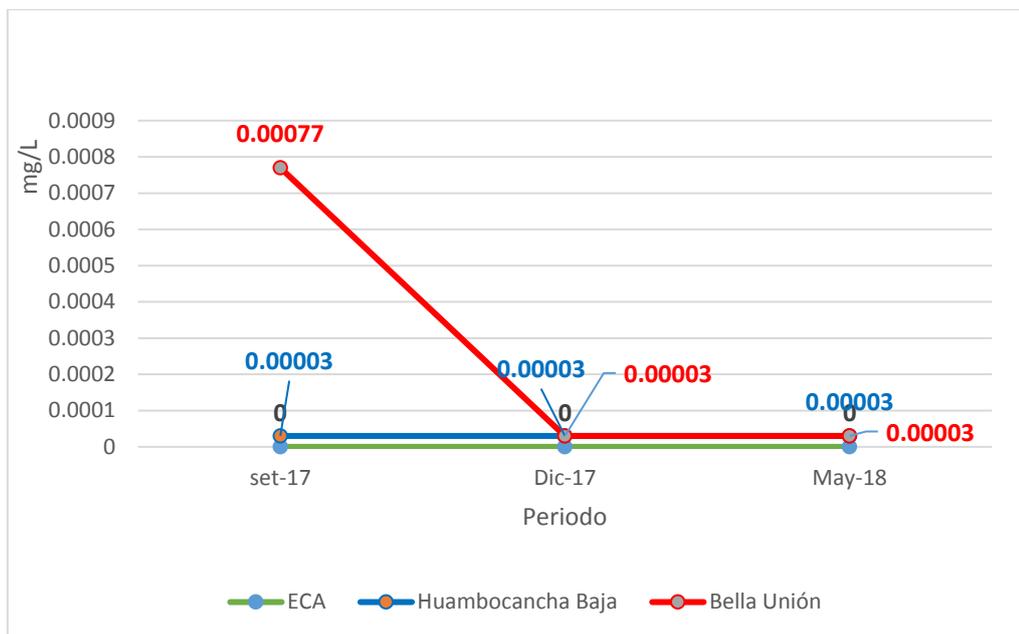


Figura 26. Variación de Mercurio (Hg)

Se muestra en la Figura 26 el ECA categoría 3 subcategoría D1 con una concentración máxima para Mercurio de 0.001 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo se encuentran por debajo de lo establecido.

Sin embargo, el punto de monitoreo Bella Unión registra en el mes de setiembre un incremento en su concentración siendo 0.00077 mg/L y se observa su decremento en los meses de diciembre < 0.00003 mg/L y mayo < 0.00003 mg/L.

El punto de monitoreo de Huambocancha Baja registra concentraciones inferiores a lo normado para los tres meses en estudio siendo < 0.00003 mg/L.

Se encontró que el mercurio y algunos compuestos inorgánicos de mercurio pueden ser metilados por bacterias anaerobias en el lodo del fondo de los lagos y también por los peces y los mamíferos. Por lo que, los desechos que contienen

mercurio o sus derivados que se han ido acumulando en los fondos ranosos de los lagos constituyen fuentes potenciales de contaminación y por procesos bioquímicos pueden incorporarse a las diversas cadenas alimenticias. Además, los compuestos de mercurio son del tipo de sustancias acumulables en los organismos y pueden llegar a alcanzar concentraciones lo suficientemente altas para ser venenosas (Fondo para la Contaminación y la Educación Ambiental, 2007).

En los ríos y lagos contaminados con mercurio, se han registrado niveles de hasta 0,03 mg/L (Robertson & Dreisbach, 1988).

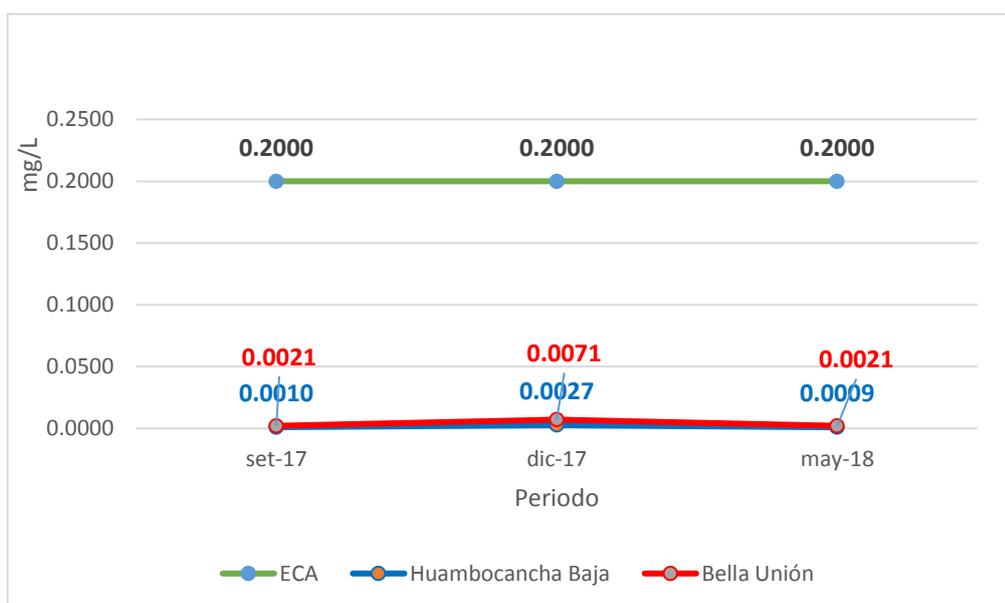


Figura 27. Variación de Níquel (Ni)

La Figura 27 muestra la concentración máxima por el ECA categoría 3 subcategoría D1 para Níquel es 0.2 mg/L. Las concentraciones obtenidas para los dos puntos de monitoreo en estudio se encuentran por debajo de lo establecido.

El punto de monitoreo Bella Unión registra las siguientes concentraciones en los tres meses de estudio, en setiembre una concentración de 0.0021 mg/L, en diciembre 0.0071 mg/L y mayo 0.0021 mg/L.

Huambocancha Baja registra las siguientes concentraciones 0.001 mg/L, 0.027 mg/L y 0.0009 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.

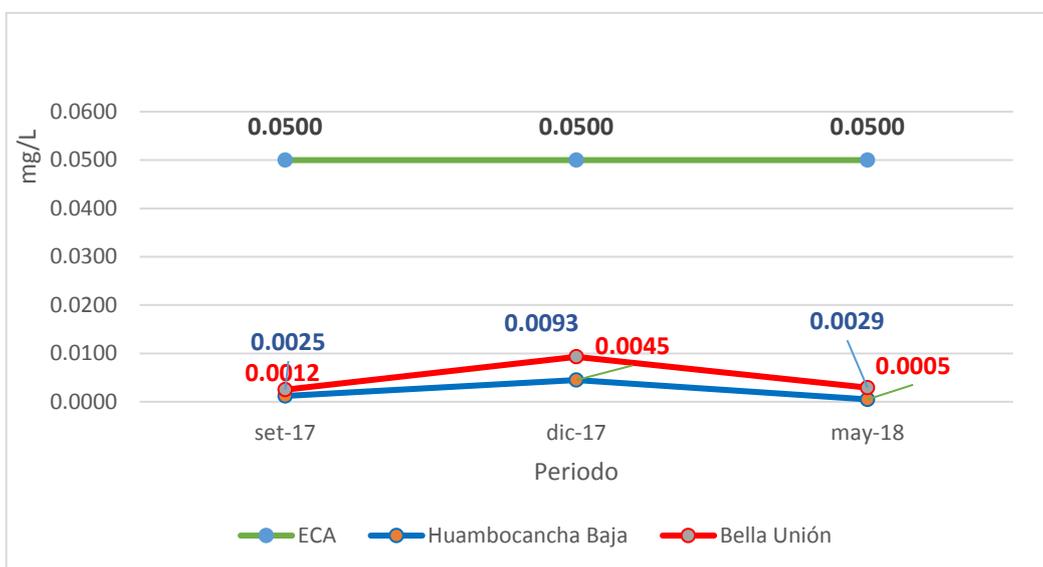


Figura 28. Variación de Plomo (Pb)

Se muestra en la Figura 28 el valor permitido por el ECA categoría 3 subcategoría D1 para Plomo que de 0.05 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo RMash1 y RMash2 se encuentran por debajo de lo normado.

El punto de monitoreo Bella Unión registra concentraciones en: setiembre 0.0025 mg/L, en diciembre 0.0093 mg/L y mayo 0.0029 mg/L. Siendo su media 0.00490.

Las concentraciones del monitoreo de Huambocancha Baja son: 0.0012 mg/L (setiembre), 0.0045 mg/L (diciembre) y 0.0005 mg/L (mayo). Su media es 0.00207.

La contaminación del agua se da por los vertimientos de aguas residuales que contienen desechos de plomo derivados de la industria. Así mismo por partículas contaminadas del suelo que son arrastradas hacia las fuentes de agua (Molina, Aguilar, & Cordovez, 2010).

Entre las fuentes de plomo en el agua de superficie o en sedimentos están la deposición de polvo que contiene plomo desde la atmósfera, el agua residual de industrias que manejan plomo (principalmente las industrias de hierro y acero y las que manufacturan plomo), agua de escorrentía en centros urbanos y apilamientos de minerales. Algunos compuestos de plomo son transformados a otras formas de plomo por la luz solar, el aire y agua. Sin embargo, el plomo elemental no puede ser degradado. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016).

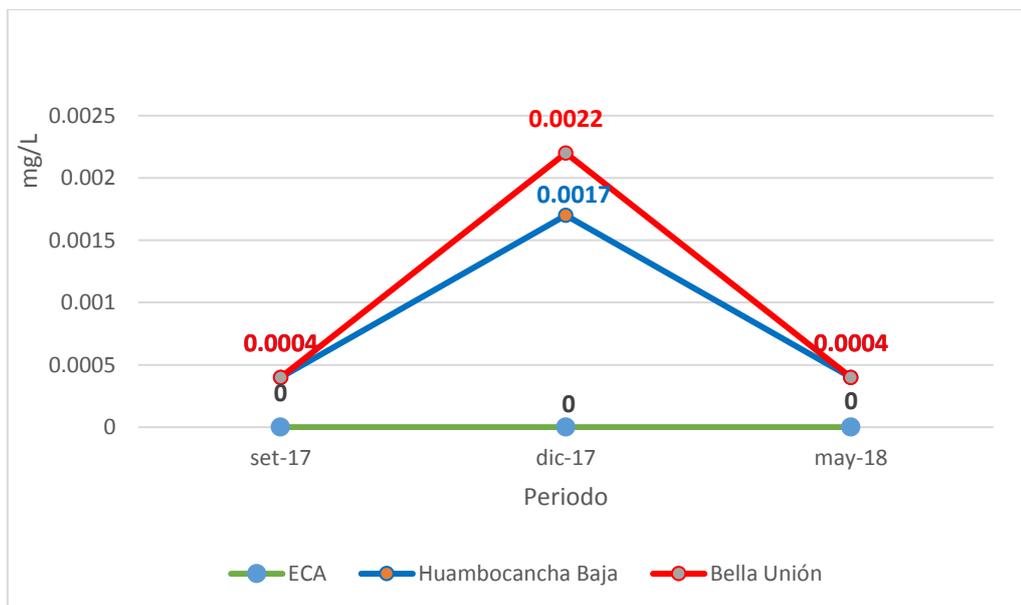


Figura 29. Variación de Selenio (Se)

Se muestra en la Figura 29 el ECA categoría 3 subcategoría D1 para Selenio siendo de 0.02 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo RMash1 y RMash2 se encuentran por debajo de lo establecido.

El punto de monitoreo Bella Unión registra las siguientes concentraciones en los tres meses de estudio, en setiembre una concentración de < 0.0004 mg/L, en diciembre 0.0022 mg/L y mayo < 0.0004 mg/L.

Las concentraciones registradas en el punto de monitoreo Huambocancha Baja son las siguientes < 0.0004 mg/L, 0.0017 mg/L y < 0.0004 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.

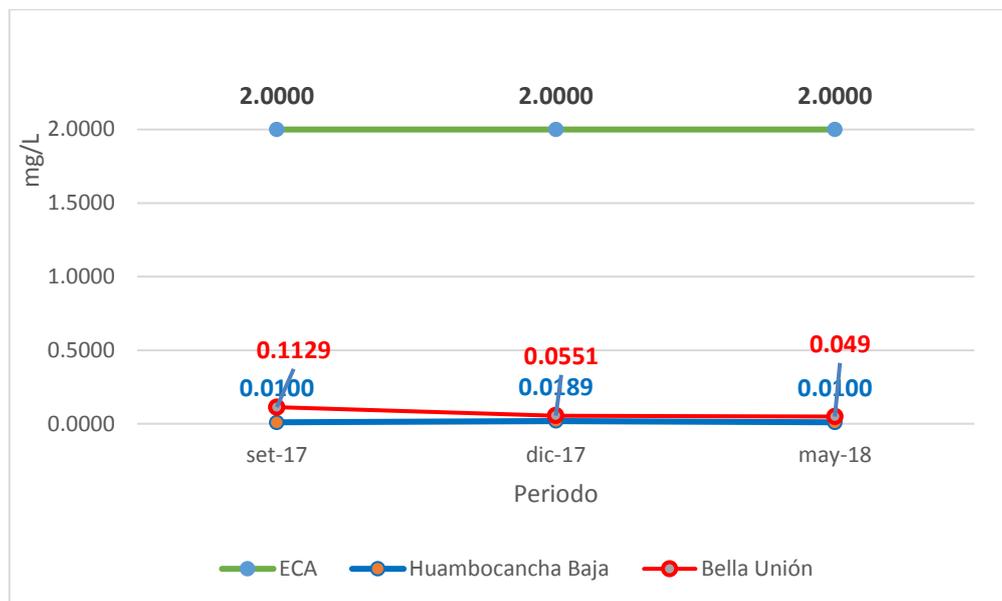


Figura 30. Variación de Zinc (Zn)

La Figura 30 muestra la relación de las concentraciones registradas en los dos puntos de monitoreo las cuales son inferiores a los establecidos por el ECA categoría 3 subcategoría D1 para Zinc siendo 2 mg/L.

El punto de monitoreo de Huambocancha Baja registra concentraciones < 0.0100 mg/L (setiembre), 0.0189 mg/L (diciembre) y < 0.0100 mg/L (mayo).

Se observa también en el punto de monitoreo de Bella Unión concentraciones dentro de lo normado por el ECA, registrando para el mes de setiembre 0.1129 mg/L, diciembre 0.0551 mg/L y mayo 0.0490 mg/L.

El zinc es un nutriente de importancia para el crecimiento y desarrollo de plantas y animales, pero una elevada concentración de este puede ser perjudicial para el ecosistema acuático. Naturalmente el zinc se encuentra adsorbido en superficies minerales, en carbonatos y complejos orgánicos y su reactividad depende del pH y la temperatura por esto en condiciones

ambientales se caracteriza por su baja solubilidad. (Matienzo, 2014 cita a Environmental Protection división of British Columbia).

4.1.1.2 Parámetros Microbiológicos:

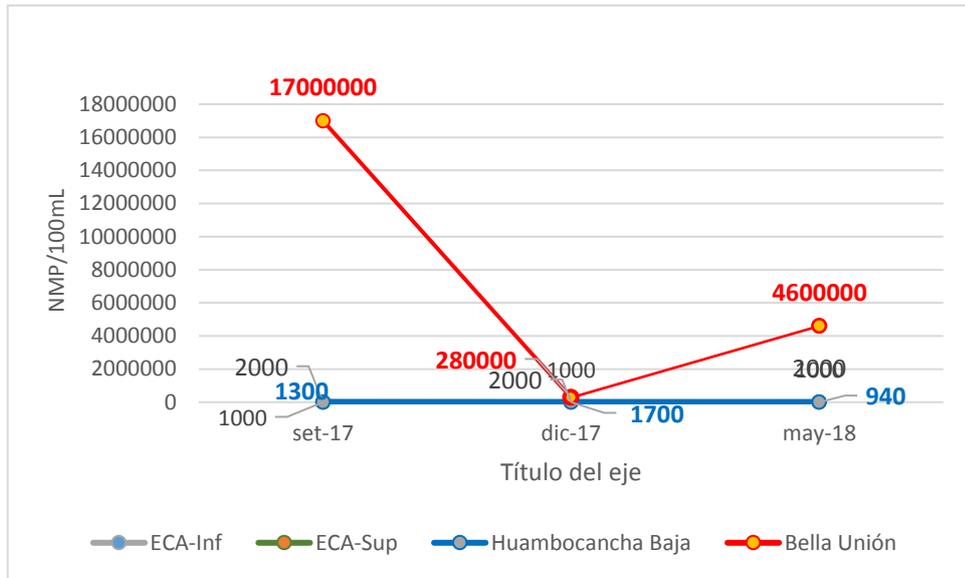


Figura 31. Coliformes Termotolerantes

La Figura 31 muestra las concentraciones para Coliformes Termotolerantes para los dos puntos de monitoreo que sobrepasan considerablemente lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental categoría 3 subcategoría D1 (1000 NMP/100 mL).

La figura muestra en el punto de monitoreo Huambocancha Baja concentraciones superiores a lo normado por el ECA para los meses de setiembre 1,300.0 NMP/100 mL y diciembre 1,700.0 NMP/100 mL, reportando en mayo 940 NMP/100 mL concentración aceptable por el ECA. Siendo su media 1,313.0 NMP/100 mL.

El punto de monitoreo Bella Unión presenta concentraciones extremadamente elevadas a lo establecido por el ECA, debido a la aportación directa de las descargas de aguas residuales de la ciudad de Cajamarca hacia el río Mashcón sin previo tratamiento, reportando para los meses en estudio concentraciones de 17'000,000 NMP/100 mL, 280,000 NMP/100 mL y 4'600,000 NMP/100 mL, correspondientes a los meses de setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Siendo su media 7'293,333 NMP/100 mL.

Los coliformes termotolerantes integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de estos últimos, en que son indol positivo. La presencia de estos microorganismos indica la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen coliformes termotolerantes que están presentes en la microbiota intestinal, siendo *E. coli* la más representativa, con 90-100%. (Larrea et al., 2013 cita a Carrillo, E. 2008).

