

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“ANÁLISIS DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y  
BACTEREOLÓGICA DEL RÍO MASHCON  
CAJAMARCA, AÑO 2018-2020”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Ambiental**

**Autores:**

Adriana Jeanette Lujan Diaz

Gloria Ines Sanchez Soto

**Asesor:**

MCs. Juan Carlos Flores Cerna

<https://orcid.org/0000-0001-7638-3456>

Cajamarca - Perú

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Gladys Sandi Licapa Redolfo</b>	<b>41379556</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Irma Geralda Horna Hernández</b>	<b>40317442</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Marieta Eliana Cervantes Peralta</b>	<b>29425048</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## DEDICATORIA

A Dios, por ser guía y protección.

A nuestros padres, por su amor incondicional, enseñanzas de vida y ejemplo de  
compromiso e integridad con su propósito de vida.

A nuestros docentes y compañeros de la Universidad Privada del Norte sede  
Cajamarca, por compartir conocimientos, experiencias, ser cómplices de grandes aventuras  
y excepcionales redes de apoyo y amistad.

## AGRADECIMIENTO

A nuestros abuelos y padres, por ser nuestros cómplices de aventuras y mentores de vida, fuente de amor e inspiración de un sentido de vida basado en el arte de vivir.

A nuestra alma máter, por darnos la oportunidad de tener múltiples perspectivas basadas en conocimientos que inspiran para el servicio a la humanidad a través del cuidado  
al medio ambiente.

A nuestro asesor, Juan Carlos Flores Cerna, por todo el apoyo brindado con la  
realización del proyecto.

Al Ing. Marco Narro, gerente general de la EPS. SEDACAJ por el apoyo e  
información brindada.

**TABLA DE CONTENIDO**

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>10</b>
<b>1.2. Antecedentes</b>	<b>12</b>
<b>1.3. Definiciones</b>	<b>15</b>
<b>1.4. Formulación del problema</b>	<b>18</b>
<b>1.5. Objetivos</b>	<b>18</b>
1.5.1. Objetivo General	18
1.5.2. Objetivos específicos	19
<b>1.6. Hipótesis</b>	<b>19</b>
1.6.1. Hipótesis general:	19
1.6.2. Hipótesis específicas	19
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	21
<b>2.1. Tipo de investigación:</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos):</b>	<b>21</b>
2.2.1. Población:	21
2.2.2. Muestra:	21

2.2.3 Materiales	22
<b>2.3. Técnicas e instrumento de recolección y análisis de datos:</b>	<b>23</b>
<b>2.4. Procedimiento:</b>	<b>23</b>
<b>2.5. Aspectos éticos</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Resultados de análisis de laboratorio año 2018, 2019 y 2020:</b>	<b>26</b>
<b>3.2. Comparación de los resultados promediados con los Estándares de Calidad Ambiental</b>	<b>30</b>
<b>3.3 Determinación de la influencia en el río Mashcon durante los años 2018, 2019 y 2020</b>	<b>42</b>
<b>3.4. Figuras de los resultados promedio y de los estándares de calidad ambiental</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>4.1 DISCUSIÓN:</b>	<b>53</b>
<b>4.2. CONCLUSIONES:</b>	<b>57</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO 1. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO 2. PUNTO DE MONITOREO AA-01</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO 3. PUNTO DE MONITOREO BB-02</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO 4. PUNTO DE MONITOREO CC-03</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO 5. RESULTADOS DE LABORATORIO SETIEMBRE, 2018</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO 6. RESULTADOS DE LABORATORIO ENERO, 2019</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO 7. RESULTADOS DE LABORATORIO MAYO, 2020</b>	<b>67</b>

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Coordenadas de los puntos de monitoreo.....	21
<b>Tabla 2</b> <i>Resultados del año 2018</i> .....	26
<b>Tabla 3</b> <i>Resultados del año 2019</i> .....	27
<b>Tabla 4</b> <i>Resultados del año 2020</i> .....	28
<b>Tabla 5</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio de aceites y grasas, 2018</i> .....	30
<b>Tabla 6</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio de aceites y grasas, 2019</i> .....	31
<b>Tabla 7</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio de aceites y grasas, 2020</i> .....	31
<b>Tabla 8</b> <i>Resultados promedio de los sólidos suspendidos totales, 2018</i> .....	32
<b>Tabla 9</b> <i>Resultados promedio de los sólidos suspendidos totales, 2019</i> .....	32
<b>Tabla 10</b> <i>Resultados promedio de los sólidos suspendidos totales, 2020</i> .....	33
<b>Tabla 11</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio de DBO, 2018</i> .....	33
<b>Tabla 12</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio de DBO, 2019</i> .....	34
<b>Tabla 13</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio de DBO, 2020</i> .....	35
<b>Tabla 14</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio de DQO, 2018</i> .....	35
<b>Tabla 15.</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio de DQO, 2019</i> .....	36
<b>Tabla 16.</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio de DQO, 2020</i> .....	37
<b>Tabla 17</b> <i>Resultados promedio de coliformes totales, 2018</i> .....	37
<b>Tabla 18</b> <i>Resultados promedio de coliformes totales, 2019</i> .....	38
<b>Tabla 19</b> <i>Resultados promedio de coliformes totales, 2020</i> .....	38
<b>Tabla 20</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio, coliformes termotolerantes, 2018</i> .	39
<b>Tabla 21</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio, coliformes termotolerantes, 2019</i>	40
<b>Tabla 22</b> <i>Comparación del ECA con los resultados promedio, coliformes termotolerantes, 2020</i>	40
<b>Tabla 23</b> <i>ANOVA del año 2018</i> .....	42
<b>Tabla 24</b> <i>ANOVA del año 2019</i> .....	43
<b>Tabla 25</b> <i>ANOVA del año 2020</i> .....	45

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1. Mapa de la zona estudio .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2. ECA y resultado promedio de aceites y grasas años 2018, 2019 y 2020.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 3. ECA y resultados promedio de sólidos suspendidos totales 2018, 2019 y 2020. ....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 4. ECA y resultado promedio de DBO años 2018, 2019 y 2020 .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 5. ECA y resultado promedio de DQO años 2018, 2019 y 2020.....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 6. Resultados promedio de coliformes totales año 2018, 2019 y 2020 .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 7. ECA y resultado promedio de coliformes termotolerantes de los años 2018, 2019 y 2020.....</b>	<b>52</b>

## RESUMEN

El aprovechamiento de los recursos hídricos de las Cuencas Hidrográficas en el Perú adolece de una planificación integral, existe una descarga anual de 960.5 millones de m<sup>3</sup> de desagües sobre el agua superficial, subterránea y marina, el 64% pertenece a desagües domésticos, 5.6% desagües industriales 4.4% de desagües pesqueros, 25.4% de efluentes mineros y 0.2% por efluentes petroleros. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del río Mashcon Cajamarca, año 2018-2020. Se extrajeron 3 puntos de monitoreo realizados por la EPS SEDACAJ S.A en río Mashcon: antes de la descarga (AA-01), en la zona de la descarga (BB-02) y 200 m después de la descarga (CC-03), durante los años 2018, 2019 y 2020; se analizó aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno, coliformes totales y coliformes termotolerantes; con los resultados obtenidos se comparó los Estándares de Calidad Ambiental según el decreto supremo N°004-2017-MINAM y nos indicó que el punto BB-02 en todos los años es el que tiene más altas concentraciones en todos los parámetros evaluados, tanto este punto de monitoreo como el CC-03 superan los ECA y no es apto para la categoría 3: consumo animal y riego vegetal.

**PALABRAS CLAVES:** Río Mashcon, ECA, parámetros fisicoquímicos, aguas residuales, parámetros microbiológicos.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Kuroiwa (2010) indica que el Perú, es la mayor reserva de agua de América Latina, aunque las cifras hagan pensar que tiene numerosas fuentes de recursos hídricos, con un promedio de 77 534 m<sup>3</sup> /habitante/año, estos no están distribuidos de la mejor manera. La población que habita a lo largo de la cuenca del Pacífico representa el 1.8 % de la disponibilidad de agua para el país. La cuenca Amazónica, incluye parte de la sierra, con una disponibilidad hídrica de 1 998 752 millones de m<sup>3</sup> anuales, que constituye el 97.7% de los recursos hídricos que están conformados por: lagos, lagunas, ríos, deltas, aguas subterráneas, entre otros. Según menciona Guzmán et al. (2011) los ríos esta sometidos constantemente a variaciones por los cambios climáticos y también por características de las propias de la cuenca, por ello la calidad del agua va a variar con el tiempo esto debido a los factores ambientales. Sin embargo, las actividades antropogénicas trastornan de manera irreversible sus características físicas, químicas y biológicas del agua. Talledo (2016) manifiesta que en un estudio efectuado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en 129 de las 159 cuencas hídricas del Perú están contaminados, la principal causa de la contaminación es el vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos tanto de las poblaciones e industrias asentadas cerca de los cauces. Entretanto Larios et al. (2015) afirman que la contaminación de estos cuerpos acuíferos es porque el 70% de las aguas residuales en Latinoamérica no reciben un tratamiento, por lo que el agua es extraída, usada y al finalizar devuelta al río pero totalmente contaminada, lo cual según la OMS (2019) está relacionado con la transmisión de enfermedades como el cólera, otras diarreas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea

y la poliomielitis, además Solano (2011) menciona que el impacto es negativo sobre el ambiente: la disminución de la superficie de la tierra aprovechable con fines económicos, agropecuarios, forestales, la pérdida de belleza escénica, el aumento en el costo del suministro de agua potable, la pérdida de fauna y el aumento de la escorrentía superficial, lo cual implica menor disponibilidad de agua en época seca.

Larios (2015) indican que en el Perú solo un 4.9% de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas se encuentran operativas en nivel óptimo. Cajamarca cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, pero se encuentra inoperativa por lo que estas aguas son descargadas al río San Lucas, por consiguiente al río Mashcon, por ello en este estudio se determinará la influencia de la descarga de las aguas residuales en la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Mashcon-Cajamarca, con los datos de los monitoreos mensuales de cuerpo receptor brindados por la empresa E.P.S SEDACAJ S.A. durante los años 2018, 2019 y 2020, donde se analizan los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, coliformes totales y coliformes termotolerantes; estos parámetros serán evaluados antes (AA-01), durante (BB-02) y después(CC-03) del vertimiento de aguas del río Mashcon. Los resultados obtenidos por el laboratorio se comparan con el Estándar de Calidad Ambiental categoría 3, D-1: riego de vegetales Y D-2: bebida de animales establecido en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM para evaluar la calidad de dicho recurso hídrico.

El presente estudio es importante porque los ríos de Cajamarca se ven contaminados diariamente por actividades antropogénicas una de ellas son las descargas de aguas residuales en diferentes puntos de estos cuerpos acuíferos y no hay muchos estudios enfocados en este tema, por ello hemos considerado uno de los principales ríos en la ciudad

“río Mashcon”, del cual se dará a conocer los resultados de los análisis realizados por la empresa SEDACAJ, en el periodo 2018-2020 para luego hacer un análisis y determinar el impacto que genera el vertimiento de aguas residuales; esta información es importante porque con ello se pueden encontrar soluciones para disminuir la contaminación que generamos a diario, además este estudio será de conocimiento público y así todos los ciudadanos se den cuenta de la importancia de una PTAR para la ciudad de Cajamarca.

La zona de estudio es en el río Mashcon perteneciente a la cuenca del Mashcon, ubicada en los distritos de Cajamarca y Baños del Inca; conformado por dos subcuencas: la del río Grande y la del río Porcón, ambos ríos se unen para formar el Mashcon con una extensión de 307.49 km<sup>2</sup> (Benamides y otros, 2007).

La humedad relativa en las zonas altas del río Mashcon tiene un máximo de 85.8% en el mes de marzo y un mínimo de 63% en el mes de julio, mientras en las zonas bajas va desde 74.6% en marzo y el valor mínimo de 62.7% en julio. (Barboza & Cortez, 2018)

## **1.2. Antecedentes**

Jáuregui Medina et.al (2007) en su estudio “Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución” donde El objetivo general fue evaluar el impacto de la descarga de aguas residuales en la contaminación del río Mololoa y hacer sugerencias de manejo acordes con la problemática; por eso se evaluó el nivel de contaminación con los parámetros: DBO, N-NH<sub>3</sub>, fósforo total y coliformes fecales del río Mololoa antes y después del vertimiento de aguas residuales, utilizando el ICA el cual se obtiene por la Comisión Nacional del Agua. Con estos resultados se evalúa la eficiencia de la planta de tratamiento, se obtuvo un promedio de cuatro años, 64.5 que se considera levemente contaminada disminuye a 36.3 que indica que requiere

tratamiento porque es utilizada para cultivo por lo tanto la planta de tratamiento no es suficiente; afectando al turismo, agricultura y pesca de la zona; por estos resultados se sugiere respetar la normatividad de descarga de aguas residuales, además de implementar un programa integral de educación ambiental para mejorar la cultura del uso del agua. Los autores recomiendan tomar las medidas correctivas necesarias porque la calidad del agua continuará su deterioro transformando esta corriente en un cuerpo de agua sin vida.