Se denominan coliformes termotolerantes porque soportan temperaturas hasta de 45°C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen. Comprenden los géneros de *Escherichia* y en menor grado *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. El drenaje municipal típico puede contener de 10 a 100 millones de bacterias coliformes por 100 mL. (Martínez, 1996 cita a Narváez, S., et al. 2018).

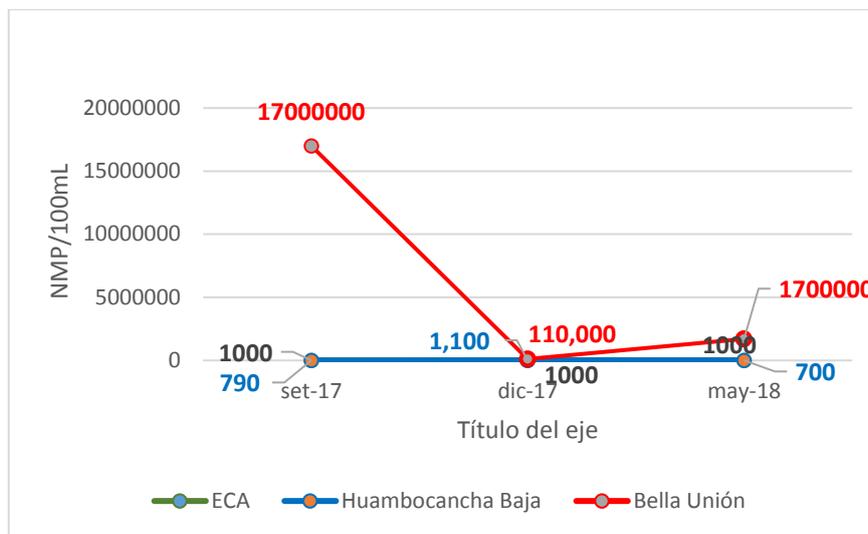


Figura 32. Variación de *Escherichia coli*

Se establece en la presente Figura 32 el ECA categoría 3 subcategoría D1 para *Escherichia coli* con una concentración máxima de 1000 NMP/100 mL. Los dos puntos de monitoreo sobrepasan considerablemente la concentración normada.

El punto de monitoreo Huambocancha Baja presenta concentraciones superiores a lo normado por el ECA en el mes de diciembre con 1,100.0 NMP/100 mL, y para los meses de setiembre 790 NMP/100 mL y mayo 700 NMP/100 mL concentraciones aceptables dentro lo establecido por el ECA. Su media es 863 NMP/100 mL.

El punto de monitoreo Bella Unión presenta concentraciones extremadamente elevadas a lo establecido por el ECA, esto debido a las descargas de aguas residuales de la ciudad de Cajamarca hacia el río Mashcón sin previo tratamiento, se reporta para el mes de setiembre concentraciones de 17'000,000 NMP/100 mL, para diciembre concentraciones de 110,000

NMP/100 mL y para mayo concentraciones de 1'700,000 NMP/100 mL. Su media es 6'270,000 NMP/100 mL.

Escherichia coli, es el principal indicador bacteriano en el agua. Estudios efectuados han demostrado que la *Escherichia coli* está presente en las heces de los humanos y animales de sangre caliente entre 10⁸ y 10⁹ por gramo de heces. (DIGESA-GESTA., 2011). Los patógenos asociados con estas descargas, subsecuentemente se distribuyen a través del cuerpo de agua, representando un riesgo para los usuarios del recurso río abajo. El drenaje municipal típico puede contener de 1 a 50 millones de *Escherichia coli* por 100 mL. (Martínez, J., 1996).

Escherichia coli y coliformes totales están estrechamente vinculadas a los residuos orgánicos de origen fecal tanto humanos como animales (Gamarra et al., 2018 cita a Gremmell y Schmidt, 2012).

Escherichia coli es un huésped normal del aparato digestivo. No obstante, se han aislado *E. coli* productores de enfermedades de agua corriente, fuentes de agua potable y corrientes de montaña. Estos microorganismos se encuentran en todo el mundo. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

4.2 Estadística de parámetros físicoquímicos entre los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión.

Tabla 7

*Comparación estadística de parámetros físicoquímicos entre los puntos de
monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión*

| Variable | Zona | Media | Desv. Est. | Coef. Var% |
|---|-------------------|----------|------------|------------|
| Oxígeno Disuelto mg O ₂ /L | Huambocancha Baja | 7.063 | 0.420 | 5.95 |
| | Bella Unión | 3.427 | 1.317 | 38.44 |
| pH Unidad de pH | Huambocancha Baja | 7.9333 | 0.0850 | 1.07 |
| | Bella Unión | 7.340 | 0.195 | 2.66 |
| Temperatura °Celsius | Huambocancha Baja | 16.28 | 2.37 | 14.55 |
| | Bella Unión | 18.767 | 1.349 | 7.19 |
| Conductividad Eléctrica us/cm | Huambocancha Baja | 472.6 | 171.3 | 36.24 |
| | Bella Unión | 791 | 354 | 44.73 |
| Aceites y Grasas mg/L | Huambocancha Baja | 1,0000 | 0.000000 | 0.00 |
| | Bella Unión | 12.80 | 12.03 | 94.01 |
| Bicarbonato mg HCO ₃ /L | Huambocancha Baja | 27.97 | 7.37 | 26.34 |
| | Bella Unión | 208.3 | 131.8 | 63.26 |
| Cianuro Wad mg CN-/L | Huambocancha Baja | 0.001000 | 0.000000 | 0.00 |
| | Bella Unión | 0.00267 | 0.00289 | 108.25 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | Huambocancha Baja | 2.0000 | 0.000000 | 0.00 |
| | Bella Unión | 153.3 | 159.5 | 104.01 |
| Demanda Química de Oxígeno | Huambocancha Baja | 9.00 | 6.00 | 66.67 |
| | Bella Unión | 290 | 271 | 93.29 |
| Detergentes aniónicos mg/L | Huambocancha Baja | 0.010000 | 0.000000 | 0.00 |
| | Bella Unión | 0.643 | 0.404 | 62.84 |
| Cloruros, Cl- mg/L | Huambocancha Baja | 4.04 | 2.01 | 49.83 |
| | Bella Unión | 51.5 | 34.4 | 66.76 |
| Nitritos (como N) mg NO ₂ - N/L | Huambocancha Baja | 0.01000 | 0.01039 | 103.92 |

| | | | | |
|--|-------------------|----------|----------|--------|
| | Bella Unión | 0.004000 | 0.000000 | 0.00 |
| Sulfatos, SO ₄ -2 mg SO ₄₋₂ /L | Huambocancha Baja | 207.5 | 100.8 | 48.60 |
| | Bella Unión | 150.1 | 28.0 | 18.62 |
| Aluminio (Al) mg/L | Huambocancha Baja | 1.425 | 1.148 | 80.53 |
| | Bella Unión | 2.61 | 2.44 | 93.62 |
| Arsénico (As) mg/L | Huambocancha Baja | 0.00227 | 0.00262 | 115.17 |
| | Bella Unión | 0.00451 | 0.00321 | 71.25 |
| Bario (Ba) mg/L | Huambocancha Baja | 0.0758 | 0.0332 | 43.82 |
| | Bella Unión | 0.1149 | 0.0352 | 30.65 |
| Berilio (Be) mg/L | Huambocancha Baja | 0.000020 | 0.000000 | 0.00 |
| | Bella Unión | 0.000040 | 0.000035 | 86.60 |
| Cadmio (Cd) mg/L | Huambocancha Baja | 0.000010 | 0.000000 | 0.00 |
| | Bella Unión | 0.000053 | 0.000075 | 140.73 |
| Cobalto (Co) mg/L | Huambocancha Baja | 0.002477 | 0.001474 | 59.51 |
| | Bella Unión | 0.00293 | 0.00234 | 79.90 |
| Cobre (Cu) mg/L | Huambocancha Baja | 0.00471 | 0.00287 | 60.92 |
| | Bella Unión | 0.01696 | 0.00441 | 25.97 |
| Cromo (Cr) mg/L | Huambocancha Baja | 0.000767 | 0.001155 | 150.61 |
| | Bella Unión | 0.00410 | 0.00459 | 112.01 |
| Hierro (Fe) mg/L | Huambocancha Baja | 2.045 | 1.519 | 74.25 |
| | Bella Unión | 3.38 | 3.23 | 95.56 |
| Litio (Li) mg/L | Huambocancha Baja | 0.00457 | 0.00299 | 65.49 |
| | Bella Unión | 0.003733 | 0.001206 | 32.29 |
| Manganeso (Mn) mg/L | Huambocancha Baja | 0.1898 | 0.0624 | 32.84 |
| | Bella Unión | 0.3449 | 0.0860 | 24.94 |
| Mercurio (Hg) mg/L | Huambocancha Baja | 0.000030 | 0.000000 | 0.00 |
| | Bella Unión | 0.000277 | 0.000427 | 154.42 |
| Níquel (Ni) mg/L | Huambocancha Baja | 0.001533 | 0.001012 | 65.97 |
| | Bella Unión | 0.00377 | 0.00289 | 76.64 |
| Plomo (Pb) mg/L | Huambocancha Baja | 0.00207 | 0.00214 | 103.36 |
| | Bella Unión | 0.00490 | 0.00382 | 77.87 |
| Selenio (Se) mg/L | Huambocancha Baja | 0.000833 | 0.000751 | 90.07 |
| | Bella Unión | 0.001000 | 0.001039 | 103.92 |

| | | | | |
|----------------|-------------------|---------|---------|-------|
| Zinc (Zn) mg/L | Huambocancha Baja | 0.01297 | 0.00514 | 39.63 |
| | Bella Unión | 0.0723 | 0.0353 | 48.75 |

De la tabla 7, se determinó la confiabilidad al 90% y el coeficiente de variedad $\geq 30\%$, para demostrar estadísticamente la calidad del agua en los puntos de monitoreo del estudio.

La confiabilidad al 90% estadísticamente es un indicador de seguridad que nos permite conocer la calidad del agua, donde los valores mayores al porcentaje establecido representarán al agua aceptable para aguas de categoría 3 subcategoría D1.

El coeficiente de variedad \geq al 33%, nos permite determinar la cantidad de parámetros que están dentro y fuera de lo permisible en el ECA; indicando las fluctuaciones de las aguas superiores al ECA para aguas de categoría 3 subcategoría D1.

Determinación de la Confiabilidad y Coeficiente de Variedad del punto de monitoreo Huambocancha Baja:

$$\text{Confiabilidad al } 90\% = 29/29 * 100 = 100.0\%$$

$$\text{Coeficiente de variedad } \geq 33\% = 17/29 * 100 = 58.6\%$$

La confiabilidad de la calidad del agua evaluada en este punto de monitoreo es al 100%; así de los 29 parámetros evaluados todos se encontraron dentro lo normado, obteniéndose un resultado del 100% lo que significa que es aceptable según los valores de los parámetros físicoquímicos evaluados, encontrándose todos los parámetros evaluados dentro del ECA para aguas de categoría 3 subcategoría D1.

El coeficiente de variedad es mayor al 33%, indica que las aguas en este punto de monitoreo presentan fluctuaciones del 58.6%, superiores al ECA para aguas de categoría 3 subcategoría D1.

Determinación de la Confiabilidad y Coeficiente de Variedad del punto de monitoreo Bella Unión:

$$\text{Confiabilidad al } 90\% = 23/29 * 100 = 79.3\%$$

$$\text{Coeficiente de variedad } \geq 33\% = 21/29 * 100 = 72.4\%$$

El resultado de confiabilidad es menor a 90%, lo cual significa que el agua en el punto de monitoreo de Bella Unión no es aceptable según los valores de los parámetros analizados. Son 23 de estos parámetros físicoquímicos los que se encuentran dentro del ECA para aguas de categoría 3 subcategoría D1.

Así mismo, el coeficiente de variedad es mayor a 33%, indicando fluctuaciones superiores al ECA con estos parámetros.

4.3 Estadística de los parámetros microbiológicos entre los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión.

Tabla 8

Comparación estadística de los parámetros microbiológicos entre los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión.

| Variable | Zona | Media | Desv. Est. | Coef. Var % |
|---|-------------------|---------|------------|-------------|
| Coliformes Termotolerantes NMP/100mL | Huambocancha Baja | 1313 | 380 | 28.95 |
| | Bella Unión | 7293333 | 8679293 | 119.00 |
| <i>Escherichia coli</i> NMP/100mL | Huambocancha Baja | 863 | 210 | 24.31 |
| | Bella Unión | 6270000 | 9326398 | 148.75 |

De la tabla 8, se determinó confiabilidad y coeficiente de variedad del punto de monitoreo Huambocancha Baja:

$$\text{Confiabilidad al } 90\% = 1/2 * 100 = 50.0\%$$

$$\text{Coeficiente de variedad } \geq 33\% = 0/2 * 100 = 0.0\%$$

El resultado de confiabilidad es inferior al 90 %, lo cual significa que la calidad del agua en el punto de monitoreo de Huambocancha Baja no es aceptable para los parámetros microbiológicos analizados según lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental categoría 3 subcategoría D1.

El coeficiente de variedad es 0%, lo que indica que los parámetros se mantienen constantes sin variedad relativa, los indicadores microbiológicos no están dentro los rangos permisibles del ECA categoría 3 subcategoría D1.

Determinación de la Confiabilidad y coeficiente de variedad del punto de monitoreo Bella Unión:

$$\text{Confiabilidad al 90\%} = 0/2 * 100 = 0.0\%$$

$$\text{Coeficiente de variedad} \geq 33\% = 2/2 * 100 = 100.0\%$$

El resultado de confiabilidad es inferior al 90 %, lo cual significa que la calidad del agua en el punto de monitoreo de Bella Unión no es aceptable para los parámetros microbiológicos analizados según lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental categoría 3 subcategoría D1.

El coeficiente de variedad es superior al 33%, indicando fluctuaciones superiores al ECA con los parámetros microbiológicos evaluados.

4.2 Conclusiones:

1. Se evaluaron 29 parámetros fisicoquímicos y 02 microbiológicos para determinar la calidad del agua en los puntos de monitoreo Huambocancha Baja (RMash1) y Bella Unión (RMash2), encontrándose en el punto RMash1 los 29 parámetros fisicoquímicos dentro el rango normado y en RMash2 06 de los 29 parámetros evaluados no se encontraron dentro lo establecido por la norma. La calidad microbiológica del agua en RMash1 y RMash2 no son aceptables según lo establecido por el ECA categoría 3 subcategoría D1.
2. Los parámetros fisicoquímicos en el RMash1 se encontraron dentro lo establecido por el ECA categoría 3 subcategoría D1. Sin embargo, para el RMash2 se encontraron concentraciones superiores a lo normado en los siguientes parámetros fisicoquímicos: Aceites y grasas (12.80 mg/L), DBO₅ (153.3 mg/L), DQO (290 mgO₂/L), detergentes aniónicos (0.643 mg/L) y manganeso (0.3449 mg/L), sin embargo, se registró concentraciones inferiores de Oxígeno Disuelto (3.427 mgO₂/L); estas concentraciones se podrían atribuir a la contribución de las aguas residuales descargadas en el RMash2 procedentes de actividades antropogénicas.
3. La evaluación microbiológica en RMash1 y RMash2 registró concentraciones sobre lo normado para Coliformes Termotolerantes siendo 1,313 NMP/100 mL y 7'293,333 NMP/100 mL respectivamente; en el RMash2 se encontró elevado el *Escherichia coli* en 6'270,000 NMP/100 mL, acotando que este último es la zona de descarga directa de las aguas residuales sin tratamiento de la ciudad de Cajamarca. Por lo tanto, se puede concluir que las aguas del

río Mashcón ya se encontraban contaminadas por coliformes termotolerantes antes de entrar en contacto con los dos puntos en estudio.

REFERENCIAS

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2016). *Resúmenes de salud pública - plomo*. Obtenido de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html.
- Aguirre, M. (2007). *Inventario Participativo de Fuentes de Agua Superficial de la Cuenca del río Mashcón*. Cajamarca, Perú.
- Almanzan, M., Almanzan, Á., Carreto, B., Hernandez, E., Damián, A., & Almanzan, R. (2016). Clasificación de usos del agua en la cuenca baja del río Papagayo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(9), 293-305.
- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. (1992). *Métodos Normalizados: Para el análisis de aguas potables y residuales* (17 ed.). Madrid, España: Díaz de Santos, S.A.
- Arcos, Y., Betancur, J., Peñuela, G., & Jaime, N. (2010). *Relación entre las formas solubles de hierro y manganeso y la presencia de bacterias oxidadoras de ambos elementos en el embalse Riogrande II - Don Matías Antioquia, Colombia*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Evaluación de recursos hídricos en la cuenca del Crisnejas. (INCLAM-PERÚ)*. Lima.
- Autoridad Nacional del Agua. (2017). *Informe de evaluación de resultados del quinto monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Crisnejas – Sub cuenca Cajamarquino – Ámbito ALA Cajamarca*. Informe Técnico, Autoridad Nacional del Agua, Lima.

Autoridad Nacional del Agua. (2017). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA-PE)*. Lima, Perú.

Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Informe de Evaluación de Resultados del Séptimo Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua Superficial de la Cuenca del río Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino – Ámbito ALA Cajamarca*. Lima.

Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Informe de Evaluación de Resultados del Sexto Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua Superficial de la Cuenca del Río Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino – Ámbito ALA Cajamarca*. Informe Técnico, Lima.

Beltrán, R., Ramírez, J., & Sánchez, J. (2012). Comportamiento de la temperatura y el oxígeno disuelto en la presa Picachos Sinaloa. *Hidrobiológica*, 94-98.

Carrillo, E., & Lozano, A. (2008). *Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando Agar Chromocult*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Chapman, D. (1996). *Water quality assessment. A guide to use of biota, sediments and wáter in enviromental monitoring*. (Segunda ed.). London.

Córdova Castañeda, M. (2017). *Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho*. Cotabamba - Apurímac, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.

Cousillas, A. (2007). *Contaminación del agua. Introducción a la química ambiental.*

Obtenido de

http://cedoc.infed.edu.ar/upload/informe_toxicologico_agua_adriana_cousillas.pdf

Custodio, E. (2001). Effects of groundwater development on the environment. *Boletín Geológico y minero. rid*, 111, 107-120.

Del Ángel, M. (1994). *Contribución al estudio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).*

Monterrey, México : Universidad Autónoma de Nuevo León.