En Medellín, Hidalgo & Mejía (2010) realizaron en su investigación “Diagnostico de la contaminación por aguas residuales domésticas, cuenca baja de la quebrada La Macana, San Antonio de Prado – Municipio de Medellín” se evaluó la afectación del recurso hídrico por el vertimiento de las aguas residuales domésticas provenientes de descargas directas o de los sistemas de tratamiento integrado en la cuenca baja de la quebrada La Macana; para ello se muestrearon 7 puntos para parámetros indicadores de la calidad (DBO5, DQO, coliformes totales, E. Coli, grasas y aceites y sólidos suspendidos) y se realizaron entrevistas dirigidas donde se encontró que el 62% de la carga total proviene de las viviendas con tanque séptico y el restante 38% de las que realizan el vertido directo. La relación DBO/DQO muestra que en el tramo estudiado (300 m), la quebrada ha degradado el 80% de la carga contaminante debido a la alta capacidad de autodepuración de la corriente. El problema principal identificado es la contaminación por aguas residuales domésticas es por coliformes totales.

Por otro lado Lima (2020) realizó una investigación “Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018”, donde realizó un muestreo de los parámetros: cianuro libre, color, DQO, DBO5, oxígeno disuelto, fósforo total, nitrógeno total, nitratos, nitrógeno amoniacal, sulfuros, sólidos

suspendidos totales, temperatura, pH y coliformes termotolerantes, en tres puntos de monitoreo, antes del vertimiento (PM<sup>1</sup> Zona Primer puente), durante el vertimiento (PM<sup>2</sup> Zona Puente Tablachaca) y después del vertimiento de las aguas residuales domiciliarias (Muyoc punto PM<sup>3</sup>) para comparar con el ECA D.S N°004-2017-MINAM, para la determinación del ICA con metodología NSF. El índice obtenido fue de 42.18, que indica que las aguas están muy contaminadas, siendo los coliformes termotolerantes el parámetro con mayor influencia Lima, Huacho 2020.

El estudio realizado en Chachapoyas Chávez, et.al (2016) “Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas” determinó la influencia de los efluentes residuales de la ciudad de Chachapoyas en la calidad del agua de la quebrada Santa Lucía y el río Sonche a través de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y el uso de índices como el de contaminación mineralógica (ICOMI). Para llevar a cabo la investigación se hizo el muestreo en 5 puntos durante los meses de agosto hasta diciembre del 2015 se obtuvo como resultados contrastados con los Estándares de Calidad Ambiental según la normativa vigente en el Perú, y a partir de estos se concluyó que los parámetros microbiológicos no cumplen con ninguna de las categorías analizadas. Además, el índice ICOMI, reflejó un mayor grado de contaminación en los dos puntos de muestreo de la quebrada Santa Lucía, seguido del punto ubicado en el río Sonche después de la afluencia de dicha quebrada. Evidenciando la influencia negativa que las aguas residuales de la ciudad de Chachapoyas tienen sobre la red hidrográfica.

En Cajamarca Infante & Tacilla (2019) realizaron un estudio sobre “Influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en la calidad de agua del río Cajamarquino-Llacanora, 2017”, analizaron los parámetros fisicoquímicos y

microbiológicos en temporada de sequía y lluvias, en tres estaciones (upstream, downstream y dumping), con 63 muestras por cada temporada, las muestras fueron enviadas para ser analizadas al Laboratorio Regional de Aguas, estos resultados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ctg III) y con los Límites Máximos Permitidos para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Concluyeron que los aceites y grasas, coliformes termotolerantes exceden en 79.4 y 11.4 mg/l, 530,000 y 348,000 NMP/100 ml; 530.000 y 5.398.000 NMP/100 ml, descarga y aguas abajo respectivamente en la calidad del agua del río evaluado.

Por otro lado, Palomino (2018) en su investigación “Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcon, Cajamarca, 2016” evaluó la calidad del agua en el río Mashcon al tanto en el aspecto fisicoquímico y microbiológico, se comparó con los Estándares de Calidad Ambiental ECA’s. Se seleccionaron cinco estaciones de monitoreo en las cuales se tomaron muestras de agua para el análisis físico, químico y microbiológico. Los parámetros de calidad del agua en las cinco estaciones indicaron una variación en cuanto a variables relacionadas a la cantidad de materia orgánica presente en el agua como el DBO<sub>5</sub> y DQO; como también en los coliformes totales. Estos parámetros son asociados a perturbación de origen antrópico, lo que guarda relación con la proximidad de las estaciones de muestreo con asentamientos humanos. Se concluyó que la calidad del agua es deficiente en el río Mashcon, en las estaciones de muestreo próximas a la zona urbana.

### **1.3. Definiciones**

#### **Aguas residuales**

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido alteradas por la actividad humana y requieren un tratamiento previo por su calidad, antes de su

reutilización, vertido a cuerpos de agua naturales o a sistemas de alcantarillado. Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2014).

### **Estándares de Calidad Ambiental**

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) desarrollados por el MINAM establecen el valor máximo permisible de contaminantes en el ambiente. El objetivo es garantizar la protección de la calidad ambiental mediante el uso de herramientas avanzadas de gestión ambiental y evaluaciones detalladas (Ministerio del Ambiente, 2017).

### **Monitoreo de agua**

El monitoreo de la calidad del agua es el control de los parámetros de interés en una vía fluvial en una secuencia y un método estrictos para comprender su calidad y cantidad, lo que permite tomar decisiones más informadas sobre cómo tratarla (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2018).

### **Demanda Química de Oxígeno**

Es uno de los parámetros más efectivos para control de la calidad del agua, tiene la cantidad de oxidante químico requerido para oxidar las sustancias contenidas en el agua. Cuantifica la materia orgánica total fácilmente oxidable para determinar los niveles de contaminación (Rosabal y otros, 2012).

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Se define como la cantidad de oxígeno consumida por los microorganismos, especialmente bacterias, hongos y plancton, durante la degradación de la materia orgánica. Es un parámetro importante cuando es necesario determinar el estado o la calidad del agua en ríos, lagos, lagunas o aguas residuales. Cuanta más materia orgánica hay en una muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (Andreo, 2018).

### **Aceites y grasas**

El hecho de que sean menos densos e inmiscibles que el agua hace que se extiendan por la superficie, por lo que pequeñas cantidades de grasas y aceites pueden cubrir grandes extensiones de agua. Además de tener un impacto estético, también afectan la producción interna de oxígeno disuelto al reducir la reoxidación a través de la interfase aire-agua, reducir el oxígeno disuelto y absorber la radiación solar, afectando la actividad fotosintética. Encarecen la descontaminación y algunos aceites, especialmente los aceites minerales, suelen ser tóxicos (Agua market, 2016).

### **Sólidos suspendidos totales**

Se utiliza para describir la presencia de sedimento, el grupo de materiales a lo largo del fondo del arroyo. El tamaño de las partículas que componen la carga de fondo, varían con el caudal, la velocidad de las partículas, la densidad y la forma (Jaya, 2017).

### **Coliformes totales**

Se define como todas las bacterias Gram negativas: la fermentación de la lactosa a una temperatura de 35°C a 37°C, produciendo ácido y gas (CO<sub>2</sub>), aeróbico o anaeróbico facultativo, son oxidasa negativa y no forman esporas. Presentes en aguas residuales y aguas naturales, también pueden sobrevivir y reproducirse en los sistemas de distribución de alimentos. Las coliformes son constantes, abundantes y casi únicos, consta de cuatro grandes grupos, a saber: *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella* (Oblitas & Torres, 2016).

### **Coliformes termotolerantes**

Llamados así porque soportan temperaturas hasta 45°C, incluyendo muy pocos microorganismos, que son indicadores de calidad por su origen. En su mayoría están representados por *E. coli*, menos comunes son *Citrobacter freundii* y *Klebsiella Pneumoniae*; Estos últimos son parte de los coliformes resistentes al calor, pero su fuente suele ser ambiental (fuente de agua, vegetación y suelo) y sólo a veces son parte del microbiana normal (Sotil, 2017)

## **1.4. Formulación del problema**

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y bacteriológica del río Mashcon Cajamarca, año 2018-2020?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

- Analizar de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del río Mashcon Cajamarca, año 2018-2020.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Determinar la concentración de los sólidos suspendidos totales en los puntos: AA-01, BB-02 Y CC-03, en los años 2018, 2019 y 2020.
- Determinar la concentración de aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno en los puntos: AA-01, BB-02 y CC-03, en los años 2018, 2019 y 2020.
- Determinar la concentración de coliformes totales y coliformes termotolerantes en los puntos: AA-01, BB-03 y CC-03, en los años 2018, 2019 y 2020.
- Comparar los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 3, subcategorías D1 y D2.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general:**

- Ho: La calidad fisicoquímica y bacteriológica del río Mashcon Cajamarca, 2018-2020 es buena debido a que no hay contaminación por las descargas de aguas residuales.
- H1: La calidad fisicoquímica y bacteriológica del río Mashcon Cajamarca, 2018-2020 es mala debido a la contaminación por el vertimiento de aguas residuales.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- La concentración de sólidos suspendidos totales en el punto AA-01, es baja en los años 2018, 2019 y 2020 porque aún no hay descargas de aguas

residuales en el río Mashcon a comparación de los puntos BB-02 y CC-03 que es muy elevada porque en esos puntos ya hay descarga de aguas residuales.

- La concentración de aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno en los puntos BB-02 y CC-03 en los años 2018, 2019 y 2020 es muy elevada debido a las descargas de aguas residuales, a comparación del punto AA-01 porque aquí no hay ninguna descarga.
- La concentración de coliformes totales y coliformes termotolerantes en los puntos BB-02 y CC-03 en los años 2018, 2019 y 2020 es elevada por las descargas de aguas residuales, a comparación del punto AA-01 porque aquí no hay descarga alguna.
- Al comparar los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 3, subcategorías D1 y D2 se determina que los puntos de monitoreos BB-02 y CC-03 exceden dichos estándares, mientras el punto AA-01 no excede dichos estándares.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación:

Esta investigación es de manera descriptiva con un enfoque cuantitativo. Según Flores Barboza (2000) las investigaciones de este tipo son todas aquellas que se orientan a recolectar informaciones relacionadas con el estado real de las situaciones o fenómenos, tal cual como se presentaron en el momento de su recolección. Describe lo que se mide sin realizar inferencias.

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos):

#### 2.2.1. Población:

La población está conformada por las aguas del río Mashcon.

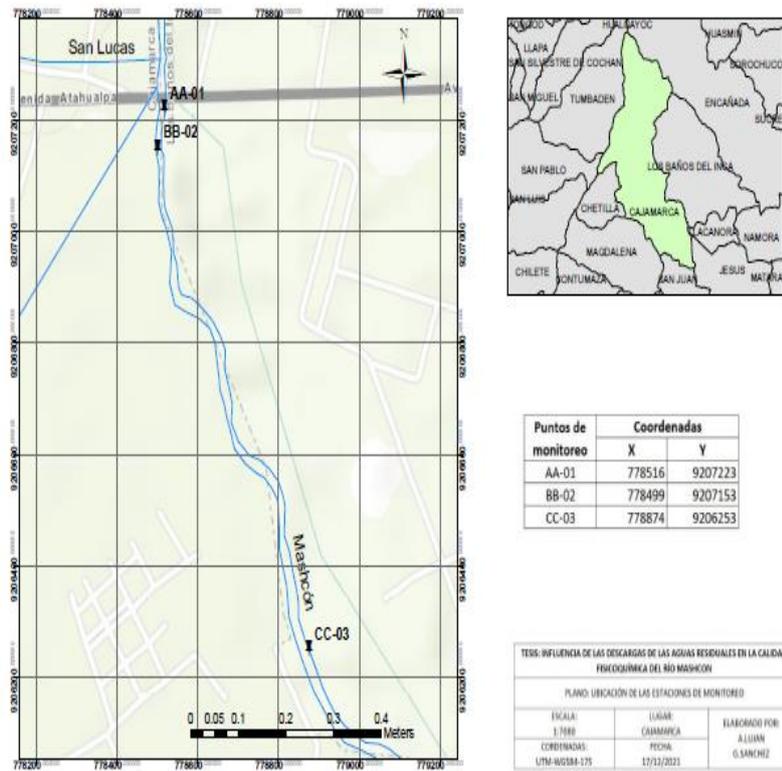
#### 2.2.2. Muestra:

La muestra se realizó de tres puntos de monitoreo:

- AA-01: Río Mashcon (Cruce San Lucas y Río Mashcon).
- BB-02: Descarga de las aguas residuales del sector 2 de Cajamarca.
- CC-03: Fundo "La Victoria" (200 m después de la descarga).

**Tabla 1.** *Coordenadas de los puntos de monitoreo*

Puntos de monitoreo	Coordenadas	
	X	Y
AA-01	778516	9207223
BB-02	778499	9207153
CC-03	778874	9206253



**Figura 1** Mapa de la zona estudio

La E.P.S. SEDACAJ S.A realiza monitores mensuales en estos puntos, se analiza: aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, coliformes termotolerantes y coliformes termotolerantes en todos los puntos de los monitoreos evaluados antes de la descarga, en la zona de la descarga y después de la descarga.

### 2.2.3 Materiales

- Cuaderno de campo
- Cámara
- Guantes
- GPS

- Baldes
- Frascos
- Lapiceros
- Laptop
- Cooler

### **2.3. Técnicas e instrumento de recolección y análisis de datos:**

La técnica de recolección de datos en la presente investigación fue la observación, el análisis de base de datos y los datos estadísticos de los puntos de monitoreo para responder la pregunta de investigación: ¿Cuál es la influencia de las descargas de las aguas residuales en la calidad fisicoquímica del río Mashcon?