Escalante, J. (2018). *Caracterización de las aguas del río Mashcón y San Lucas, y del efluente de las lagunas de estabilización de la ciudad de Cajamarca con fines de evaluación ambiental.* Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.

Fondo para la Contaminación y la Educación Ambiental. (2007). *Agua y salud:*

Contaminación del agua por metales. Obtenido de

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

Gamarra, O., Barrena, M., Barboza, E., Barrios, J., & Corroto, F. (2018). Fuentes de contaminación estacionales en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas, Perú.

ARNALDOA 25c, 179-194.

Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de las valijas viajeras. *Red de monitoreo ambiental participativo de sistemas acuáticos.*

GreenFacts. (2001). *Compuestos inorgánicos de arsénico.* Obtenido de Facts on Health and

the Environment: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/compuestos-inorganicos-arsenico.htm>.

- Herrera, A. & Heredia, E. (2017). Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016. Universidad de Lambayeque.
- Larrea, J., Rojas, M., Romeu, B., Rojas, N., & Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas. *CENIC. Ciencias biológicas.*, 44(3), 24-34.
- León, M. (2006). *Efecto ecotoxicológico de los detergentes biodegradables en la trucha "Arco Iris" Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792), en el centro piscícola "El Ingenio"- Huancayo*. Lima: UNMSM.
- Mancilla et al. (2012). Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz. *Internacional de contaminación ambiental*, 1(28), 39-48.
- Martínez, J. (1996). *Estudio de la calidad de las aguas superficiales del río San Pedro*. En *Revista Investigación y ciencia*. México D.F.: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Matienzo, R. (2014). *Análisis de la influencia de la represa de Gallito Ciego en la calidad del agua del curso inferior del río Jequetepeque*. Lima: PUCP.
- Mihelcic, J., & Zimmerman, J. (2013). *Ingeniería ambiental: Fundamentos, sustentabilidad, diseño*. Alfaomega.
- MINAM. (2017). *ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUAS*.
- Molina, N., Aguilar, P., & Cordovez, C. (2010). *Plomo, cromo III y cromo VI y sus efectos sobre la salud humana*. (Vol. 8).

- Orozco, C., Pérez, A., Gonzales, N., Rodríguez, F., & Alfayate, J. (2008). *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*. Madrid, España.
- Ortiz, O. (1994). *Hidrografía de Superficie*. Cajamarca, Perú.
- PNUMA. (2007). *Perspectivas del medio ambiente mundial: Medio ambiente para el desarrollo*. Traducido e impreso por: Phoenix Design Aid. Dinamarca. 540 pág.
- Raffo, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Revista Industrial Data*, 1 , 71-80.
- Ramírez, A. (2016). *Estudio de la contaminación por pesticidas de las aguas superficiales de la provincia de Jaén*. Jaén - España: Universidad de Jaén. Obtenido de <http://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/2862>.
- Robertson, W., & Dreisbach, R. (1988). *Toxicología clínica*, . Distrito Federal, México: El Manual Moderno.
- Romeu, B., Quintero, H., Larrea, J., Lugo, D., Rojas, N., & Heydrich, M. (2015). *Experiencias en el monitoreo ambiental: Contaminación de ecosistemas dulceacuícolas de La Habana*. La Habana, Cuba.
- Rosabal, Y., Chang, L., Pérez, N., & Morales, J. (2012). Evaluación de la demanda química de oxígeno en aguas de la provincia de Granada. *Revista latinoamericana de recursos naturales*, 8, 15-20.
- Rosas, H. (2001). *Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat*. Universidad Politécnica de Catalunya. Obtenido de <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6978/02introducción.pdf?sequence=2>

Santillán, D. (2014). *Evaluación Físico - Química y Microbiológica de las Aguas del Río*

Reque – Chiclayo. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Sierra, C. (2011). *Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico*. (Primera ed.). Medellín,

Colombia: Universidad de Medellín.

Vidales, A., Leos, M., & Campos, M. (2010). Extracción de grasas y aceites en los efluentes

de una industria automotriz. *Revista Conciencia Tecnológica*, 44, 29-34.

ANEXOS

ANEXO N° 01

Estándar de calidad ambiental para agua categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

| Parámetros | Unidad de Medida | D1: Riego de vegetales | | D2: Bebida de animales |
|--|------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| | | Aguas para riego no restringido (c) | Aguas para riego restringido | Bebida de animales |
| FÍSICO-QUÍMICOS | | | | |
| Aceites y Grasas | mg/L | 5 | | 10 |
| Bicarbonatos | mg/L | 518 | | ** |
| Cianuro Wad | mg/L | 0.1 | | 0.1 |
| Cloruros | mg/L | 500 | | ** |
| | Color verdadero | | | |
| Color (b) | escala Pt/Co | 100 (a) | | 100(a) |
| Conductividad | (μ S/cm) | 2500 | | 5000 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mg/L | 15 | | 15 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mg/L | 40 | | 40 |
| Detergentes (SAAM) | mg/L | 0.2 | | 0.5 |
| Fenoles | mg/L | 0.002 | | 0.01 |
| Fluoruros | mg/L | 1 | | ** |
| Nitratos (NO ₃ -N)+ Nitritos (NO ₂ -N) | mg/L | 100 | | 100 |
| Nitritos (NO ₂ -N) | mg/L | 10 | | 10 |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo) | mg/L | ≥ 4 | | ≥ 5 |
| Potencial de Hidrógeno (pH) | Unidad de pH | 6.5-8.5 | | 6.5-8.4 |
| Sulfatos | mg/L | 1000 | | 1000 |
| Temperatura | °C | $\Delta 3$ | | $\Delta 3$ |
| INORGÁNICOS | | | | |
| Aluminio | mg/L | 5 | | 5 |
| Arsénico | mg/L | 0.1 | | 0.2 |
| Bario | mg/L | 0.7 | | ** |
| Berilio | mg/L | 0.1 | | 0.1 |
| Boro | mg/L | 1 | | 5 |
| Cadmio | mg/L | 0.01 | | 0.05 |
| Cobre | mg/L | 0.2 | | 0.5 |
| Cobalto | mg/L | 0.05 | | 1 |
| Cromo Total | mg/L | 0.1 | | 1 |
| Hierro | mg/L | 5 | | ** |
| Litio | mg/L | 2.5 | | 2.5 |
| Magnesio | mg/L | ** | | 250 |
| Manganeso | mg/L | 0.2 | | 0.2 |

| Parámetros | Unidad de Medida | D1: Riego de vegetales | | D2: Bebida de animales |
|--|------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| | | Agua para riego no restringido (c) | Agua para riego restringido | Bebida de animales |
| Mercurio | mg/L | | 0.001 | 0.01 |
| Níquel | mg/L | | 0.2 | 1 |
| Plomo | mg/L | | 0.05 | 0.05 |
| Selenio | mg/L | | 0.02 | 0.05 |
| Zinc | mg/L | | 2 | 24 |
| ORGÁNICO | | | | |
| <u>Bifenilos Policlorados</u> | | | | |
| Bifenilos Policlorados (PCB) | µg/L | | 0.04 | 0.045 |
| PLAGUICIDAS | | | | |
| Paratión | mg/L | | 35 | 35 |
| <u>Organoclorados</u> | | | | |
| Aldrín | µg/L | | 0.004 | 0.7 |
| Clordano | µg/L | | 0.006 | 7 |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) | µg/L | | 0.001 | 30 |
| Dieldrín | µg/L | | 0.5 | 0.5 |
| Endosulfán | µg/L | | 0.01 | 0.01 |
| Endrin | µg/L | | 0.004 | 0.2 |
| Heptacloro y Heptacloro Epóxido | µg/L | | 0.01 | 0.03 |
| Lindano | µg/L | | 4 | 4 |
| <u>Carbamato</u> | | | | |
| Aldicarb | µg/L | | 1 | 11 |
| MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS | | | | |
| Coliformes | | | | |
| Termotolerantes | NMP/100 ml | 1000 | 2000 | 1000 |
| <i>Escherichia coli</i> | NMP/100 ml | 1000 | ** | ** |
| Huevos de Helminthos | Huevos/L | 1 | 1 | ** |

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Notas:

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

- (a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
- (b): Después de filtración simple.
- (c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo no registrado.
- $\Delta 3$: Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

ANEXO N° 02

Datos Hidrometeorológicos setiembre 2017

Senamhi - Ultimos Datos

Estación : AUGUSTO WEBERBAUER , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : CAJAMARCA Provincia : CAJAMARCA Distrito : CAJAMARCA Ir : 2017-09 ▼

Latitud : 7° 10' 2.98" Longitud : 78° 29' 35.14" Altitud : 2673

| Día/mes/año | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) | | | Temperatura Bulbo Humedo (°c) | | | Precipitación (mm) | | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|--------------------|------|--------------------------|--------------------------------|
| | | | 07 | 13 | 19 | 07 | 13 | 19 | 07 | 19 | | |
| 01-Sep-2017 | 22.6 | 9.8 | 10.7 | 22.3 | 15.5 | 7.8 | 11.3 | 8.5 | 0 | 0 | NE | 6 |
| 02-Sep-2017 | 19.6 | 7.1 | 7.5 | 18.8 | 15.4 | 6.4 | 10.5 | 8.7 | 0 | 0 | E | 3 |
| 03-Sep-2017 | 20.1 | 5.8 | 11.2 | 18.5 | 16.9 | 8.9 | 10 | 10 | 0 | 0 | NE | 4 |
| 04-Sep-2017 | 21.4 | 5.1 | 6.4 | 21.3 | 15.1 | 5.8 | 9.6 | 8.1 | 0 | 0 | E | 3 |
| 05-Sep-2017 | 20 | 4.9 | 6.3 | 17.6 | 15.5 | 5 | 9.2 | 7.6 | 0 | 0 | SE | 5 |
| 06-Sep-2017 | 19.8 | 10.8 | 11.1 | 19.2 | 15.3 | 8.2 | 9.1 | 8.6 | 0 | 0 | NE | 3 |
| 07-Sep-2017 | 21.7 | 4.9 | 6.3 | 20.2 | 13.3 | 5.3 | 9 | 8.3 | 0 | 0 | S | 3 |
| 08-Sep-2017 | 23.2 | 5.4 | 7.4 | 22.8 | 13.8 | 5 | 10.5 | 8.5 | 0 | 0 | SE | 3 |
| 09-Sep-2017 | 22.6 | 8.7 | 11.3 | 22.2 | 14.2 | 9 | 11 | 9.3 | 0 | -888 | W | 1 |
| 10-Sep-2017 | 20.8 | 7.6 | 8.4 | 19.2 | 16.4 | 8.8 | 10.6 | 10.1 | 0 | -888 | N | 2 |
| 11-Sep-2017 | 22.4 | 9.8 | 10.3 | 21.4 | 16 | 8.5 | 11.5 | 9.7 | 0 | 0 | SE | 3 |
| 12-Sep-2017 | 20.3 | 9.7 | 12 | 20.2 | 16.3 | 9.5 | 10.8 | 10 | -888 | -888 | SE | 2 |
| 13-Sep-2017 | 24.3 | 10 | 10.2 | 23 | 15.3 | 8.6 | 11.2 | 9 | .2 | 0 | SE | 4 |
| 14-Sep-2017 | 24.2 | 10.4 | 11 | 23.2 | 16 | 9 | 12.2 | 9.8 | 0 | 0 | SE | 3 |
| 15-Sep-2017 | 22.3 | 9.5 | 10.4 | 22 | 14.9 | 8.7 | 11.2 | 9.8 | 0 | 0 | E | 4 |
| 16-Sep-2017 | 19.8 | 9.7 | 10 | 18.3 | 15.8 | 8.4 | 9.4 | 12.9 | 0 | 2.8 | NE | 1 |
| 17-Sep-2017 | 20.5 | 10.5 | 11.2 | 20.3 | 16.2 | 9.8 | 10.5 | 10 | 0 | -888 | SE | 2 |
| 18-Sep-2017 | 21.9 | 9.4 | 10.6 | 20.5 | 16.4 | 7.6 | 9.5 | 7.4 | 0 | 0 | NE | 3 |
| 19-Sep-2017 | 23.9 | 4.9 | 7.4 | 23 | 18 | 6 | 10 | 9.6 | 0 | 0 | SE | 3 |
| 20-Sep-2017 | 26 | 5 | 7.1 | 24.6 | 15.1 | 5.4 | 9.3 | 9.4 | 0 | 0 | SE | 4 |
| 21-Sep-2017 | 24.6 | 6.9 | 7.2 | 22.8 | 15.9 | 5.9 | 10 | 9.5 | 0 | 0 | E | 5 |
| 22-Sep-2017 | 23.2 | 7.6 | 10.1 | 22.2 | 17.6 | 7.9 | 10.3 | 9.1 | 0 | 0 | NE | 3 |
| 23-Sep-2017 | 20.6 | 8.1 | 10 | 20.4 | 16.6 | 8.5 | 10.7 | 9.5 | 0 | 0 | E | 3 |
| 24-Sep-2017 | 20.5 | 10.9 | 12 | 19 | 15.6 | 9.3 | 10.7 | 10.8 | 0 | .5 | SW | 2 |
| 25-Sep-2017 | 21 | 8 | 9.6 | 19.5 | 13.6 | 8.8 | 12.4 | 12.2 | 0 | .9 | SE | 2 |
| 26-Sep-2017 | 22.1 | 9.2 | 10.3 | 16.9 | 15.5 | 8.6 | 10.4 | 10 | 1.9 | 1 | NW | 1 |
| 27-Sep-2017 | 22.7 | 9.8 | 11.1 | 21.6 | 13.9 | 9.3 | 10.4 | 10.5 | 0 | 0 | N | 2 |
| 28-Sep-2017 | 23.3 | 10.8 | 12.1 | 23 | 14.9 | 8.9 | 10.6 | 10.3 | -888 | .3 | E | 2 |
| 29-Sep-2017 | 25.3 | 11.4 | 11.9 | 23.2 | 13.9 | 10.4 | 10.8 | 10.9 | 2.5 | 5.5 | NE | 1 |
| 30-Sep-2017 | 21.8 | 7.8 | 9.9 | 18.9 | 14.7 | 8.3 | 11.1 | 9.2 | 4.9 | .7 | NW | 1 |

* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

* Información sin Control de Calidad

* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

Datos Hidrometeorológicos diciembre 2017

Senamhi - Ultimos Datos

Estación : AUGUSTO WEBERBAUER , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CAJAMARCA

Distrito : CAJAMARCA

Ir : 2017-12 ▼

Latitud : 7° 10' 2.98"

Longitud : 78° 29' 35.14"

Altitud : 2673

| Día/mes/año | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) | | | Temperatura Bulbo Humedo (°c) | | | Precipitación (mm) | | Dirección del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------|------|-------------------------------------|------|------|-----------------------|------|-----------------------------------|---|
| | | | 07 | 13 | 19 | 07 | 13 | 19 | 07 | 19 | | |
| 01-Dic-2017 | 22.6 | 7.4 | 8.6 | 22.4 | 13.6 | 7.3 | 11.5 | 10.1 | 0 | 0 | SW | 2 |
| 02-Dic-2017 | 20.4 | 12.2 | 12.4 | 17.4 | 13.5 | 11 | 11.9 | 11.1 | 0 | 0 | S | 2 |
| 03-Dic-2017 | 20.9 | 10.9 | 12.4 | 18.3 | 15.7 | 11.2 | 11.3 | 11.7 | 0 | 2.6 | SW | 2 |
| 04-Dic-2017 | 23.6 | 12.5 | 13.4 | 20.3 | 15.6 | 12.5 | 10.5 | 13.8 | 0 | .9 | SE | 1 |
| 05-Dic-2017 | 22.8 | 11.7 | 12.9 | 22.2 | 15 | 11.9 | 11.8 | 12.5 | .9 | .6 | E | 3 |
| 06-Dic-2017 | 22.2 | 11.3 | 12.4 | 20.5 | 12.9 | 11.5 | 11.4 | 11.8 | 24.6 | 17.4 | N | 1 |
| 07-Dic-2017 | 22.8 | 10.4 | 12.2 | 20.6 | 13.5 | 10.7 | 11.7 | 12.2 | 7.4 | .6 | SE | 2 |
| 08-Dic-2017 | 21.7 | 10.9 | 11.4 | 21.6 | 15.2 | 10.2 | 13.3 | 12.6 | 0 | -888 | SE | 1 |
| 09-Dic-2017 | 22 | 11.1 | 14.8 | 21.4 | 14.4 | 11.2 | 12.9 | 12.8 | 0 | 1 | SE | 3 |
| 10-Dic-2017 | 21.3 | 8.4 | 12.9 | 20.4 | 15.2 | 11 | 12 | 12 | 1.3 | -888 | SE | 4 |
| 11-Dic-2017 | 19.8 | 7.2 | 9.6 | 19.6 | 14.2 | 6.7 | 9.7 | 9.6 | 0 | 0 | SW | 2 |
| 12-Dic-2017 | 19.7 | 11.3 | 12.2 | 19.2 | 13.1 | 11 | 11.4 | 11.5 | -888 | .4 | SE | 2 |
| 13-Dic-2017 | 22.3 | 6 | 8.6 | 22 | 16.8 | 7.8 | 10.5 | 8.7 | 0 | -888 | S | 2 |
| 14-Dic-2017 | 24.7 | 7.4 | 12.7 | 23.6 | 16 | 9.5 | 11 | 11.1 | 0 | 0 | SE | 2 |
| 15-Dic-2017 | 22.5 | 9.6 | 10.8 | 19.6 | 14 | 8.7 | 12.3 | 11.8 | 0 | .3 | NE | 3 |
| 16-Dic-2017 | 21.9 | 12.8 | 14 | 19.5 | 14.1 | 12 | 10.7 | 11.8 | .8 | 1.8 | SE | 1 |
| 17-Dic-2017 | 23.8 | 10.1 | 11.8 | 23 | 13.8 | 10.7 | 11.5 | 12.1 | 0 | 6.7 | SE | 1 |
| 18-Dic-2017 | 23.5 | 9.6 | 11.8 | 22.8 | 15.1 | 10.6 | 12.6 | 12 | 0 | 6.6 | SE | 1 |
| 19-Dic-2017 | 19.8 | 12.2 | 12.7 | 15.8 | 13.9 | 11.6 | 12.1 | 12.7 | 0 | 14.6 | N | 1 |
| 20-Dic-2017 | 20.5 | 11.1 | 11.5 | 18.4 | 15 | 10.5 | 12.5 | 12.9 | .2 | .5 | SE | 2 |
| 21-Dic-2017 | 21.6 | 11.8 | 12.9 | 21 | 14.3 | 10.7 | 13.7 | 11.7 | 0 | 1.3 | SE | 2 |
| 22-Dic-2017 | 22.8 | 11 | 12.6 | 22 | 12 | 11.5 | 11 | 11 | 0 | 51.8 | SE | 1 |
| 23-Dic-2017 | 22 | 9.4 | 10.8 | 21 | 14 | 9.7 | 11.8 | 11.7 | 0 | 1.1 | SE | 1 |
| 24-Dic-2017 | 22.4 | 8.8 | 10.4 | 22.1 | 15.3 | 9.1 | 12.3 | 10.5 | 0 | 0 | SE | 4 |
| 25-Dic-2017 | 21.6 | 7.7 | 10.6 | 21.1 | 15.6 | 7.1 | 11.1 | 10 | 0 | 0 | SW | 3 |
| 26-Dic-2017 | 21.7 | 6.8 | 9.7 | 21.2 | 14.2 | 8.3 | 12 | 10 | 0 | 0 | SE | 4 |
| 27-Dic-2017 | 20.3 | 11.4 | 12.2 | 17.2 | 12.4 | 9 | 12.5 | 11.3 | 0 | 2.7 | NW | 2 |
| 28-Dic-2017 | 20 | 11.1 | 12.4 | 18.3 | 13.3 | 10.4 | 13.7 | 12 | 0 | 9 | N | 1 |
| 29-Dic-2017 | 18.4 | 10.4 | 10.5 | 18.1 | 11.2 | 9.6 | 10.5 | 9.6 | 10.9 | 2.1 | E | 2 |
| 30-Dic-2017 | 21.4 | 7.9 | 8.5 | 20.2 | 13.9 | 7.4 | 9 | 12 | 0 | 0 | C | |
| 31-Dic-2017 | 21.4 | 5.9 | 6.8 | 20.7 | 13.7 | 5.4 | 8.9 | 8.5 | 0 | 0 | SW | 2 |

* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

* Información sin Control de Calidad

* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

Datos Hidrometeorológicos mayo 2018

Senamhi - Últimos Datos

Estación : AUGUSTO WEBERBAUER , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CAJAMARCA

Distrito : CAJAMARCA

Ir : 2018-05 ▼

Latitud : 7° 10' 2.98"

Longitud : 78° 29' 35.14"

Altitud : 2673

| Día/mes/año | Temperatura Max (°c) | Temperatura Min (°c) | Temperatura Bulbo Seco (°c) | | | Temperatura Bulbo Humedo (°c) | | | Precipitacion (mm) | | Direccion del Viento 13h | Velocidad del Viento 13h (m/s) |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------|------|-------------------------------------|------|------|-----------------------|------|-----------------------------------|---|
| | | | 07 | 13 | 19 | 07 | 13 | 19 | 07 | 19 | | |
| 01-May-2018 | 22 | 7.8 | 8.8 | 20.8 | 17.2 | 7.7 | 11 | 11.1 | .4 | 0 | S | 1 |
| 02-May-2018 | 20.4 | 9.6 | 10.1 | 19.6 | 12.2 | 9 | 10.3 | 12.2 | 0 | 0 | E | 3 |
| 03-May-2018 | 21.1 | 5.6 | 7 | 20.2 | 14.9 | 6.3 | 10.5 | 12 | 0 | 0 | E | 2 |
| 04-May-2018 | 22.5 | 6.6 | 7.8 | 22.2 | 15.5 | 7.1 | 11.2 | 12.5 | 0 | 0 | E | 2 |
| 05-May-2018 | 22.2 | 9.1 | 10.7 | 21.5 | 15.4 | 9.5 | 11.5 | 9.5 | -888 | 0 | SE | 2 |
| 06-May-2018 | 21.5 | 11.6 | 12.6 | 19.9 | 14.2 | 10.1 | 10.9 | 12.7 | -888 | -888 | NE | 2 |
| 07-May-2018 | 21.8 | 10.8 | 11.3 | 20.2 | 12.4 | 10.4 | 10.9 | 10.7 | 1.7 | 5.4 | SW | 2 |
| 08-May-2018 | 19.9 | 8.6 | 9 | 19.4 | 13.4 | 8 | 10.6 | 12 | 3.3 | 2.3 | SE | 2 |
| 09-May-2018 | 19.6 | 10.9 | 11.2 | 18.3 | 12.8 | 10.1 | 12.6 | 11.1 | 1 | 1.1 | NW | 1 |
| 10-May-2018 | 22 | 9.5 | 10 | 21.2 | 14 | 9 | 11.5 | 12.3 | .8 | -888 | E | 1 |
| 11-May-2018 | 21 | 8.4 | 11.9 | 21 | 12.8 | 10.5 | 12.8 | 11.5 | 0 | 3.3 | N | 1 |
| 12-May-2018 | 19.9 | 7.4 | 7.9 | 17.7 | 13.3 | 7 | 12.9 | 12 | 0 | 2.6 | W | 1 |
| 13-May-2018 | 17.4 | 9.4 | 9.6 | 17 | 13.4 | 8.8 | 11.1 | 11.1 | 6.1 | .3 | NE | 1 |
| 14-May-2018 | 20.3 | 8.2 | 8.8 | 19.6 | 14.9 | 7.8 | 11.7 | 11 | .2 | 0 | E | 2 |
| 15-May-2018 | 21 | 8.6 | 10.6 | 18.9 | 14.6 | 9.5 | 10.6 | 11.4 | -888 | 1.3 | S | 2 |
| 16-May-2018 | 20.5 | 10 | 10.2 | 20 | 13.3 | 9 | 12.8 | 11.8 | 2.9 | 4.3 | NE | 2 |
| 17-May-2018 | 19.5 | 7.9 | 8.4 | 16.1 | 14 | 7.4 | 11.2 | 12.2 | 0 | .8 | NE | 1 |
| 18-May-2018 | 20.2 | 11.1 | 11.2 | 19 | 15.1 | 9.9 | 12.6 | 11.6 | 1.9 | .3 | N | 2 |
| 19-May-2018 | 21.9 | 9.4 | 10.2 | 21 | 12.5 | 8.6 | 11.1 | 11.1 | 0 | 3 | E | 2 |
| 20-May-2018 | 21.6 | 7 | 8.4 | 19.9 | 13.6 | 7.1 | 9.7 | 11.5 | 0 | 0 | SE | 2 |
| 21-May-2018 | 18.4 | 11.6 | 11.7 | 18.2 | 13.9 | 10.3 | 11.7 | 10.5 | 1.8 | -888 | SE | 2 |
| 22-May-2018 | 20.7 | 9.6 | 10.6 | 20.4 | 13.6 | 9.2 | 11.1 | 12.1 | 0 | 2.5 | E | 2 |
| 23-May-2018 | 21.8 | 7.3 | 8.2 | 20.7 | 12.9 | 7.1 | 10.6 | 10.7 | 0 | .4 | NW | 1 |
| 24-May-2018 | 22 | 5.2 | 6.6 | 20.3 | 15.5 | 5.7 | 10.4 | 9.4 | 0 | 0 | SE | 3 |
| 25-May-2018 | 21.7 | 6 | 7.3 | 20.5 | 14.7 | 6.2 | 9.9 | 8.9 | 0 | 0 | SE | 3 |
| 26-May-2018 | 20.3 | 5.6 | 6.8 | 20.3 | 15.1 | 5.9 | 10.1 | 9 | 0 | 0 | E | 1 |
| 27-May-2018 | 22.6 | 4.4 | 6.5 | 21.9 | 14 | 5.6 | 10.1 | 9.6 | 0 | 0 | E | 2 |
| 28-May-2018 | 22.8 | 7.3 | 8.6 | 20.5 | 14.2 | 7.6 | 10 | 10.1 | 0 | 0 | N | 1 |
| 29-May-2018 | 21.6 | 8.2 | 9.4 | 20.8 | 14.4 | 8.3 | 10.3 | 11 | 0 | 0 | SE | 2 |
| 30-May-2018 | 23.3 | 8.4 | 9.9 | 22.2 | 13.8 | 8.7 | 11.5 | 11 | 0 | .7 | SE | 3 |
| 31-May-2018 | 22.8 | 6.1 | 7.8 | 22 | 14 | 6.8 | 11.3 | 11.5 | 0 | 2.1 | SE | 3 |

* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

* Información sin Control de Calidad

* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

ANEXO N° 03

Informes de ensayo de laboratorio (RMash1 y RMash2).

INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

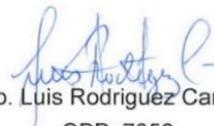
MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - CUENCA CRISNEJAS (SUB CUENCA CAJAMARQUINO)

Emitido por: Evelyn Miñan Castillo - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 28/09/2017



Quím. Evelyn Miñan Castillo
CQP: 778
Jefe de Calidad – UEN Perú



Blgo. Luis Rodríguez Carranza
CBP: 7856
Sup. Microbiología - Lima

INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

| Nº ALS LS | | | | | 381864/2017-1.0 |
|--|-----------|----------|----|-----|----------------------------|
| Fecha de Muestreo | | | | | 19/09/2017 |
| Hora de Muestreo | | | | | 11:50:00 |
| Tipo de Muestra | | | | | Aguas Superficiales RGran3 |
| Identificación | | | | | |
| Parámetro | Ref. Mét. | Unidad | LD | LQ | |
| Trematoda - Fasciola hepatica | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Trematoda - Paragonimus sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Trematoda - Schistosoma sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Trematoda - Clonorchis sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Trematoda - Echinostoma sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Ascaris sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Ancylostoma sp./Necator sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Enterobius sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Strongyloides sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Trichuris sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Capillaria sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Trichostrongylus sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Cestoda - Diphylobothrium sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Cestoda - Hymenolepis sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Cestoda - Dipylidium sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Cestoda - Taenia sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Acanthocephala - Macracanthorhynchus sp. | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Huevos de Helmintos | 16877 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |

Muestras del ítem: 2

| Nº ALS LS | | | | | 381865/2017-1.0 |
|--|-----------|------------------------------------|----------|----------|----------------------------|
| Fecha de Muestreo | | | | | 19/09/2017 |
| Hora de Muestreo | | | | | 13:05:00 |
| Tipo de Muestra | | | | | Aguas Superficiales RMash1 |
| Identificación | | | | | |
| Parámetro | Ref. Mét. | Unidad | LD | LQ | |
| 003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS | | | | | |
| Aceites y Grasas | 12261 | mg/L | 1,0 | 5,0 | < 1,0 |
| Bicarbonato | 17591 | mg HCO ₃ /L | 1,2 | 3,1 | 19,5 |
| Carbonato | 17591 | mg CO ₃ -2/L | 0,6 | 1,5 | < 0,6 |
| Cianuro Wad | 11597 | mg CN ⁻ /L | 0,001 | 0,004 | < 0,001 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | 12413 | mg/L | 2 | 5 | < 2 |
| Demanda Química de Oxígeno | 12336 | mg O ₂ /L | 2 | 5 | 3 |
| Detergentes Aniónicos | 12354 | mg/L | 0,01 | 0,03 | < 0,01 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 12440 | mg/L | 2 | 5 | 54 |
| Sulfuros | 11652 | mg/L | 0,0004 | 0,0020 | < 0,0004 |
| 005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica | | | | | |
| Cloruros, Cl ⁻ | 8100 | mg/L | 0,061 | 0,200 | 3,572 |
| Fosfatos, PO ₄ -3 | 8100 | mg PO ₄ -3/L | 0,012 | 0,084 | < 0,012 |
| Fosfatos (como P) | 8100 | mg PO ₄ -3-P/L | 0,004 | 0,025 | < 0,004 |
| Nitratos, NO ₃ ⁻ | 8100 | mg NO ₃ ⁻ /L | 0,009 | 0,023 | 4,798 |
| Nitratos, (como N) | 8100 | mg NO ₃ -N/L | 0,002 | 0,005 | 1,084 |
| Nitritos, NO ₂ ⁻ | 8100 | mg NO ₂ ⁻ /L | 0,015 | 0,038 | < 0,015 |
| Nitritos, (como N) | 8100 | mg NO ₂ -N/L | 0,004 | 0,010 | < 0,004 |
| Sulfatos, SO ₄ -2 | 8100 | mg SO ₄ -2/L | 0,050 | 0,200 | 323,6 |
| Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)* | 7427 | mg/L | 0,006 | 0,015 | 1,084 |
| 007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS | | | | | |
| Plata (Ag)* | 11420 | mg/L | 0,000003 | 0,000010 | < 0,000003 |
| Aluminio (Al)* | 11420 | mg/L | 0,002 | 0,004 | 1,117 |
| Arsénico (As)* | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,00154 |
| Boro (B)* | 11420 | mg/L | 0,002 | 0,004 | < 0,002 |
| Bario (Ba)* | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0002 | 0,0662 |
| Berilio (Be)* | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00010 | < 0,00002 |
| Calcio (Ca)* | 11420 | mg/L | 0,10 | 0,15 | 124,3 |
| Cadmio (Cd)* | 11420 | mg/L | 0,00001 | 0,00002 | < 0,00001 |
| Cobalto (Co)* | 11420 | mg/L | 0,00001 | 0,00002 | 0,00181 |

INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

| Nº ALS LS | | | | | | 381865/2017-1.0 |
|--|-----------|-----------|---------|---------|-----------|---------------------|
| Fecha de Muestreo | | | | | | 19/09/2017 |
| Hora de Muestreo | | | | | | 13:05:00 |
| Tipo de Muestra | | | | | | Aguas Superficiales |
| Identificación | | | | | | RMash1 |
| Parámetro | Ref. Mét. | Unidad | LD | LQ | | |
| Cromo (Cr)* | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | < 0,0001 | |
| Cobre (Cu)* | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,00327 | |
| Hierro (Fe)* | 11420 | mg/L | 0,0004 | 0,0020 | 1,358 | |
| Mercurio (Hg)* | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | < 0,00003 | |
| Potasio (K)* | 11420 | mg/L | 0,04 | 0,10 | 3,88 | |
| Litio (Li)* | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | 0,0042 | |
| Magnesio (Mg)* | 11420 | mg/L | 0,003 | 0,010 | 6,738 | |
| Manganeso (Mn)* | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00020 | 0,15416 | |
| Molibdeno (Mo)* | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00010 | 0,00279 | |
| Sodio (Na)* | 11420 | mg/L | 0,006 | 0,040 | 10,80 | |
| Níquel (Ni)* | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,0010 | |
| Plomo (Pb)* | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,0012 | |
| Antimonio (Sb)* | 11420 | mg/L | 0,00004 | 0,00020 | 0,00195 | |
| Selenio (Se)* | 11420 | mg/L | 0,0004 | 0,0005 | < 0,0004 | |
| Estañio (Sn)* | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | < 0,00003 | |
| Estroncio (Sr)* | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,6625 | |
| Titanio (Ti)* | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0005 | 0,0156 | |
| Talio (Tl)* | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00004 | 0,00325 | |
| Vanadio (V)* | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0005 | 0,0023 | |
| Zinc (Zn)* | 11420 | mg/L | 0,0100 | 0,0200 | < 0,0100 | |
| 015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS | | | | | | |
| Coliformes Termotolerantes* | 12146 | NMP/100mL | 1,8 | --- | 1,3E+3 | |
| Escherichia coli* | 7218 | NMP/100mL | 1,8 | --- | 7,9E+2 | |
| 015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS - Parásitos Huevos de Helminthos | | | | | | |
| Trematoda - Fasciola hepatica | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Trematoda - Paragonimus sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Trematoda - Schistosoma sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Trematoda - Clonorchis sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Trematoda - Echinostoma sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Nematoda - Ascaris sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Nematoda - Ancylostoma sp./Necator sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Nematoda - Enterobius sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Nematoda - Strongyloides sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Nematoda - Trichuris sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Nematoda - Capillaria sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Nematoda - Trichostrongylus sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Cestoda - Diphylobothrium sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Cestoda - Hymenolepis sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Cestoda - Dipylidium sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Cestoda - Taenia sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Acanthocephala - Macracanthorhynchus sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |
| Huevos de Helminthos | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | |

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. ; El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

| Parámetro | LD | LQ | Unidad | Resultado |
|------------------|---------|---------|--------|-----------|
| Aceites y Grasas | 1,0 | 5,0 | mg/L | < 1,0 |
| Aluminio (Al) | 0,002 | 0,004 | mg/L | < 0,002 |
| Antimonio (Sb) | 0,00004 | 0,00020 | mg/L | < 0,00004 |
| Arsénico (As) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 |

INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

| Parámetro | LD | LQ | Unidad | Resultado | Fecha de Reporte |
|--------------------------------------|----------|----------|--------------|------------|------------------|
| Bario (Ba) | 0,0001 | 0,0002 | mg/L | < 0,0001 | 26/09/2017 |
| Berilio (Be) | 0,00002 | 0,00010 | mg/L | < 0,00002 | 26/09/2017 |
| Boro (B) | 0,002 | 0,004 | mg/L | < 0,002 | 26/09/2017 |
| Cadmio (Cd) | 0,00001 | 0,00002 | mg/L | < 0,00001 | 26/09/2017 |
| Calcio (Ca) | 0,10 | 0,15 | mg/L | < 0,10 | 26/09/2017 |
| Cianuro Wad | 0,001 | 0,002 | mg/L | < 0,001 | 22/09/2017 |
| Cianuro Wad | 0,001 | 0,002 | mg/L | < 0,001 | 22/09/2017 |
| Cianuro Wad | 0,001 | 0,004 | mg/L | < 0,001 | 28/09/2017 |
| Clorofila A | 0,020 | 0,100 | mg/L | < 0,020 | 27/09/2017 |
| Cloruros, Cl- | 0,061 | 0,200 | mg/L | < 0,061 | 25/09/2017 |
| Cobalto (Co) | 0,00001 | 0,00002 | mg/L | < 0,00001 | 26/09/2017 |
| Cobre (Cu) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 26/09/2017 |
| Coliformes Termotolerantes | 1,8 | 0,0 | NMP/100 mL | < 1,8 | 26/09/2017 |
| Cromo (Cr) | 0,0001 | 0,0004 | mg/L | < 0,0001 | 26/09/2017 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | 2 | 5 | mg/L | < 2 | 26/09/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 2 | 5 | mg O2/L | < 2 | 22/09/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 2 | 5 | mg O2/L | < 2 | 22/09/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 21/09/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 21/09/2017 |
| Escherichia coli | 1,8 | 0,0 | NMP/100 mL | < 1,8 | 26/09/2017 |
| Estaño (Sn) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 26/09/2017 |
| Estroncio (Sr) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 26/09/2017 |
| Fosfatos (como P) | 0,004 | 0,025 | mg PO4-3-P/L | < 0,004 | 25/09/2017 |
| Fosfatos, PO4-3 | 0,012 | 0,084 | mg PO4-3/L | < 0,012 | 25/09/2017 |
| Hierro (Fe) | 0,0004 | 0,0020 | mg/L | < 0,0004 | 26/09/2017 |
| Litio (Li) | 0,0001 | 0,0004 | mg/L | < 0,0001 | 26/09/2017 |
| Magnesio (Mg) | 0,003 | 0,010 | mg/L | < 0,003 | 26/09/2017 |
| Manganeso (Mn) | 0,00003 | 0,00020 | mg/L | < 0,00003 | 26/09/2017 |
| Mercurio (Hg) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 26/09/2017 |
| Molibdeno (Mo) | 0,00002 | 0,00010 | mg/L | < 0,00002 | 26/09/2017 |
| Níquel (Ni) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 26/09/2017 |
| Nitratos, (como N) | 0,002 | 0,005 | mg NO3-N/L | < 0,002 | 25/09/2017 |
| Nitratos, NO3- | 0,009 | 0,023 | mg NO3-/L | < 0,009 | 25/09/2017 |
| Nitritos, (como N) | 0,004 | 0,010 | mg NO2-N/L | < 0,004 | 25/09/2017 |
| Nitritos, NO2- | 0,015 | 0,038 | mg NO2-/L | < 0,015 | 25/09/2017 |
| Nitrógeno Amoniacal | 0,006 | 0,062 | mg NH3-N/L | < 0,006 | 26/09/2017 |
| Nitrógeno Total | 0,024 | 0,071 | mg N/L | < 0,024 | 26/09/2017 |
| Plata (Ag) | 0,000003 | 0,000010 | mg/L | < 0,000003 | 26/09/2017 |
| Plomo (Pb) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 26/09/2017 |
| Potasio (K) | 0,04 | 0,10 | mg/L | < 0,04 | 26/09/2017 |
| Selenio (Se) | 0,0004 | 0,0005 | mg/L | < 0,0004 | 26/09/2017 |
| Sodio (Na) | 0,006 | 0,040 | mg/L | < 0,006 | 26/09/2017 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 2 | 5 | mg/L | < 2 | 26/09/2017 |
| Sulfatos, SO4-2 | 0,050 | 0,200 | mg/L | < 0,050 | 25/09/2017 |
| Sulfuros | 0,0004 | 0,0020 | mg/L | < 0,0004 | 25/09/2017 |
| Talio (Tl) | 0,00002 | 0,00004 | mg/L | < 0,00002 | 26/09/2017 |
| Titanio (Ti) | 0,0002 | 0,0005 | mg/L | < 0,0002 | 26/09/2017 |
| Vanadio (V) | 0,0001 | 0,0005 | mg/L | < 0,0001 | 26/09/2017 |
| Zinc (Zn) | 0,01 | 0,02 | mg/L | < 0,01 | 26/09/2017 |

Control Estandar

| Parámetro | % Recuperación | Límites de Recuperación (%) | Fecha de Reporte |
|------------------|----------------|-----------------------------|------------------|
| Aceites y Grasas | 94,3 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Aceites y Grasas | 88,8 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Aluminio (Al) | 100,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Antimonio (Sb) | 105,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Arsénico (As) | 100,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Bario (Ba) | 99,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Berilio (Be) | 96,1 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Boro (B) | 96,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Cadmio (Cd) | 99,3 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Calcio (Ca) | 102,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Cianuro Wad | 102,5 | 80-120 | 22/09/2017 |

INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

| Parámetro | % Recuperación | Límites de Recuperación (%) | Fecha de Reporte |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|------------------|
| Cianuro Wad | 104,0 | 80-120 | 22/09/2017 |
| Cianuro Wad | 94,4 | 80-120 | 28/09/2017 |
| Cianuro Wad | 92,9 | 80-120 | 28/09/2017 |
| Clorofila A | 101,9 | 80-120 | 27/09/2017 |
| Cloruros, Cl- | 99,4 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Cobalto (Co) | 98,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Cobre (Cu) | 101,5 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Cromo (Cr) | 97,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | 107,1 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 105,4 | 80-120 | 22/09/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 86,0 | 80-120 | 22/09/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 96,0 | 80-120 | 21/09/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 96,0 | 80-120 | 21/09/2017 |
| Estaño (Sn) | 97,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Estroncio (Sr) | 101,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Fosfatos (como P) | 98,2 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Fosfatos, PO4-3 | 98,2 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Hierro (Fe) | 98,7 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Litio (Li) | 98,4 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Magnesio (Mg) | 99,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Manganeso (Mn) | 100,8 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Mercurio (Hg) | 115,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Molibdeno (Mo) | 101,5 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Níquel (Ni) | 99,4 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Nitratos, (como N) | 99,4 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Nitratos, NO3- | 99,4 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Nitritos, (como N) | 103,9 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Nitritos, NO2- | 103,9 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Nitrógeno Amoniacal | 100,7 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Nitrógeno Amoniacal | 100,5 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Nitrógeno Total | 94,2 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Nitrógeno Total | 89,3 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Plata (Ag) | 98,2 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Plomo (Pb) | 101,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Potasio (K) | 104,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Selenio (Se) | 99,8 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Sodio (Na) | 98,2 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 100,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 88,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Sulfatos, SO4-2 | 99,4 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Sulfuros | 104,7 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Sulfuros | 101,4 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Talio (Tl) | 98,1 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Titanio (Ti) | 88,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Vanadio (V) | 98,4 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Zinc (Zn) | 99,0 | 80-120 | 26/09/2017 |

LD = Límite de detección

DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

| Estación de Muestreo | Resp. del Muestreo | Tipo de Muestra | Fecha de Recepción | Fecha de Muestreo | Ubicación Geográfica UTM WGS84 | Zona | Condición de la muestra | Descripción de la Estación de Muestreo |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|------|------------------------------|--|
| RGran3 | Cliente | Agua Superficiales | 20/09/2017 | 19/09/2017 | --- | --- | Proporcionado por el cliente | Reservado por el cliente |
| RMash1 | Cliente | Agua Superficiales | 20/09/2017 | 19/09/2017 | --- | --- | Proporcionado por el cliente | Reservado por el cliente |

INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

| Ref. | Sede | Parámetro | Método de Referencia | Descripción |
|-------|------|--------------------------------------|--|---|
| 12261 | LME | Aceites y Grasas | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012 | Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method |
| 17591 | LME | Alcalinidad | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012 | Alkalinity: Titration Method |
| 8100 | LME | Aniones por Cromatografía Iónica | EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado) | Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography |
| 7427 | LME | Aniones por Cromatografía Iónica* | EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado) | Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography |
| 12249 | LME | Cianuro Wad | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ I, E, 22nd Ed. 2012 | Cyanide. Weak Acid Dissociable Cyanide. |
| 11597 | LME | Cianuro Wad (Skalar) | ASTM D6888-09 (Validado), 2009 | Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection |
| 13305 | LME | Clorofila A | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200-H, 22st Ed. 2012 | Chlorophyll Spectrophotometric |
| 12146 | LME | Coliformes Termotolerantes* | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium) |
| 12413 | LME | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012 | Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test |
| 12336 | LME | Demanda Química de Oxígeno (DQO) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012 | Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method |
| 12354 | LME | Detergentes Aniónicos | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012 | SURFACTANTS: Anionic Surfactants as MBAS |
| 7218 | LME | Escherichia coli 1,8* | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed. 2012 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production) |
| 16877 | LME | Huevos de Helmintos | Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo. | Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. |
| 16876 | LME | Huevos de Helmintos | Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo. | Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. |
| 11420 | LME | Metales Totales por ICP-MS | EPA 6020A, Rev. 1 February 2007 | Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry |
| 11420 | LME | Metales Totales por ICP-MS* | EPA 6020A, Rev. 1 February 2007 | Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry |
| 11620 | LME | Nitrógeno Amoniacal (Skalar) | ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005 | Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection |
| 11636 | LME | Nitrógeno Total (Skalar) | ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010 | Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection |
| 12440 | LME | Sólidos Totales Suspendidos | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012 | Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C |
| 11652 | LME | Sulfuros (Skalar) | SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012 | Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method |

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 42560/2017, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

| Estación de Muestreo | N° ALS LS | Código único de Autenticidad |
|----------------------|-----------------|------------------------------|
| RGran3 | 381864/2017-1.0 | stmspto&3468183 |
| RMash1 | 381865/2017-1.0 | utmspto&3568183 |

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

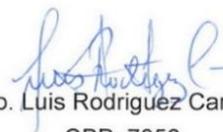
MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - CUENCA CRISNEJAS (SUB CUENCA CAJAMARQUINO)

Emitido por: Evelyn Miñan Castillo - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 28/09/2017



Quím. Evelyn Miñan Castillo
CQP: 778
Jefe de Calidad – UEN Perú



Blgo. Luis Rodríguez Carranza
CBP: 7856
Sup. Microbiología - Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 6

INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestras del ítem: 2

| | |
|-------------------|---------------------|
| Nº ALS LS | 381866/2017-1.0 |
| Fecha de Muestreo | 19/09/2017 |
| Hora de Muestreo | 18:20:00 |
| Tipo de Muestra | Aguas Superficiales |
| Identificación | RMash2 |

| Parámetro | Ref. Mét. | Unidad | LD | LQ | |
|--|-----------|------------------------------------|----------|----------|-----------|
| 003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS | | | | | |
| Aceites y Grasas | 12261 | mg/L | 1,0 | 5,0 | 26,3 |
| Bicarbonato | 17591 | mg HCO ₃ /L | 1,2 | 3,1 | 360,4 |
| Carbonato | 17591 | mg CO ₃ -2/L | 0,6 | 1,5 | < 0,6 |
| Cianuro Wad | 11597 | mg CN ⁻ /L | 0,001 | 0,004 | 0,006 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | 12413 | mg/L | 2 | 5 | 322 |
| Demanda Química de Oxígeno | 12336 | mg O ₂ /L | 2 | 5 | 553 |
| Detergentes Aniónicos | 12354 | mg/L | 0,01 | 0,03 | 1,11 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 12440 | mg/L | 2 | 5 | 150 |
| Sulfuros | 11652 | mg/L | 0,0004 | 0,0020 | 0,233 |
| 005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica | | | | | |
| Cloruros, Cl ⁻ | 8100 | mg/L | 0,061 | 0,200 | 88,85 |
| Fosfatos, PO ₄ -3 | 8100 | mg PO ₄ -3/L | 0,012 | 0,084 | < 0,012 |
| Fosfatos (como P) | 8100 | mg PO ₄ -3-P/L | 0,004 | 0,025 | < 0,004 |
| Nitratos, NO ₃ ⁻ | 8100 | mg NO ₃ ⁻ /L | 0,009 | 0,023 | < 0,009 |
| Nitratos, (como N) | 8100 | mg NO ₃ -N/L | 0,002 | 0,005 | < 0,002 |
| Nitritos, NO ₂ ⁻ | 8100 | mg NO ₂ ⁻ /L | 0,015 | 0,038 | < 0,015 |
| Nitritos, (como N) | 8100 | mg NO ₂ -N/L | 0,004 | 0,010 | < 0,004 |
| Sulfatos, SO ₄ -2 | 8100 | mg SO ₄ -2/L | 0,050 | 0,200 | 179,0 |
| Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)* | 7427 | mg/L | 0,006 | 0,015 | < 0,006 |
| 007 ANÁLISIS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS | | | | | |
| Plata (Ag) | 11420 | mg/L | 0,000003 | 0,000010 | 0,000468 |
| Aluminio (Al) | 11420 | mg/L | 0,002 | 0,004 | 0,613 |
| Arsénico (As) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,00281 |
| Boro (B) | 11420 | mg/L | 0,002 | 0,004 | 0,017 |
| Bario (Ba) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0002 | 0,0991 |
| Berilio (Be) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00010 | < 0,00002 |
| Calcio (Ca) | 11420 | mg/L | 0,10 | 0,15 | 111,3 |
| Cadmio (Cd) | 11420 | mg/L | 0,00001 | 0,00002 | < 0,00001 |
| Cobalto (Co) | 11420 | mg/L | 0,00001 | 0,00002 | 0,00120 |
| Cromo (Cr) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | 0,0016 |
| Cobre (Cu) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,02018 |
| Hierro (Fe) | 11420 | mg/L | 0,0004 | 0,0020 | 0,7393 |
| Mercurio (Hg) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,00077 |
| Potasio (K) | 11420 | mg/L | 0,04 | 0,10 | 20,98 |
| Litio (Li) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | 0,0036 |
| Magnesio (Mg) | 11420 | mg/L | 0,003 | 0,010 | 9,258 |
| Manganeso (Mn) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00020 | 0,29349 |
| Molibdeno (Mo) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00010 | 0,00265 |
| Sodio (Na) | 11420 | mg/L | 0,006 | 0,040 | 87,70 |
| Níquel (Ni) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,0021 |
| Plomo (Pb) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,0025 |
| Antimonio (Sb) | 11420 | mg/L | 0,00004 | 0,00020 | 0,00091 |
| Selenio (Se) | 11420 | mg/L | 0,0004 | 0,0005 | < 0,0004 |
| Estaño (Sn) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,00058 |
| Estroncio (Sr) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,6346 |
| Titanio (Ti) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0005 | 0,0078 |
| Talio (Tl) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00004 | < 0,00002 |
| Vanadio (V) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0005 | 0,0015 |
| Zinc (Zn) | 11420 | mg/L | 0,0100 | 0,0200 | 0,1129 |
| 015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS | | | | | |
| Coliformes Termotolerantes | 12146 | NMP/100mL | 1,8 | --- | 1,7E+7 |
| Escherichia coli | 7218 | NMP/100mL | 1,8 | --- | 1,7E+7 |

INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

| Nº ALS LS | 381866/2017-1.0 | | | | |
|---|---------------------|----------|----|-----|-----|
| Fecha de Muestreo | 19/09/2017 | | | | |
| Hora de Muestreo | 18:20:00 | | | | |
| Tipo de Muestra | Aguas Superficiales | | | | |
| Identificación | RMash2 | | | | |
| Parámetro | Ref. Mét. | Unidad | LD | LQ | |
| 015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS - Parásitos Huevos de Helmintos | | | | | |
| Trematoda - Fasciola hepatica | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Trematoda - Paragonimus sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Trematoda - Schistosoma sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Trematoda - Clonorchis sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Trematoda - Echinostoma sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Ascaris sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Ancylostoma sp./Necator sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Enterobius sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Strongyloides sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Trichuris sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Capillaria sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Nematoda - Trichostrongylus sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Cestoda - Diphyllbothrium sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Cestoda - Hymenolepis sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Cestoda - Dipylidium sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Cestoda - Taenia sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Acanthocephala - Macracanthorhynchus sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |
| Huevos de Helmintos | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012.

El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

| Parámetro | LD | LQ | Unidad | Resultado | Fecha de Reporte |
|--------------------------------------|---------|---------|--------------|-----------|------------------|
| Aceites y Grasas | 1,0 | 5,0 | mg/L | < 1,0 | 26/09/2017 |
| Aluminio (Al) | 0,002 | 0,004 | mg/L | < 0,002 | 26/09/2017 |
| Antimonio (Sb) | 0,00004 | 0,00020 | mg/L | < 0,00004 | 26/09/2017 |
| Arsénico (As) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 26/09/2017 |
| Bario (Ba) | 0,0001 | 0,0002 | mg/L | < 0,0001 | 26/09/2017 |
| Berilio (Be) | 0,00002 | 0,00010 | mg/L | < 0,00002 | 26/09/2017 |
| Boro (B) | 0,002 | 0,004 | mg/L | < 0,002 | 26/09/2017 |
| Cadmio (Cd) | 0,00001 | 0,00002 | mg/L | < 0,00001 | 26/09/2017 |
| Calcio (Ca) | 0,10 | 0,15 | mg/L | < 0,10 | 26/09/2017 |
| Cianuro Wad | 0,001 | 0,004 | mg/L | < 0,001 | 28/09/2017 |
| Cloruros, Cl- | 0,061 | 0,200 | mg/L | < 0,061 | 25/09/2017 |
| Cobalto (Co) | 0,00001 | 0,00002 | mg/L | < 0,00001 | 26/09/2017 |
| Cobre (Cu) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 26/09/2017 |
| Coliformes Termotolerantes | 1,8 | 0,0 | NMP/100 mL | < 1,8 | 26/09/2017 |
| Cromo (Cr) | 0,0001 | 0,0004 | mg/L | < 0,0001 | 26/09/2017 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | 2 | 5 | mg/L | < 2 | 27/09/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 2 | 5 | mg O2/L | < 2 | 22/09/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 2 | 5 | mg O2/L | < 2 | 22/09/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 21/09/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 21/09/2017 |
| Escherichia coli | 1,8 | 0,0 | NMP/100 mL | < 1,8 | 26/09/2017 |
| Estaño (Sn) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 26/09/2017 |
| Estroncio (Sr) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 26/09/2017 |
| Fosfatos (como P) | 0,004 | 0,025 | mg PO4-3-P/L | < 0,004 | 25/09/2017 |
| Fosfatos, PO4-3 | 0,012 | 0,084 | mg PO4-3/L | < 0,012 | 25/09/2017 |

INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

| Parámetro | LD | LQ | Unidad | Resultado | Fecha de Reporte |
|-----------------------------|----------|----------|------------|------------|------------------|
| Hierro (Fe) | 0,0004 | 0,0020 | mg/L | < 0,0004 | 26/09/2017 |
| Litio (Li) | 0,0001 | 0,0004 | mg/L | < 0,0001 | 26/09/2017 |
| Magnesio (Mg) | 0,003 | 0,010 | mg/L | < 0,003 | 26/09/2017 |
| Manganeso (Mn) | 0,00003 | 0,00020 | mg/L | < 0,00003 | 26/09/2017 |
| Mercurio (Hg) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 26/09/2017 |
| Molibdeno (Mo) | 0,00002 | 0,00010 | mg/L | < 0,00002 | 26/09/2017 |
| Níquel (Ni) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 26/09/2017 |
| Nitratos, (como N) | 0,002 | 0,005 | mg NO3-N/L | < 0,002 | 25/09/2017 |
| Nitratos, NO3- | 0,009 | 0,023 | mg NO3-/L | < 0,009 | 25/09/2017 |
| Nitritos, (como N) | 0,004 | 0,010 | mg NO2-N/L | < 0,004 | 25/09/2017 |
| Nitritos, NO2- | 0,015 | 0,038 | mg NO2-/L | < 0,015 | 25/09/2017 |
| Plata (Ag) | 0,000003 | 0,000010 | mg/L | < 0,000003 | 26/09/2017 |
| Plomo (Pb) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 26/09/2017 |
| Potasio (K) | 0,04 | 0,10 | mg/L | < 0,04 | 26/09/2017 |
| Selenio (Se) | 0,0004 | 0,0005 | mg/L | < 0,0004 | 26/09/2017 |
| Sodio (Na) | 0,006 | 0,040 | mg/L | < 0,006 | 26/09/2017 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 2 | 5 | mg/L | < 2 | 26/09/2017 |
| Sulfatos, SO4-2 | 0,050 | 0,200 | mg/L | < 0,050 | 25/09/2017 |
| Sulfuros | 0,0004 | 0,0020 | mg/L | < 0,0004 | 27/09/2017 |
| Talio (Tl) | 0,00002 | 0,00004 | mg/L | < 0,00002 | 26/09/2017 |
| Titanio (Ti) | 0,0002 | 0,0005 | mg/L | < 0,0002 | 26/09/2017 |
| Vanadio (V) | 0,0001 | 0,0005 | mg/L | < 0,0001 | 26/09/2017 |
| Zinc (Zn) | 0,01 | 0,02 | mg/L | < 0,01 | 26/09/2017 |

Control Estandar

| Parámetro | % Recuperación | Límites de Recuperación (%) | Fecha de Reporte |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|------------------|
| Aceites y Grasas | 94,3 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Aceites y Grasas | 88,8 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Aluminio (Al) | 100,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Antimonio (Sb) | 105,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Arsénico (As) | 100,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Bario (Ba) | 99,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Berilio (Be) | 96,1 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Boro (B) | 96,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Cadmio (Cd) | 99,3 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Calcio (Ca) | 102,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Cianuro Wad | 94,4 | 80-120 | 28/09/2017 |
| Cianuro Wad | 92,9 | 80-120 | 28/09/2017 |
| Cloruros, Cl- | 99,4 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Cobalto (Co) | 98,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Cobre (Cu) | 101,5 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Cromo (Cr) | 97,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | 105,1 | 80-120 | 27/09/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 105,4 | 80-120 | 22/09/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 86,0 | 80-120 | 22/09/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 96,0 | 80-120 | 21/09/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 96,0 | 80-120 | 21/09/2017 |
| Estaño (Sn) | 97,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Estroncio (Sr) | 101,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Fosfatos (como P) | 98,2 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Fosfatos, PO4-3 | 98,2 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Hierro (Fe) | 98,7 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Litio (Li) | 98,4 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Magnesio (Mg) | 99,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Manganeso (Mn) | 100,8 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Mercurio (Hg) | 115,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Molibdeno (Mo) | 101,5 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Níquel (Ni) | 99,4 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Nitratos, (como N) | 99,4 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Nitratos, NO3- | 99,4 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Nitritos, (como N) | 103,9 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Nitritos, NO2- | 103,9 | 80-120 | 25/09/2017 |

INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

| Parámetro | % Recuperación | Límites de Recuperación (%) | Fecha de Reporte |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------|------------------|
| Plata (Ag) | 98,2 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Plomo (Pb) | 101,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Potasio (K) | 104,6 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Selenio (Se) | 99,8 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Sodio (Na) | 98,2 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 100,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 88,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Sulfatos, SO4-2 | 99,4 | 80-120 | 25/09/2017 |
| Sulfuros | 88,4 | 80-120 | 27/09/2017 |
| Sulfuros | 100,5 | 80-120 | 27/09/2017 |
| Talio (Tl) | 98,1 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Titanio (Ti) | 88,0 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Vanadio (V) | 98,4 | 80-120 | 26/09/2017 |
| Zinc (Zn) | 99,0 | 80-120 | 26/09/2017 |

LD = Límite de detección

DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

| Estación de Muestreo | Resp. del Muestreo | Tipo de Muestra | Fecha de Recepción | Fecha de Muestreo | Ubicación Geográfica UTM WGS84 | Zona | Condición de la muestra | Descripción de la Estación de Muestreo |
|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|------|------------------------------|--|
| RMash2 | Ciente | Aguas Superficiales | 20/09/2017 | 19/09/2017 | --- | --- | Proporcionado por el cliente | Reservado por el cliente |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

| Ref. | Sede | Parámetro | Método de Referencia | Descripción |
|-------|------|--------------------------------------|---|---|
| 12261 | LME | Aceites y Grasas | SMEWW-APHA-AWWA-WEF 5520 B, 22nd Ed. 2012 | Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method |
| 17591 | LME | Alcalinidad | SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2320 B, 22nd Ed. 2012 | Alkalinity: Titration Method |
| 8100 | LME | Aniones por Cromatografía Iónica | EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado) | Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography |
| 7427 | LME | Aniones por Cromatografía Iónica* | EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado) | Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography |
| 11597 | LME | Cianuro Wad (Skalar) | ASTM D6888-09 (Validado), 2009 | Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection |
| 12146 | LME | Coliformes Termotolerantes | SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E-1, 22nd Ed. 2012 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium) |
| 12413 | LME | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF 5210 B, 22nd Ed. 2012 | Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test |
| 12336 | LME | Demanda Química de Oxígeno (DQO) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF 5220 D, 22nd Ed. 2012 | Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method |
| 12354 | LME | Detergentes Aniónicos | SMEWW-APHA-AWWA-WEF 5540 C, 22nd Ed. 2012 | SURFACTANTS: Anionic Surfactants as MBAS |
| 7218 | LME | Escherichia coli 1,8 | SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 G-2, 22nd Ed. 2012 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production) |
| 16876 | LME | Huevos de Helmintos | Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo. | Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. |
| 11420 | LME | Metales Totales por ICP-MS | EPA 6020A, Rev. 1 February 2007 | Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry |
| 12440 | LME | Sólidos Totales Suspendidos | SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2540 D, 22nd Ed. 2012 | Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C |
| 11652 | LME | Sulfuros (Skalar) | SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012 | Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method |

INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 42561/2017, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

| Estación de Muestreo | N° ALS LS | Código único de Autenticidad |
|----------------------|-----------------|------------------------------|
| RMash2 | 381866/2017-1.0 | lumspto&3668183 |

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - CUENCA CRISNEJAS - SUB CUENCA CAJAMARQUINO

Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 20/12/2017



Quím. Karin Zelada Trigos
CQP: 830

Sup. Emisión Informes – Lima



Blgo. Luis Rodríguez Carranza
CBP: 7856

Sup. Microbiología - Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 6

INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 2

| Nº ALS LS | | | | | 523132/2017-1.0 | 523133/2017-1.0 |
|--|-----------|------------------------------------|----------|----------|---------------------|---------------------|
| Fecha de Muestreo | | | | | 08/12/2017 | 08/12/2017 |
| Hora de Muestreo | | | | | 11:08:00 | 16:15:00 |
| Tipo de Muestra | | | | | Aguas Superficiales | Aguas Superficiales |
| Identificación | | | | | RMash1 | RMash2 |
| Parámetro | Ref. Mét. | Unidad | LD | LQ | | |
| 003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS | | | | | | |
| Aceites y Grasas | 12261 | mg/L | 1,0 | 5,0 | < 1,0 | 3,2 |
| Bicarbonato | 17591 | mg HCO ₃ /L | 1,2 | 3,1 | 31,5 | 132,0 |
| Carbonato | 17591 | mg CO ₃ -2/L | 0,6 | 1,5 | < 0,6 | < 0,6 |
| Cianuro Wad | 11597 | mg CN ⁻ /L | 0,001 | 0,004 | < 0,001 | < 0,001 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)* | 12413 | mg/L | 2 | 5 | < 2 | 5 |
| Demanda Química de Oxígeno | 12336 | mg O ₂ /L | 2 | 5 | 15 | 12 |
| Detergentes Aniónicos | 12354 | mg/L | 0,01 | 0,03 | < 0,01 | 0,40 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 12440 | mg/L | 2 | 5 | 204 | 377 |
| Sulfuros | 11652 | mg/L | 0,0004 | 0,0020 | 0,0292 | < 0,0004 |
| 005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica | | | | | | |
| Cloruros, Cl ⁻ | 8100 | mg/L | 0,061 | 0,200 | 6,239 | 21,14 |
| Fosfatos, PO ₄ -3 | 8100 | mg PO ₄ -3/L | 0,012 | 0,084 | < 0,012 | < 0,012 |
| Fosfatos (como P) | 8100 | mg PO ₄ -3-P/L | 0,004 | 0,025 | < 0,004 | < 0,004 |
| Nitratos, NO ₃ ⁻ | 8100 | mg NO ₃ ⁻ /L | 0,009 | 0,023 | 6,265 | < 0,009 |
| Nitratos, (como N) | 8100 | mg NO ₃ -N/L | 0,002 | 0,005 | 1,415 | < 0,002 |
| Nitritos, NO ₂ ⁻ | 8100 | mg NO ₂ ⁻ /L | 0,015 | 0,038 | 0,072 | < 0,015 |
| Nitritos, (como N) | 8100 | mg NO ₂ -N/L | 0,004 | 0,010 | 0,022 | < 0,004 |
| Sulfatos, SO ₄ -2 | 8100 | mg SO ₄ -2/L | 0,050 | 0,200 | 157,2 | 148,2 |
| 007 ANÁLISIS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS | | | | | | |
| Plata (Ag) | 11420 | mg/L | 0,000003 | 0,000010 | < 0,000003 | < 0,000003 |
| Aluminio (Al) | 11420 | mg/L | 0,002 | 0,004 | 2,677 | 5,353 |
| Arsénico (As) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,00518 | 0,00821 |
| Boro (B) | 11420 | mg/L | 0,002 | 0,004 | 0,020 | 0,021 |
| Bario (Ba) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0002 | 0,1127 | 0,1552 |
| Berilio (Be) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00010 | < 0,00002 | < 0,00002 |
| Calcio (Ca) | 11420 | mg/L | 0,10 | 0,15 | 61,36 | 80,20 |
| Cadmio (Cd) | 11420 | mg/L | 0,00001 | 0,00002 | < 0,00001 | < 0,00001 |
| Cobalto (Co) | 11420 | mg/L | 0,00001 | 0,00002 | 0,00413 | 0,00560 |
| Cromo (Cr) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | 0,0021 | 0,0094 |
| Cobre (Cu) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,00802 | 0,01876 |
| Hierro (Fe) | 11420 | mg/L | 0,0004 | 0,0020 | 3,786 | 6,982 |
| Mercurio (Hg) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00009 | < 0,00003 | < 0,00003 |
| Potasio (K) | 11420 | mg/L | 0,04 | 0,10 | 3,73 | 8,11 |
| Litio (Li) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | 0,0078 | 0,0050 |
| Magnesio (Mg) | 11420 | mg/L | 0,003 | 0,010 | 5,219 | 7,072 |
| Manganeso (Mn) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00020 | 0,26184 | 0,44423 |
| Molibdeno (Mo) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00010 | 0,00228 | 0,00236 |
| Sodio (Na) | 11420 | mg/L | 0,006 | 0,040 | 12,27 | 28,88 |
| Níquel (Ni) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,0027 | 0,0071 |
| Plomo (Pb) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,0045 | 0,0093 |
| Antimonio (Sb) | 11420 | mg/L | 0,00004 | 0,00020 | 0,00057 | 0,00049 |
| Selenio (Se) | 11420 | mg/L | 0,0004 | 0,0005 | 0,0017 | 0,0022 |
| Estaño (Sn) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | < 0,00003 | < 0,00003 |
| Estroncio (Sr) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,4287 | 0,5124 |
| Titanio (Ti) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0005 | 0,0416 | 0,0705 |
| Talio (Tl) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00004 | 0,00221 | 0,00124 |
| Vanadio (V) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0005 | 0,0069 | 0,0141 |
| Zinc (Zn) | 11420 | mg/L | 0,0100 | 0,0200 | 0,0189 | 0,0551 |
| 015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS | | | | | | |
| Coliformes Termotolerantes* | 12146 | NMP/100mL | 1,8 | --- | 1,7E+3 | 2,8E+5 |
| Escherichia coli* | 7218 | NMP/100mL | 1,8 | --- | 1,1E+3 | 1,1E+5 |
| 015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS - Parásitos Huevos de Helmintos | | | | | | |
| Trematoda - Fasciola hepatica | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Trematoda - Paragonimus sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |

INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

| Nº ALS LS | | | | | 523132/2017-1.0 | 523133/2017-1.0 |
|--|-----------|----------|----|-----|---------------------|---------------------|
| Fecha de Muestreo | | | | | 08/12/2017 | 08/12/2017 |
| Hora de Muestreo | | | | | 11:08:00 | 16:15:00 |
| Tipo de Muestra | | | | | Aguas Superficiales | Aguas Superficiales |
| Identificación | | | | | RMash1 | RMash2 |
| Parámetro | Ref. Mét. | Unidad | LD | LQ | | |
| Trematoda - Schistosoma sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Trematoda - Clonorchis sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Trematoda - Echinostoma sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Nematoda - Ascaris sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Nematoda - Ancylostoma sp./Necator sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Nematoda - Enterobius sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Nematoda - Strongyloides sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Nematoda - Trichuris sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Nematoda - Capillaria sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Nematoda - Trichostrongylus sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Cestoda - Diphylobothrium sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Cestoda - Hymenolepis sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Cestoda - Dipylidium sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Cestoda - Taenia sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Acanthocephala - Macracanthorhynchus sp. | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |
| Huevos de Helmitos | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD = Límite de detección.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012.

El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

| Parámetro | LD | LQ | Unidad | Resultado | Fecha de Análisis |
|--------------------------------------|---------|---------|--------------|-----------|-------------------|
| Aceites y Grasas | 1,0 | 5,0 | mg/L | < 1,0 | 15/12/2017 |
| Aluminio (Al) | 0,002 | 0,004 | mg/L | < 0,002 | 14/12/2017 |
| Antimonio (Sb) | 0,00004 | 0,00020 | mg/L | < 0,00004 | 14/12/2017 |
| Arsénico (As) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 14/12/2017 |
| Bario (Ba) | 0,0001 | 0,0002 | mg/L | < 0,0001 | 14/12/2017 |
| Berilio (Be) | 0,00002 | 0,00010 | mg/L | < 0,00002 | 14/12/2017 |
| Boro (B) | 0,002 | 0,004 | mg/L | < 0,002 | 14/12/2017 |
| Cadmio (Cd) | 0,00001 | 0,00002 | mg/L | < 0,00001 | 14/12/2017 |
| Calcio (Ca) | 0,10 | 0,15 | mg/L | < 0,10 | 14/12/2017 |
| Cianuro Wad | 0,001 | 0,004 | mg/L | < 0,001 | 18/12/2017 |
| Cloruros, Cl- | 0,061 | 0,200 | mg/L | < 0,061 | 10/12/2017 |
| Cobalto (Co) | 0,00001 | 0,00002 | mg/L | < 0,00001 | 14/12/2017 |
| Cobre (Cu) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 14/12/2017 |
| Coliformes Termotolerantes | 1,8 | 0,0 | NMP/100 mL | < 1,8 | 10/12/2017 |
| Cromo (Cr) | 0,0001 | 0,0004 | mg/L | < 0,0001 | 14/12/2017 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | 2 | 5 | mg/L | < 2 | 10/12/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 2 | 5 | mg O2/L | < 2 | 16/12/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 2 | 5 | mg O2/L | < 2 | 16/12/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 10/12/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 10/12/2017 |
| Escherichia coli | 1,8 | 0,0 | NMP/100 mL | < 1,8 | 10/12/2017 |
| Estaño (Sn) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 14/12/2017 |
| Estroncio (Sr) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 14/12/2017 |
| Fosfatos (como P) | 0,004 | 0,025 | mg PO4-3-P/L | < 0,004 | 10/12/2017 |
| Fosfatos, PO4-3 | 0,012 | 0,084 | mg PO4-3/L | < 0,012 | 10/12/2017 |
| Hierro (Fe) | 0,0004 | 0,0020 | mg/L | < 0,0004 | 14/12/2017 |
| Litio (Li) | 0,0001 | 0,0004 | mg/L | < 0,0001 | 14/12/2017 |
| Magnesio (Mg) | 0,003 | 0,010 | mg/L | < 0,003 | 14/12/2017 |
| Manganeso (Mn) | 0,00003 | 0,00020 | mg/L | < 0,00003 | 14/12/2017 |

INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

| Parámetro | LD | LQ | Unidad | Resultado | Fecha de Análisis |
|------------------------------|----------|----------|-------------------------|------------|-------------------|
| Mercurio (Hg) | 0,00003 | 0,00009 | mg/L | < 0,00003 | 14/12/2017 |
| Molibdeno (Mo) | 0,00002 | 0,00010 | mg/L | < 0,00002 | 14/12/2017 |
| Níquel (Ni) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 14/12/2017 |
| Nitratos, (como N) | 0,002 | 0,005 | mg NO ₃ -N/L | < 0,002 | 10/12/2017 |
| Nitratos, NO ₃ - | 0,009 | 0,023 | mg NO ₃ -/L | < 0,009 | 10/12/2017 |
| Nitritos, (como N) | 0,004 | 0,010 | mg NO ₂ -N/L | < 0,004 | 10/12/2017 |
| Nitritos, NO ₂ - | 0,015 | 0,038 | mg NO ₂ -/L | < 0,015 | 10/12/2017 |
| Plata (Ag) | 0,000003 | 0,000010 | mg/L | < 0,000003 | 14/12/2017 |
| Plomo (Pb) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 14/12/2017 |
| Potasio (K) | 0,04 | 0,10 | mg/L | < 0,04 | 14/12/2017 |
| Selenio (Se) | 0,0004 | 0,0005 | mg/L | < 0,0004 | 14/12/2017 |
| Sodio (Na) | 0,006 | 0,040 | mg/L | < 0,006 | 14/12/2017 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 2 | 5 | mg/L | < 2 | 14/12/2017 |
| Sulfatos, SO ₄ -2 | 0,050 | 0,200 | mg/L | < 0,050 | 10/12/2017 |
| Sulfuros | 0,0004 | 0,0004 | mg/L | < 0,0004 | 15/12/2017 |
| Talio (Tl) | 0,00002 | 0,00004 | mg/L | < 0,00002 | 14/12/2017 |
| Titanio (Ti) | 0,0002 | 0,0005 | mg/L | < 0,0002 | 14/12/2017 |
| Vanadio (V) | 0,0001 | 0,0005 | mg/L | < 0,0001 | 14/12/2017 |
| Zinc (Zn) | 0,01 | 0,02 | mg/L | < 0,01 | 14/12/2017 |