Los instrumentos utilizados para esta investigación fueron: la libreta de campo, reporte de laboratorio y reporte de muestreo, el método de análisis de datos es cuantitativo.

### **2.4. Procedimiento:**

#### **2.4.1 Procedimiento de recolección de muestras:**

Se llevó a cabo el muestreo de agua en el río Mashcon para ello se tuvo en cuenta el procedimiento de acuerdo al protocolo autorizado por (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2016)

- El personal responsable se colocó los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- Se ubicaron en un punto donde existía fácil acceso y a la vez la corriente era homogénea.
- Enjuagaron el balde dos veces con el agua de los puntos donde se realizó el muestreo, también se utilizó frascos los cuales se enjuagó dos veces

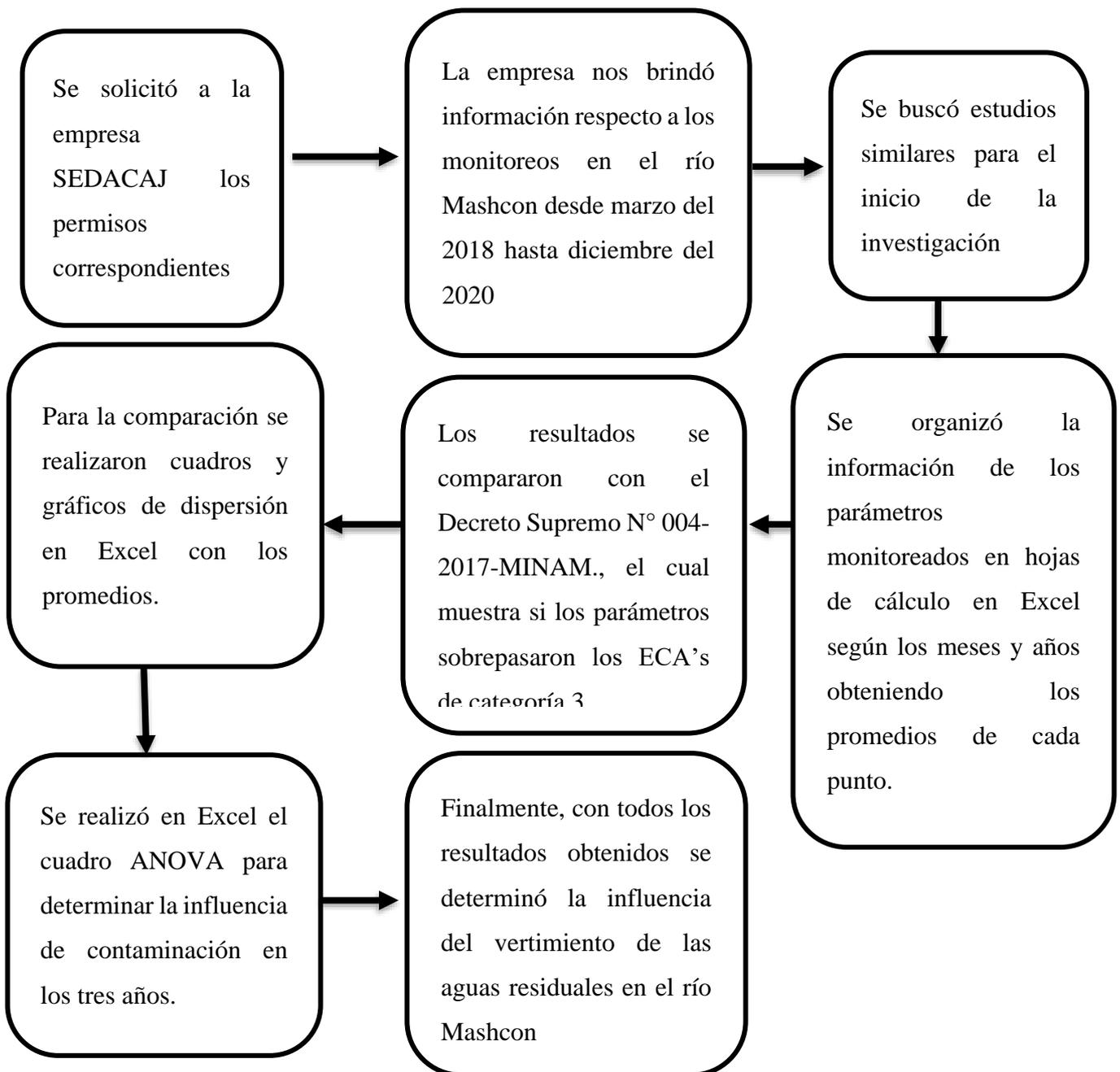
llenando en sentido contrario de la corriente y aproximadamente se sumergió unos 20 centímetros.

- Las muestras se analizaron en el laboratorio S.G.S que está acreditado por INACAL.
- Se realizó el informe técnico del monitoreo por parte del laboratorio S.G.S

#### **2.4.2 Procedimiento de análisis estadístico:**

- Los datos analizados por el laboratorio por cada mes se tipearon a una hoja de trabajo en el programa Excel para determinar los promedios por cada parámetro.
- Con aquella información se comparó las concentraciones con los ECA's señalando si es que estos sobrepasan o cumplen lo establecido por la normativa vigente.
- En una hoja de trabajo diferente se ingresó los datos obteniendo de ese modo los gráficos de barra comparativos.
- En caso de los cuadros ANOVA para delimitar si es existe o no influencia negativa se utilizó el programa IBM SPSS Statistics ingresando la información automáticamente nos brindó las tablas por cada año (2018, 2019, 2020).

#### **2.4.3 Procedimiento del procesamiento de datos:**



## 2.5. Aspectos éticos

Respecto a los aspectos éticos el presente estudio, salvaguarda las teorías y los diversos conocimientos de los autores, citándolos apropiadamente y precisando las fuentes bibliográficas en donde se encuentra lo citado.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Resultados de análisis de laboratorio año 2018, 2019 y 2020:

En las siguientes tablas se presentan los resultados del laboratorio de los parámetros aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, coliformes totales y coliformes termotolerantes de los tres años evaluados, con su respectivo promedio.

**Tabla 2**

*Resultados del año 2018*

2018						
PUNTO DE MONITOREO	ACEITES Y GRASAS	TSS	DBO	DQO	COLIFORME TOTAL	COLIFORME FECAL
AA-01	0.99	214.5	14	27.44	17000000	7900000
AA-01	0.99	372.5	42.48	121	35000000	35000000
AA-01	10.42	332.7	38	54.83	11000000	7900000
AA-01	0.99	310	24	83.55	13000000	7900000
AA-01	0.99	330	187.5	348.9	940000	940000
AA-01	0.99	400	21.9	63.89	7900000	2300000
AA-01	0.99	370	39.3	111	35000000	17000000
AA-01	0.99	275	12.2	24.57	14000000	7000000
AA-01	0.99	290	128.9	315	110000000	46000000
AA-01	0.99	360	372.7	673.96	22000000	11000000
<b>PROMEDIO</b>	1.93	325.47	88.09	182.41	26584000	14294000
BB-02	73.28	214.5	358	863.6	920000000	540000000
BB-02	48.95	372.5	288.7	756	110000000	110000000
BB-02	32.57	232.7	161.4	383.8	70000000	54000000
BB-02	0.99	310	152	381.7	140000000	140000000
BB-02	1.2	330	1798	3751	24000000	7900000
BB-02	9.9	400	534	1343	94000000	31000000
BB-02	11	370	5588	1194	170000000	170000000
BB-02	1.3	275	465	1015.7	35000000	24000000
BB-02	11	290	205	426	350000000	54000000

<b>BB-02</b>	11	360	673	1265.73	540000000	220000000
<b>PROMEDI O</b>	20.12	315.47	1022. 31	1138.05	245300000	135090000
<b>CC-03</b>	0.99	97.25	28.3	56.5	17000000	7900000
<b>CC-03</b>	2	360	2	26	7000000	1700000
<b>CC-03</b>	0.99	90	36	51.69	11000000	4900000
<b>CC-03</b>	0.99	205	41	101.57	31000000	7900000
<b>CC-03</b>	0.99	90	342.4	770	35000000	35000000
<b>CC-03</b>	0.99	18	255.6	557	14000000	3300000
<b>CC-03</b>	0.99	9	25	82	17000000	17000000
<b>CC-03</b>	0.99	67.5	111.3	252.28	54000000	54000000
<b>CC-03</b>	0.99	72	118.3	303	170000000	92000000
<b>CC-03</b>	0.99	62.5	186.9 5	345.2	92000000	24000000
<b>PROMEDI O</b>	1.09	107.13	114.6 9	254.52	44800000	24770000

La tabla 2 del año nos muestra los resultados del año 2018 por cada mes del año de todos los parámetros evaluados: aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, coliformes totales, coliformes termotolerantes, se obtuvo el promedio que nos sirvió para la obtención de otros resultados.

**Tabla 3**

*Resultados del año 2019*

<b>PUNTO DE MONITORE O</b>	<b>ACEITE S Y GRASAS</b>	<b>2019</b>			<b>COLIFORM E TOTAL</b>	<b>COLIFORM E FECAL</b>
		<b>TSS</b>	<b>DBO</b>	<b>DQO</b>		
<b>AA-01</b>	0.99	52.5	52.8	124.55	24000000	13000000
<b>AA-01</b>	0.99	48	25.9	37.66	21000000	4900000
<b>AA-01</b>	0.4	1.1	11.4	92.6	540000	240000
<b>AA-01</b>	6	6.1	4.9	72.7	24000000	3300000
<b>AA-01</b>	0.4	85	3.9	83.3	13000000	3300000
<b>AA-01</b>	1.3	8	4.4	53.6	3300000	3300000
<b>AA-01</b>	4.6	13	11.2	110.1	9200000	310000
<b>AA-01</b>	1.6	23	9.3	110.1	110000000	13000000
<b>AA-01</b>	5.2	20	55.8	130.1	92000000	3300000
<b>AA-01</b>	4.7	71	34.8	106.1	11000000	11000000
<b>AA-01</b>	0.4	77	10.7	54.9	700000	490000
<b>AA-01</b>	0.4	24	2.6	25.8	2200000	2200000
<b>PROMEDIO</b>	2.25	35.73	18.98	83.46	25911666.7	4861666.67

<b>BB-02</b>	13.8	480	532.9	991.51	160000000	54000000
<b>BB-02</b>	15.2	330	622	1236.1	170000000	54000000
				3		
<b>BB-02</b>	14.7	473	406	787.5	540000000	17000000
<b>BB-02</b>	106.1	405	803	934.3	2400000000	350000000
<b>BB-02</b>	33.4	320	608	794.1	630000000	17000000
<b>BB-02</b>	44.3	96	516	834.2	350000000	54000000
<b>BB-02</b>	132.2	387	595	920.9	110000000	24000000
<b>BB-02</b>	67.3	302	447.5	934.3	140000000	54000000
<b>BB-02</b>	98.9	359	656	967.6	92000000	54000000
<b>BB-02</b>	17.6	255	614	762.9	24000000	24000000
<b>BB-02</b>	23.6	292	479	928.7	92000000	92000000
<b>BB-02</b>	3.4	279	554	829.2	110000000	70000000
<b>PROMEDIO</b>	47.54	331.5	569.4	910.11	401500000	72000000
				5		
<b>CC-03</b>	0.99	80	110.5	216.33	54000000	17000000
<b>CC-03</b>	0.99	94	74	171.91	24000000	13000000
<b>CC-03</b>	0.4	830	7.3	115	350000000	3300000
<b>CC-03</b>	5	51	4.9	66.1	240000000	4900000
<b>CC-03</b>	1.8	94	5.1	130.1	92000000	24000000
<b>CC-03</b>	19.1	96	31	300.3	92000000	54000000
<b>CC-03</b>	33	87	173.3	280.3	94000000	31000000
<b>CC-03</b>	1.7	28	14.2	140.1	54000000	24000000
<b>CC-03</b>	3.4	25	49.4	66.8	16000	490
<b>CC-03</b>	14.4	113	58.8	189.1	4900000	4900000
<b>CC-03</b>	0.4	60	10.8	145.9	16000000	5400000
<b>CC-03</b>	5.2	77	149.2	172.5	7900000	7900000
<b>PROMEDIO</b>	7.19	136.2	57.38	166.20	85734666.7	15783374.2
				5		

La tabla 3 corresponde a los resultados del año 2019 del monitoreo en el río Mashcon por cada mes del año desde enero hasta diciembre de los parámetros monitoreados en: aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, coliformes totales, coliformes termotolerantes, se obtuvo el promedio que nos sirvió para la obtención de otros resultados.