Control Estandar

| Parámetro | % Recuperación | Límites de Recuperación (%) | Fecha de Análisis |
|---|----------------|-----------------------------|-------------------|
| Aceites y Grasas | 93,8 | 80-120 | 15/12/2017 |
| Aceites y Grasas | 99,0 | 80-120 | 15/12/2017 |
| Aluminio (Al) | 106,3 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Antimonio (Sb) | 111,8 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Arsénico (As) | 108,2 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Bario (Ba) | 109,6 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Berilio (Be) | 109,1 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Boro (B) | 100,0 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Cadmio (Cd) | 108,5 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Calcio (Ca) | 106,3 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Cianuro Wad | 93,4 | 80-120 | 18/12/2017 |
| Cianuro Wad | 94,7 | 80-120 | 18/12/2017 |
| Cloruros, Cl- | 99,8 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Cobalto (Co) | 108,8 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Cobre (Cu) | 112,8 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Cromo (Cr) | 113,2 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | 106,6 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 93,2 | 80-120 | 16/12/2017 |
| Demanda Química de Oxígeno | 106,0 | 80-120 | 16/12/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 104,0 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Detergentes Aniónicos | 104,0 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Estaño (Sn) | 108,6 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Estroncio (Sr) | 109,8 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Fosfatos (como P) | 96,5 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Fosfatos, PO ₄ -3 | 96,5 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Hierro (Fe) | 106,6 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Litio (Li) | 115,0 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Magnesio (Mg) | 106,4 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Manganeso (Mn) | 111,8 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Mercurio (Hg) | 111,6 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Molibdeno (Mo) | 110,0 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Níquel (Ni) | 110,6 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Nitratos, (como N) | 100,9 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Nitratos, NO ₃ - | 100,9 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Nitritos, (como N) | 106,3 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Nitritos, NO ₂ - | 106,3 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Plata (Ag) | 109,4 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Plomo (Pb) | 112,2 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Potasio (K) | 109,3 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Selenio (Se) | 105,0 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Sodio (Na) | 107,0 | 80-120 | 14/12/2017 |

INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

| Parámetro | % Recuperación | Límites de Recuperación (%) | Fecha de Análisis |
|------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------------|
| Sólidos Totales Suspendidos | 91,0 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Sólidos Totales Suspendidos | 96,0 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Sulfatos, SO ₄ -2 | 99,6 | 80-120 | 10/12/2017 |
| Sulfuros | 107,0 | 80-120 | 15/12/2017 |
| Sulfuros | 88,0 | 80-120 | 15/12/2017 |
| Talio (Tl) | 106,9 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Titanio (Ti) | 109,6 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Vanadio (V) | 110,0 | 80-120 | 14/12/2017 |
| Zinc (Zn) | 108,2 | 80-120 | 14/12/2017 |

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

| Estación de Muestreo | Resp.del Muestreo | Tipo de Muestra | Fecha de Recepción | Fecha de Muestreo | Ubicación Geográfica UTM WGS84 | Zona | Condición de la muestra | Descripción de la Estación de Muestreo |
|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|------|------------------------------|--|
| RMash1 | Cliente | Agua Superficiales | 10/12/2017 | 08/12/2017 | --- | - | Proporcionado por el cliente | Reservado por el cliente |
| RMash2 | Cliente | Agua Superficiales | 10/12/2017 | 08/12/2017 | --- | - | Proporcionado por el cliente | Reservado por el cliente |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

| Ref. | Sede | Parámetro | Método de Referencia | Descripción |
|-------|------|--|--|---|
| 12261 | LME | Aceites y Grasas | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012 | Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method |
| 17591 | LME | Alcalinidad | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012 | Alkalinity: Titration Method |
| 8100 | LME | Aniones por Cromatografía Iónica | EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado) | Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography |
| 11597 | LME | Cinuro Wad (Skalar) | ASTM D6888-09 (Validado), 2009 | Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection |
| 12146 | LME | Coliformes Termotolerantes* | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium) |
| 12413 | LME | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)* | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012 | Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test |
| 12336 | LME | Demanda Química de Oxígeno (DQO) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012 | Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method |
| 12354 | LME | Detergentes Aniónicos | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012 | SURFACTANTS: Anionic Surfactants as MBAS |
| 7218 | LME | Escherichia coli 1,8* | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed. 2012 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production) |
| 16876 | LME | Huevos de Helmintos | Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Baillenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo. | Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. |
| 11420 | LME | Metales Totales por ICP-MS | EPA 6020A, Rev. 1 February 2007 | Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry |
| 12440 | LME | Sólidos Totales Suspendidos | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012 | Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C |
| 11652 | LME | Sulfuros (Skalar) | SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012 | Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method |

INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 57693/2017, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

| Estación de Muestreo | N° ALS LS | Código único de Autenticidad |
|----------------------|-----------------|------------------------------|
| RMash1 | 523132/2017-1.0 | otpmqjp&5231325 |
| RMash2 | 523133/2017-1.0 | otpmqjp&5331325 |

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - CUENCA CRISNEJAS (SUB CUENCA CAJAMARQUINO)

Emitido por: Evelyn Miñan Castillo - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 14/05/2018



Quím. Evelyn Miñan Castillo
CQP: 778
Jefe de Calidad – UEN Perú



Blgo. Luis Rodríguez Carranza
CBP: 7856
Sup. Microbiología - Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 6

INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

| Muestras del ítem: 1 | | | | | 208057/2018-1.0 | 208058/2018-1.0 |
|---|-----------|---------------------------|----------|----------|---------------------|---------------------|
| Nº ALS LS | | | | | 04/05/2018 | 04/05/2018 |
| Fecha de Muestreo | | | | | 10:00:00 | 11:10:00 |
| Hora de Muestreo | | | | | Aguas Superficiales | Aguas Superficiales |
| Tipo de Muestra | | | | | RPorc1 | RMash1 |
| Identificación | | | | | | |
| Parámetro | Ref. Mét. | Unidad | LD | LQ | | |
| 003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS | | | | | | |
| Aceites y Grasas | 12261 | mg/L | 1,0 | 5,0 | < 1,0 | < 1,0 |
| Bicarbonato | 17591 | mg HCO ₃ /L | 1,2 | 3,1 | 44,8 | 32,9 |
| Carbonato | 17591 | mg CO ₃ -2/L | 0,6 | 1,5 | < 0,6 | < 0,6 |
| Cianuro Wad | 11597 | mg CN ⁻ /L | 0,001 | 0,004 | < 0,001 | < 0,001 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | 12413 | mg/L | 2 | 5 | < 2 | < 2 |
| Demanda Química de Oxígeno | 12336 | mg O ₂ /L | 2 | 5 | 2 | 9 |
| Detergentes Aniónicos | 12354 | mg/L | 0,01 | 0,03 | < 0,01 | < 0,01 |
| Sulfuros | 11652 | mg/L | 0,0004 | 0,0020 | < 0,0004 | < 0,0004 |
| 005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica | | | | | | |
| Cloruros, Cl- | 8100 | mg/L | 0,061 | 0,200 | 1,009 | 2,298 |
| Fosfatos, PO ₄ -3 | 8100 | mg PO ₄ -3/L | 0,012 | 0,084 | < 0,012 | < 0,012 |
| Fosfatos (como P) | 8100 | mg PO ₄ -3-P/L | 0,004 | 0,025 | < 0,004 | < 0,004 |
| Nitratos, NO ₃ - | 8100 | mg NO ₃ -/L | 0,009 | 0,023 | 0,199 | 1,680 |
| Nitratos, (como N) | 8100 | mg NO ₃ -N/L | 0,002 | 0,005 | 0,045 | 0,380 |
| Nitritos, NO ₂ - | 8100 | mg NO ₂ -/L | 0,015 | 0,038 | < 0,015 | < 0,015 |
| Nitritos, (como N) | 8100 | mg NO ₂ -N/L | 0,004 | 0,010 | < 0,004 | < 0,004 |
| Sulfatos, SO ₄ -2 | 8100 | mg SO ₄ -2/L | 0,050 | 0,200 | 46,69 | 141,7 |
| Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)* | 7427 | mg/L | 0,006 | 0,015 | 0,045 | 0,380 |
| 007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS | | | | | | |
| Plata (Ag) | 11420 | mg/L | 0,000003 | 0,000010 | < 0,000003 | < 0,000003 |
| Aluminio (Al) | 11420 | mg/L | 0,002 | 0,004 | 0,493 | 0,422 |
| Arsénico (As) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,00098 | 0,00059 |
| Boro (B) | 11420 | mg/L | 0,002 | 0,004 | < 0,002 | < 0,002 |
| Bario (Ba) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0002 | 0,0422 | 0,0484 |
| Berilio (Be) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00010 | < 0,00002 | < 0,00002 |
| Calcio (Ca) | 11420 | mg/L | 0,10 | 0,15 | 21,62 | 53,72 |
| Cadmio (Cd) | 11420 | mg/L | 0,00001 | 0,00002 | < 0,00001 | < 0,00001 |
| Cobalto (Co) | 11420 | mg/L | 0,00001 | 0,00002 | 0,00161 | 0,00130 |
| Cromo (Cr) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Cobre (Cu) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,00110 | 0,00285 |
| Hierro (Fe) | 11420 | mg/L | 0,0004 | 0,0020 | 0,8940 | 0,9919 |
| Mercurio (Hg) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00009 | < 0,00003 | < 0,00003 |
| Potasio (K) | 11420 | mg/L | 0,04 | 0,10 | 1,62 | 2,02 |
| Litio (Li) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | < 0,0001 | 0,0019 |
| Magnesio (Mg) | 11420 | mg/L | 0,003 | 0,010 | 3,431 | 3,137 |
| Manganeso (Mn) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00020 | 0,22188 | 0,15353 |
| Molibdeno (Mo) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00010 | < 0,00002 | 0,00073 |
| Sodio (Na) | 11420 | mg/L | 0,006 | 0,040 | 6,983 | 7,046 |
| Níquel (Ni) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,0015 | 0,0009 |
| Plomo (Pb) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | < 0,0002 | 0,0005 |
| Antimonio (Sb) | 11420 | mg/L | 0,00004 | 0,00020 | < 0,00004 | < 0,00004 |
| Selenio (Se) | 11420 | mg/L | 0,0004 | 0,0005 | < 0,0004 | < 0,0004 |
| Estaño (Sn) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | < 0,00003 | < 0,00003 |
| Estroncio (Sr) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,2229 | 0,3221 |
| Titanio (Ti) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0005 | 0,0038 | 0,0062 |
| Talio (Tl) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00004 | < 0,00002 | 0,00108 |
| Vanadio (V) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0005 | 0,0012 | 0,0013 |
| Zinc (Zn) | 11420 | mg/L | 0,0100 | 0,0200 | 0,0106 | < 0,0100 |
| 015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS | | | | | | |
| Coliformes Termotolerantes* | 12146 | NMP/100mL | 1,8 | --- | 940 | 940 |
| Escherichia coli* | 7218 | NMP/100mL | 1,8 | --- | 490 | 700 |
| Huevos de Helmintos | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 | < 1 |

INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD = Límite de detección.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012.

El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

| Parámetro | LD | LQ | Unidad | Resultado | Fecha de Análisis |
|--------------------------------------|----------|----------|--------------|------------|-------------------|
| Aceites y Grasas | 1,0 | 5,0 | mg/L | < 1,0 | 09/05/2018 |
| Aluminio (Al) | 0,002 | 0,004 | mg/L | < 0,002 | 08/05/2018 |
| Antimonio (Sb) | 0,00004 | 0,00020 | mg/L | < 0,00004 | 08/05/2018 |
| Arsénico (As) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 08/05/2018 |
| Bario (Ba) | 0,0001 | 0,0002 | mg/L | < 0,0001 | 08/05/2018 |
| Berilio (Be) | 0,00002 | 0,00010 | mg/L | < 0,00002 | 08/05/2018 |
| Boro (B) | 0,002 | 0,004 | mg/L | < 0,002 | 08/05/2018 |
| Cadmio (Cd) | 0,00001 | 0,00002 | mg/L | < 0,00001 | 08/05/2018 |
| Calcio (Ca) | 0,10 | 0,15 | mg/L | < 0,10 | 08/05/2018 |
| Cianuro Wad | 0,001 | 0,004 | mg/L | < 0,001 | 09/05/2018 |
| Cloruros, Cl- | 0,061 | 0,200 | mg/L | < 0,061 | 06/05/2018 |
| Cobalto (Co) | 0,00001 | 0,00002 | mg/L | < 0,00001 | 08/05/2018 |
| Cobre (Cu) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 08/05/2018 |
| Coliformes Termotolerantes | 1,8 | 0,0 | NMP/100 mL | < 1,8 | 05/05/2018 |
| Cromo (Cr) | 0,0001 | 0,0004 | mg/L | < 0,0001 | 08/05/2018 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | 2 | 5 | mg/L | < 2 | 06/05/2018 |
| Demanda Química de Oxígeno | 2 | 5 | mg O2/L | < 2 | 08/05/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 06/04/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 06/04/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 06/05/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 06/05/2018 |
| Escherichia coli | 1,8 | 0,0 | NMP/100 mL | < 1,8 | 05/05/2018 |
| Estaño (Sn) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 08/05/2018 |
| Estroncio (Sr) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 08/05/2018 |
| Fosfatos (como P) | 0,004 | 0,025 | mg PO4-3-P/L | < 0,004 | 06/05/2018 |
| Fosfatos, PO4-3 | 0,012 | 0,084 | mg PO4-3/L | < 0,012 | 06/05/2018 |
| Hierro (Fe) | 0,0004 | 0,0020 | mg/L | < 0,0004 | 08/05/2018 |
| Huevos de Helmintos | 1 | 1 | Huevos/L | < 1 | 11/05/2018 |
| Litio (Li) | 0,0001 | 0,0004 | mg/L | < 0,0001 | 08/05/2018 |
| Magnesio (Mg) | 0,003 | 0,010 | mg/L | < 0,003 | 08/05/2018 |
| Manganeso (Mn) | 0,00003 | 0,00020 | mg/L | < 0,00003 | 08/05/2018 |
| Mercurio (Hg) | 0,00003 | 0,00009 | mg/L | < 0,00003 | 08/05/2018 |
| Molibdeno (Mo) | 0,00002 | 0,00010 | mg/L | < 0,00002 | 08/05/2018 |
| Níquel (Ni) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 08/05/2018 |
| Nitratos, (como N) | 0,002 | 0,005 | mg NO3-N/L | < 0,002 | 06/05/2018 |
| Nitratos, NO3- | 0,009 | 0,023 | mg NO3-/L | < 0,009 | 06/05/2018 |
| Nitritos, (como N) | 0,004 | 0,010 | mg NO2-N/L | < 0,004 | 06/05/2018 |
| Nitritos, NO2- | 0,015 | 0,038 | mg NO2-/L | < 0,015 | 06/05/2018 |
| Plata (Ag) | 0,000003 | 0,000010 | mg/L | < 0,000003 | 08/05/2018 |
| Plomo (Pb) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 08/05/2018 |
| Potasio (K) | 0,04 | 0,10 | mg/L | < 0,04 | 08/05/2018 |
| Selenio (Se) | 0,0004 | 0,0005 | mg/L | < 0,0004 | 08/05/2018 |
| Sodio (Na) | 0,006 | 0,040 | mg/L | < 0,006 | 08/05/2018 |
| Sulfatos, SO4-2 | 0,050 | 0,200 | mg/L | < 0,050 | 06/05/2018 |
| Sulfuros | 0,0004 | 0,0020 | mg/L | < 0,0004 | 09/05/2018 |
| Sulfuros | 0,0004 | 0,0020 | mg/L | < 0,0004 | 09/05/2018 |
| Talio (Tl) | 0,00002 | 0,00004 | mg/L | < 0,00002 | 08/05/2018 |
| Titanio (Ti) | 0,0002 | 0,0005 | mg/L | < 0,0002 | 08/05/2018 |

INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

| Parámetro | LD | LQ | Unidad | Resultado | Fecha de Análisis |
|-------------|--------|--------|--------|-----------|-------------------|
| Vanadio (V) | 0,0001 | 0,0005 | mg/L | < 0,0001 | 08/05/2018 |
| Zinc (Zn) | 0,01 | 0,02 | mg/L | < 0,01 | 08/05/2018 |

Control Estandar

| Parámetro | % Recuperación | Límites de Recuperación (%) | Fecha de Análisis |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------------|
| Aceites y Grasas | 110,5 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Aceites y Grasas | 110,0 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Aluminio (Al) | 103,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Antimonio (Sb) | 110,7 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Arsénico (As) | 109,1 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Bario (Ba) | 111,4 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Berilio (Be) | 101,7 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Boro (B) | 100,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Cadmio (Cd) | 110,7 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Calcio (Ca) | 5,12 | --- | 08/05/2018 |
| Cianuro Wad | 103,0 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Cianuro Wad | 92,8 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Cloruros, Cl- | 89,3 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Cobalto (Co) | 113,2 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Cobre (Cu) | 113,1 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Cromo (Cr) | 108,4 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | 99,0 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Demanda Química de Oxígeno | 104,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Demanda Química de Oxígeno | 98,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 89,3 | 80-120 | 06/04/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 107,1 | 80-120 | 06/04/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 98,8 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 100,0 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Estañio (Sn) | 109,8 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Estroncio (Sr) | 111,6 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Fosfatos (como P) | 92,0 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Fosfatos, PO4-3 | 92,0 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Hierro (Fe) | 101,1 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Litio (Li) | 104,2 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Magnesio (Mg) | 102,7 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Manganeso (Mn) | 111,7 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Mercurio (Hg) | 94,4 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Molibdeno (Mo) | 111,9 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Níquel (Ni) | 113,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Nitratos, (como N) | 96,6 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Nitratos, NO3- | 96,6 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Nitritos, (como N) | 88,1 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Nitritos, NO2- | 88,1 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Plata (Ag) | 110,8 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Plomo (Pb) | 113,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Potasio (K) | 103,8 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Selenio (Se) | 109,8 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Sodio (Na) | 105,5 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Sulfatos, SO4-2 | 90,3 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Sulfuros | 92,6 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Sulfuros | 96,4 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Sulfuros | 97,9 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Sulfuros | 96,1 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Talio (Tl) | 109,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Titanio (Ti) | 92,6 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Vanadio (V) | 109,4 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Zinc (Zn) | 109,6 | 80-120 | 08/05/2018 |