#### Tabla 4

Resultados del año 2020

2020
------

PUNTO DE MONITOREO	ACEITE S Y GRASAS	TSS	DBO	DQO	COLIFORME TOTAL	COLIFORME FECAL
AA-01	0.4	32	10.8	96.2	160000000	4900000
AA-01	1	85.5	101.8	190.8	92000000	22000000
AA-01	1.4	34	11.2	92.9	490000	170000
AA-01	0.4	15	13.9	79.6	24000000	3300000
AA-01	0.4	8	8.6	109.5	24000000	1100000
AA-01	22.4	355	141	1014.9	350000000	350000000
AA-01	0.9	20	6.7	154.1	22000000	2300000
AA-01	1.3	12	11.6	187.6	35000000	17000000
AA-01	2.9	263	45.5	154.1	22000000	7900000
<b>PROMEDIO</b>	3.46	91.62	39.01	231.08	81054444.4	45407777.8
BB-02	0.4	60	15.2	159.2	92000000	24000000
BB-02	9	351	663.3	1443	350000000	54000000
BB-02	17.2	283	326	812.6	220000000	54000000
BB-02	112.1	203	406	626.9	920000000	170000000
BB-02	37	138	204.5	477.6	54000000	4900000
BB-02	43.6	216	502	746.3	1600000000	240000000
BB-02	104.6	423	346	1105.5	460000000	110000000
BB-02	21.8	426	562.5	1088.8	1600000000	170000000
BB-02	78.6	447	648.8	897.8	170000000	35000000
<b>PROMEDIO</b>	47.14	2836	408.26	817.52	699333333	95766666.7
CC-03	0.4	53	55.7	169.2	540000000	12000000
CC-03	1	86	73.39	145.1	170000000	6300000
CC-03	9.2	61	53.6	142.6	240000000	43000000
CC-03	0.4	8	16.9	102.8	1100000	230000
CC-03	9.9	72	68.5	155.9	92000000	35000000
CC-03	0.4	6	17	48.9	54000000	1100000
CC-03	0.7	46	4.3	120.6	54000000	13000000
CC-03	0.9	14	14.4	167.5	24000000	8100000
CC-03	8.5	125	49.1	170.9	54000000	4900000
<b>PROMEDIO</b>	3.49	52.33	39.21	135.94	136566667	13736666.7

La tabla 4 podemos observar resultados del monitoreo en el río Mashcon del año 2020 por cada mes del año de los parámetros monitoreados en: aceites y grasas, sólidos

suspendidos total, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, coliformes totales, coliformes termotolerantes, cabe recalcar que en este mes de inicio la pandemia debido al COVID-19 por lo cual en el mes de marzo, abril y mayo no se realizaron los monitoreos.

### 3.2. Comparación de los resultados promediados con los Estándares de Calidad Ambiental

En las siguientes tablas se presentan los resultados de los años 2018, 2019 y 2020 de aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y coliformes termotolerantes comparando con los estándares de calidad ambiental establecido en el decreto supremo peruano N°004-2017-MINAM, los parámetros de sólidos suspendidos totales y coliformes totales no se encuentra dentro de estos estándares.

#### ACEITES Y GRASAS

**Tabla 5**

*Comparación del ECA con los resultados promedio de aceites y grasas, 2018*

2018			
PUNTO DE MONITOREO	ACEITES Y GRASAS (mg/L)	ECA (categoría 3)	
		Animal	Vegetal
AA-01	1.93	5	10
BB-02	20.12	5	10
CC-03	1.09	5	10

En la tabla 5, se observa los resultados de aceites y grasas del año 2018, en este caso el punto de monitoreo BB-02 se excede en la categoría 3 para consumo animal y riego vegetal del ECA establecido en el decreto supremo peruano; ese punto de monitoreo es en la zona de descarga de las aguas residuales del sector dos de la ciudad de Cajamarca, para

consumo animal se excede un 15.12 mg/L y para riego vegetal un 10.12 mg/L. Pero 200 m más allá en el punto CC-03 los resultados están dentro del ECA al igual que en el punto AA-01 que es el punto antes del vertimiento.

**Tabla 6**

*Comparación del ECA con los resultados promedio de aceites y grasas, 2019*

<b>2019</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>ACEITES Y GRASAS (mg/L)</b>	<b>ECA (categoría 3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	2.25	5	10
<b>BB-02</b>	47.54	5	10
<b>CC-03</b>	7.19	5	10

En la tabla 6, se observa los resultados de aceites y grasas del año 2019, los puntos de monitoreo BB-02 y CC-03 exceden el ECA de agua de la categoría tres para consumo animal y vegetal. Respecto al punto BB-01 y CC-02, para consumo animal excede 42.54 mg/L y 2.54 mg/L respectivamente y para riego vegetal excede 37.54 mg/L y 3.19 mg/L respectivamente. El año 2019 a comparación del 2018, después de la descarga hay contaminación en el parámetro de aceites y grasas.

**Tabla 7**

*Comparación de los ECA con los resultados promedio de aceites y grasas, 2020*

<b>2020</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>ACEITES Y GRASAS (mg/L)</b>	<b>ECA (categoría3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	3.4555	5	10

<b>BB-02</b>	47.1444	5	10
<b>CC-03</b>	3.48888	5	10

En la tabla 7, se observa los resultados de aceites y grasas del año 2020, el punto de monitoreo BB-02 excede el ECA de aguas en la categoría 3 para consumo animal un 42.14 mg/L y para riego vegetal un 37.1444 mg/L. El 2020 es igual que el año 2018 porque los dos solo exceden en el punto BB-02.

## SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

**Tabla 8**

*Resultados promedio de los sólidos suspendidos totales, 2018*

<b>2018</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>TSS (mg/L)</b>	<b>ECA (categoría 3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	325.47	-	-
<b>BB-02</b>	315.47	-	-
<b>CC-03</b>	107.13	-	-

En la tabla 8, se observa que los resultados de TTS del año 2018, el punto de monitoreo AA-01 es el más elevado con 325.47 mg/L, seguido del BB-02 con 315.47 mg/L, por último, tenemos el punto CC-03 con 107.13 mg/L, este parámetro no se encuentra dentro de los Estándares de Calidad Ambiental.

**Tabla 9**

*Resultados promedio de los sólidos suspendidos totales, 2019*

<b>2019</b>	
<b>TSS (mg/L)</b>	<b>ECA (categoría3)</b>

<b>PUNTO DE MONITOREO</b>		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	35.725	-	-
<b>BB-02</b>	331.5	-	-
<b>CC-03</b>	136.25	-	-

En la tabla 9, se observa los resultados de TTS del año 2019, el punto de monitoreo BB-02 es el más elevado con 331.5 mg/L, seguido del CC-03 con 136.25 mg/L y por último el punto de monitoreo AA-01 con 35.73 mg/L. Este parámetro no se encuentra dentro de los Estándares de Calidad Ambiental.

**Tabla 10**

*Resultados promedio de los sólidos suspendidos totales, 2020*

<b>2020</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>TSS (mg/L)</b>	<b>ECA (categoria3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	91.611	-	-
<b>BB-02</b>	283	-	-
<b>CC-03</b>	52.333	-	-

En la tabla 10, se observa que los resultados de TTS del año 2020, el punto de monitoreo BB-02 con 283 mg/L es el más elevado, seguido del AA-01 con 91.61 mg/L, por último, el punto CC-03 con 52.33 mg/L. Este parámetro no se encuentra dentro de los Estándares de Calidad Ambiental.