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

| Estación de Muestreo | Resp.del Muestreo | Tipo de Muestra | Fecha de Recepción | Fecha de Muestreo | Ubicación Geográfica UTM WGS84 | Zona | Condición de la muestra | Descripción de la Estación de Muestreo |
|----------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|------|------------------------------|--|
| RPorc1 | Ciente | Aguas Superficiales | 05/05/2018 | 04/05/2018 | 9214184N 771118E | --- | Proporcionado por el cliente | Reservado por el cliente |
| RMash1 | Ciente | Aguas Superficiales | 05/05/2018 | 04/05/2018 | 9212707N 773152E | --- | Proporcionado por el cliente | Reservado por el cliente |

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

| Ref. | Sede | Parámetro | Método de Referencia | Descripción |
|-------|------|--------------------------------------|---|---|
| 12261 | LME | Aceites y Grasas | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012 | Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method |
| 17591 | LME | Alcalinidad | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012 | Alkalinity: Titration Method |
| 8100 | LME | Aniones por Cromatografía Iónica | EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado) | Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography |
| 7427 | LME | Aniones por Cromatografía Iónica* | EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado) | Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography |
| 11597 | LME | Cianuro Wad (Skalar) | ASTM D6888-09 (Validado), 2009 | Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection |
| 12146 | LME | Coliformes Termotolerantes* | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium) |
| 12413 | LME | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012 | Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test |
| 12336 | LME | Demanda Química de Oxígeno (DQO) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012 | Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method |
| 12354 | LME | Detergentes Aniónicos | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012 | SURFACTANTS: Anionic Surfactants as MBAS |
| 7218 | LME | Escherichia coli 1,8* | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed. 2012 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production) |
| 16876 | LME | Huevos de Helmintos | Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo. | Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. |
| 11420 | LME | Metales Totales por ICP-MS | EPA 6020A, Rev. 1 February 2007 | Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry |
| 11652 | LME | Sulfuros (Skalar) | SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012 | Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method |

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 23029/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

| Estación de Muestreo | N° ALS LS | Código único de Autenticidad |
|----------------------|-----------------|------------------------------|
| RPorc1 | 208057/2018-1.0 | rpptopp&2750802 |
| RMash1 | 208058/2018-1.0 | spptopp&2850802 |

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO: 23032/2018

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - CUENCA CRISNEJAS (SUB CUENCA CAJAMARQUINO)

Emitido por: Evelyn Miñan Castillo - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 14/05/2018



Quím. Evelyn Miñan Castillo
CQP: 778
Jefe de Calidad – UEN Perú



Blgo. Luis Rodríguez Carranza
CBP: 7856
Sup. Microbiología - Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 5

INFORME DE ENSAYO: 23032/2018

RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestras del ítem: 1

| Nº ALS LS | 208067/2018-1.0 | | | | |
|---|---------------------|---------------------------|----------|----------|------------|
| Fecha de Muestreo | 04/05/2018 | | | | |
| Hora de Muestreo | 17:30:00 | | | | |
| Tipo de Muestra | Aguas Superficiales | | | | |
| Identificación | RMash2 | | | | |
| Parámetro | Ref. Mét. | Unidad | LD | LQ | |
| 003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS | | | | | |
| Aceites y Grasas | 12261 | mg/L | 1,0 | 5,0 | 8,9 |
| Bicarbonato | 17591 | mg HCO ₃ /L | 1,2 | 3,1 | 132,4 |
| Carbonato | 17591 | mg CO ₃ -2/L | 0,6 | 1,5 | < 0,6 |
| Cianuro Wad | 11597 | mg CN ⁻ /L | 0,001 | 0,004 | < 0,001 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | 12413 | mg/L | 2 | 5 | 133 |
| Demanda Química de Oxígeno | 12336 | mg O ₂ /L | 2 | 5 | 306 |
| Detergentes Aniónicos | 12354 | mg/L | 0,01 | 0,03 | 0,42 |
| Sulfuros | 11652 | mg/L | 0,0004 | 0,0020 | 0,176 |
| 005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica | | | | | |
| Cloruros, Cl- | 8100 | mg/L | 0,061 | 0,200 | 44,55 |
| Fosfatos, PO ₄ -3 | 8100 | mg PO ₄ -3/L | 0,012 | 0,084 | < 0,012 |
| Fosfatos (como P) | 8100 | mg PO ₄ -3-P/L | 0,004 | 0,025 | < 0,004 |
| Nitratos, NO ₃ - | 8100 | mg NO ₃ -/L | 0,009 | 0,023 | < 0,009 |
| Nitratos, (como N) | 8100 | mg NO ₃ -N/L | 0,002 | 0,005 | < 0,002 |
| Nitritos, NO ₂ - | 8100 | mg NO ₂ -/L | 0,015 | 0,038 | < 0,015 |
| Nitritos, (como N) | 8100 | mg NO ₂ -N/L | 0,004 | 0,010 | < 0,004 |
| Sulfatos, SO ₄ -2 | 8100 | mg SO ₄ -2/L | 0,050 | 0,200 | 123,2 |
| Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)* | 7427 | mg/L | 0,006 | 0,015 | < 0,006 |
| 007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS | | | | | |
| Plata (Ag) | 11420 | mg/L | 0,000003 | 0,000010 | < 0,000003 |
| Aluminio (Al) | 11420 | mg/L | 0,002 | 0,004 | 1,880 |
| Arsénico (As) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,00250 |
| Boro (B) | 11420 | mg/L | 0,002 | 0,004 | 0,007 |
| Bario (Ba) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0002 | 0,0903 |
| Berilio (Be) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00010 | 0,00098 |
| Calcio (Ca) | 11420 | mg/L | 0,10 | 0,15 | 63,75 |
| Cadmio (Cd) | 11420 | mg/L | 0,00001 | 0,00002 | 0,00014 |
| Cobalto (Co) | 11420 | mg/L | 0,00001 | 0,00002 | 0,00200 |
| Cromo (Cr) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | 0,0013 |
| Cobre (Cu) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | 0,01194 |
| Hierro (Fe) | 11420 | mg/L | 0,0004 | 0,0020 | 2,420 |
| Mercurio (Hg) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00009 | < 0,00003 |
| Potasio (K) | 11420 | mg/L | 0,04 | 0,10 | 10,01 |
| Litio (Li) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0004 | 0,0026 |
| Magnesio (Mg) | 11420 | mg/L | 0,003 | 0,010 | 4,961 |
| Manganeso (Mn) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00020 | 0,29703 |
| Molibdeno (Mo) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00010 | 0,00140 |
| Sodio (Na) | 11420 | mg/L | 0,006 | 0,040 | 41,30 |
| Niquel (Ni) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,0021 |
| Plomo (Pb) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,0029 |
| Antimonio (Sb) | 11420 | mg/L | 0,00004 | 0,00020 | 0,00039 |
| Selenio (Se) | 11420 | mg/L | 0,0004 | 0,0005 | < 0,0004 |
| Estaño (Sn) | 11420 | mg/L | 0,00003 | 0,00010 | < 0,00003 |
| Estroncio (Sr) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 0,3909 |
| Titanio (Ti) | 11420 | mg/L | 0,0002 | 0,0005 | 0,0210 |
| Talio (Tl) | 11420 | mg/L | 0,00002 | 0,00004 | 0,00071 |
| Vanadio (V) | 11420 | mg/L | 0,0001 | 0,0005 | 0,0046 |
| Zinc (Zn) | 11420 | mg/L | 0,0100 | 0,0200 | 0,0490 |
| 015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS | | | | | |
| Coliformes Termotolerantes | 12146 | NMP/100mL | 1,8 | --- | 4600000 |
| Escherichia coli | 7218 | NMP/100mL | 1,8 | --- | 1700000 |
| Huevos de Helmintos | 16876 | Huevos/L | 1 | --- | < 1 |

INFORME DE ENSAYO: 23032/2018

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD = Límite de detección.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012.

El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno.

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

| Parámetro | LD | LQ | Unidad | Resultado | Fecha de Análisis |
|--------------------------------------|----------|----------|--------------|------------|-------------------|
| Aceites y Grasas | 1,0 | 5,0 | mg/L | < 1,0 | 09/05/2018 |
| Aluminio (Al) | 0,002 | 0,004 | mg/L | < 0,002 | 08/05/2018 |
| Antimonio (Sb) | 0,00004 | 0,00020 | mg/L | < 0,00004 | 08/05/2018 |
| Arsénico (As) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 08/05/2018 |
| Bario (Ba) | 0,0001 | 0,0002 | mg/L | < 0,0001 | 08/05/2018 |
| Berilio (Be) | 0,00002 | 0,00010 | mg/L | < 0,00002 | 08/05/2018 |
| Boro (B) | 0,002 | 0,004 | mg/L | < 0,002 | 08/05/2018 |
| Cadmio (Cd) | 0,00001 | 0,00002 | mg/L | < 0,00001 | 08/05/2018 |
| Calcio (Ca) | 0,10 | 0,15 | mg/L | < 0,10 | 08/05/2018 |
| Cianuro Wad | 0,001 | 0,004 | mg/L | < 0,001 | 09/05/2018 |
| Cloruros, Cl- | 0,061 | 0,200 | mg/L | < 0,061 | 06/05/2018 |
| Cobalto (Co) | 0,00001 | 0,00002 | mg/L | < 0,00001 | 08/05/2018 |
| Cobre (Cu) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 08/05/2018 |
| Coliformes Termotolerantes | 1,8 | 0,0 | NMP/100 mL | < 1,8 | 05/05/2018 |
| Cromo (Cr) | 0,0001 | 0,0004 | mg/L | < 0,0001 | 08/05/2018 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | 2 | 5 | mg/L | < 2 | 06/05/2018 |
| Demanda Química de Oxígeno | 2 | 5 | mg O2/L | < 2 | 08/05/2018 |
| Demanda Química de Oxígeno | 2 | 5 | mg O2/L | < 2 | 08/05/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 06/05/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 0,01 | 0,03 | mg/L | < 0,01 | 06/05/2018 |
| Escherichia coli | 1,8 | 0,0 | NMP/100 mL | < 1,8 | 05/05/2018 |
| Estaño (Sn) | 0,00003 | 0,00010 | mg/L | < 0,00003 | 08/05/2018 |
| Estroncio (Sr) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 08/05/2018 |
| Fosfatos (como P) | 0,004 | 0,025 | mg PO4-3-P/L | < 0,004 | 06/05/2018 |
| Fosfatos, PO4-3 | 0,012 | 0,084 | mg PO4-3/L | < 0,012 | 06/05/2018 |
| Hierro (Fe) | 0,0004 | 0,0020 | mg/L | < 0,0004 | 08/05/2018 |
| Huevos de Helmintos | 1 | 1 | Huevos/L | < 1 | 11/05/2018 |
| Litio (Li) | 0,0001 | 0,0004 | mg/L | < 0,0001 | 08/05/2018 |
| Magnesio (Mg) | 0,003 | 0,010 | mg/L | < 0,003 | 08/05/2018 |
| Manganeso (Mn) | 0,00003 | 0,00020 | mg/L | < 0,00003 | 08/05/2018 |
| Mercurio (Hg) | 0,00003 | 0,00009 | mg/L | < 0,00003 | 08/05/2018 |
| Molibdeno (Mo) | 0,00002 | 0,00010 | mg/L | < 0,00002 | 08/05/2018 |
| Niquel (Ni) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 08/05/2018 |
| Nitratos, (como N) | 0,002 | 0,005 | mg NO3-N/L | < 0,002 | 06/05/2018 |
| Nitratos, NO3- | 0,009 | 0,023 | mg NO3-/L | < 0,009 | 06/05/2018 |
| Nitritos, (como N) | 0,004 | 0,010 | mg NO2-N/L | < 0,004 | 06/05/2018 |
| Nitritos, NO2- | 0,015 | 0,038 | mg NO2-/L | < 0,015 | 06/05/2018 |
| Plata (Ag) | 0,000003 | 0,000010 | mg/L | < 0,000003 | 08/05/2018 |
| Plomo (Pb) | 0,0002 | 0,0004 | mg/L | < 0,0002 | 08/05/2018 |
| Potasio (K) | 0,04 | 0,10 | mg/L | < 0,04 | 08/05/2018 |
| Selenio (Se) | 0,0004 | 0,0005 | mg/L | < 0,0004 | 08/05/2018 |
| Sodio (Na) | 0,006 | 0,040 | mg/L | < 0,006 | 08/05/2018 |
| Sulfatos, SO4-2 | 0,050 | 0,200 | mg/L | < 0,050 | 06/05/2018 |
| Sulfuros | 0,0004 | 0,0020 | mg/L | < 0,0004 | 09/05/2018 |
| Talio (Tl) | 0,00002 | 0,00004 | mg/L | < 0,00002 | 08/05/2018 |
| Titanio (Ti) | 0,0002 | 0,0005 | mg/L | < 0,0002 | 08/05/2018 |
| Vanadio (V) | 0,0001 | 0,0005 | mg/L | < 0,0001 | 08/05/2018 |
| Zinc (Zn) | 0,01 | 0,02 | mg/L | < 0,01 | 08/05/2018 |

INFORME DE ENSAYO: 23032/2018

Control Estandar

| Parámetro | % Recuperación | Límites de Recuperación (%) | Fecha de Análisis |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------------|
| Aceites y Grasas | 110,5 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Aceites y Grasas | 110,0 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Aluminio (Al) | 103,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Antimonio (Sb) | 110,7 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Arsénico (As) | 109,1 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Bario (Ba) | 111,4 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Berilio (Be) | 101,7 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Boro (B) | 100,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Cadmio (Cd) | 110,7 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Calcio (Ca) | 5,12 | --- | 08/05/2018 |
| Cianuro Wad | 103,0 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Cianuro Wad | 92,8 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Cloruros, Cl- | 96,9 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Cobalto (Co) | 113,2 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Cobre (Cu) | 113,1 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Cromo (Cr) | 108,4 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | 99,0 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Demanda Química de Oxígeno | 104,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Demanda Química de Oxígeno | 98,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 98,8 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Detergentes Aniónicos | 100,0 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Estaño (Sn) | 109,8 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Estroncio (Sr) | 111,6 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Fosfatos (como P) | 100,2 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Fosfatos, PO4-3 | 100,2 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Hierro (Fe) | 101,1 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Litio (Li) | 104,2 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Magnesio (Mg) | 102,7 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Manganeso (Mn) | 111,7 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Mercurio (Hg) | 94,4 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Molibdeno (Mo) | 111,9 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Niquel (Ni) | 113,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Nitratos, (como N) | 106,2 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Nitratos, NO3- | 106,2 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Nitritos, (como N) | 99,7 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Nitritos, NO2- | 99,7 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Plata (Ag) | 110,8 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Plomo (Pb) | 113,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Potasio (K) | 103,8 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Selenio (Se) | 109,8 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Sodio (Na) | 105,5 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Sulfatos, SO4-2 | 98,0 | 80-120 | 06/05/2018 |
| Sulfuros | 97,9 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Sulfuros | 96,1 | 80-120 | 09/05/2018 |
| Talio (Tl) | 109,0 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Titanio (Ti) | 92,6 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Vanadio (V) | 109,4 | 80-120 | 08/05/2018 |
| Zinc (Zn) | 109,6 | 80-120 | 08/05/2018 |

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONIT

| Estación de Muestreo | Resp.del Muestreo | Tipo de Muestra | Fecha de Recepción | Fecha de Muestreo | Ubicación Geográfica UTM WGS84 | Zona | Condición de la muestra |
|----------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|------|------------------------------|
| RMash2 | Cliente | Aguas Superficiales | 05/05/2018 | 04/05/2018 | 9207012N 778528E | --- | Proporcionado por el cliente |

INFORME DE ENSAYO: 23032/2018

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

| Ref. | Sede | Parámetro | Método de Referencia | Descripción |
|-------|------|--------------------------------------|--|---|
| 12261 | LME | Aceites y Grasas | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012 | Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method |
| 17591 | LME | Alcalinidad | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012 | Alkalinity: Titration Method |
| 8100 | LME | Aniones por Cromatografía Iónica | EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado) | Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography |
| 7427 | LME | Aniones por Cromatografía Iónica* | EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado) | Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography |
| 11597 | LME | Cianuro Wad (Skalar) | ASTM D6888-09 (Validado), 2009 | Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection |
| 12146 | LME | Coliformes Termotolerantes | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium) |
| 12413 | LME | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOS) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012 | Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test |
| 12336 | LME | Demanda Química de Oxígeno (DQO) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012 | Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method |
| 12354 | LME | Detergentes Aniónicos | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012 | SURFACTANTS: Anionic Surfactants as MBAS |
| 7218 | LME | Escherichia coli 1,8 | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed. 2012 | Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production) |
| 16876 | LME | Huevos de Helmintos | Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Baillenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo. | Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. |
| 11420 | LME | Metales Totales por ICP-MS | EPA 6020A, Rev. 1 February 2007 | Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry |
| 11652 | LME | Sulfuros (Skalar) | SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012 | Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method |

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 23032/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

| Estación de Muestreo | N° ALS LS | Código único de Autenticidad |
|----------------------|-----------------|------------------------------|
| RMash2 | 208067/2018-1.0 | lqptopp&2760802 |

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ANEXO N° 04

PANEL FOTOGRÁFICO



Punto de monitoreo Huambocancha Baja (RMash1).



Análisis de muestras in situ del punto de monitoreo RMash1



Georreferenciación del punto de monitoreo Bella Unión (RMash2).



Multiparámetro utilizado para el monitoreo de los puntos RMash1 y RMash2.