### **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO:**

**Tabla 11**

*Comparación del ECA con los resultados promedio de DBO, 2018*

<b>2018</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>DBO (mg/L)</b>	<b>ECA ( categoría 3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	88.09	15	15
<b>BB-02</b>	1022.31	15	15
<b>CC-03</b>	114.69	15	15

En la tabla 11, se observa los resultados del parámetro DBO del año 2018, donde todos los puntos de monitoreo exceden los Estándares de Calidad Ambiental de la categoría 3 para consumo animal y riego vegetal. El punto que más excede es el BB-02 con 1022.31 mg/L, luego tenemos el punto CC-03 con 114.69 mg/L y por último el punto AA-01 con 88.09 mg/L. En el 2018 en DBO las aguas del río Mashcon tienen una influencia negativa por la contaminación que genera dicho parámetro.

**Tabla 12**
*Comparación del ECA con los resultados promedio de DBO, 2019*

<b>2019</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>DBO (mg/L)</b>	<b>ECA (categoria3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	18.975	15	15
<b>BB-02</b>	569.45	15	15
<b>CC-03</b>	57.375	15	15

En la tabla 12, se observa los resultados del parámetro DBO del año 2019, donde todos los puntos de monitoreo exceden el ECA establecido en el decreto supremo en la categoría 3 en consumo de animales y riego vegetal al igual que en el año 2018, el punto

más contaminado es en el BB-02 con 569.45 mg/L, seguido del punto CC-03 con 57.38 mg/L y por último el punto AA-01 con 18.98 mg/L. En este año hay menos concentración en el parámetro de DBO con relación al año 2018, aun así, hay contaminación en las aguas del río Mashcon.

**Tabla 13**

*Comparación del ECA con los resultados promedio de DBO, 2020*

<b>2020</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>DBO (mg/L)</b>	<b>ECA (categoria3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	39.011	15	15
<b>BB-02</b>	408.256	15	15
<b>CC-03</b>	39.21	15	15

En la tabla 13, se observa los resultados de DBO del año 2020, donde todos los puntos de monitoreo exceden el ECA establecido en el decreto supremo en la categoría 3 para consumo animal y riego de vegetales, al igual que en el año 2018 y 2019. El punto más contaminado es en el BB-02 con 408.26 mg/L, luego tenemos el punto CC-03 con 39.21 mg/L y por último el punto AA-01 con 39.01 mg/L. A diferencia del 2019, este año tiene los parámetros más elevados, pero menos que en el año 2018. Todos los años en este parámetro generan una influencia negativa, debido a la contaminación que genera el DBO en las aguas del río Mashcon.

## **DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO**

**Tabla 14**

*Comparación del ECA con los resultados promedio de DQO, 2018*

<b>2018</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>DQO (mg/L)</b>	<b>ECA (categoria3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	182.414	40	40
<b>BB-02</b>	1138.053	40	40
<b>CC-03</b>	254.2	40	40

En la tabla 14, se observa los resultados de DQO del año 2018, donde todos los puntos de monitoreo exceden el ECA establecido del decreto supremo, el punto más contaminado es en el BB-02 con 1138.05 mg/L, luego tenemos el punto CC-03 con 254.20 mg/L y finalmente el punto AA-01 con 182.41 mg/L. En la zona de descarga del año 2018 hay mayor concentración, lo cual afecta negativamente al río Mashcon.

#### **Tabla 15.**

*Comparación del ECA con los resultados promedio de DQO, 2019*

<b>2019</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>DQO (mg/L)</b>	<b>ECA (categoria3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	83.459	40	40
<b>BB-02</b>	910.112	40	40
<b>CC-03</b>	166.203	40	40

En la tabla 15, se observa los resultados de DQO del año 2019, donde todos los puntos de monitoreo exceden los Estándares de Calidad Ambiental al igual que el año 2018, siendo el BB-02 el más contaminado con 910.11 mg/L, luego el punto CC-03 con 166.20 mg/L y por último el punto AA-01 con 83.46 mg/L. La calidad de agua del río Mashcon en este año es mala debido a las altas concentraciones de la Demanda Química de Oxígeno.

**Tabla 16**
*Comparación del ECAI con los resultados promedio DQO, 2020*

<b>2020</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>DQO (mg/L)</b>	<b>ECA (categoria3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	231.078	40	40
<b>BB-02</b>	817.522	40	40
<b>CC-03</b>	135.944	40	40

En la tabla 16, se observa que en el año 2020 el DQO en todos los puntos de monitoreo exceden los Estándares de Calidad Ambiental, el punto BB-02 es el que tiene mayor concentración con 817.52 mg/L., luego el punto AA-01 con 231.08 mg/L y finalmente el CC-03 con 135.94 mg/L. Al igual que en los años anteriores la calidad de agua del río Maschon en mala debido a tan altas concentraciones.

**COLIFORMES TOTALES:**
**Tabla 17**
*Resultados promedio de coliformes totales, 2018*

<b>2018</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>COLIFORME TOTAL (NPM/100mL)</b>	<b>ECA (categoria3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	26584000	-	-
<b>BB-02</b>	245300000	-	-
<b>CC-03</b>	44800000	-	-

En la tabla 17, se observa que en el año 2018 el punto de monitoreo BB-02 tiene mayor concentración con 245300000 NPM/100mL seguido del punto CC-03 con 44800000 NPM/100mL y el punto AA-01 26584000 NPM/100mL. Este parámetro no se encuentra en el ECA, pero tiene muy altas concentraciones de coliformes totales en todos los puntos de monitoreo.

**Tabla 18**

*Resultados promedio de coliformes totales, 2019*

<b>2019</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>COLIFORME TOTAL (NPM/100mL)</b>	<b>ECA (categoria3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	25911666.7	-	-
<b>BB-02</b>	401500000	-	-
<b>CC-03</b>	85734666.7	-	-

En la tabla 18, se observa los resultados de coliformes totales, que en el año 2019 el punto de monitoreo BB-02 tiene mayor concentración con 401500000 NPM/100mL, seguido del punto CC-03 con 85734666.7 NPM/100mL y finalmente el punto AA-01 con 25911666.7 NPM/100mL. Al igual que en el año 2018 este parámetro no se encuentra en el ECA establecido, pero tiene alta concentración en todos los puntos de monitoreo.

**Tabla 19**

*Resultados promedio de coliformes totales, 2020*

<b>2020</b>	
<b>ECA (categoria3)</b>	

<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>COLIFORME TOTAL (NPM/100mL)</b>	<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	81054444.4	-	-
<b>BB-02</b>	699333333	-	-
<b>CC-03</b>	136566667	-	-

En la tabla 19, se observa que en el año 2020 el punto de monitoreo BB-02 tiene mayor concentración con 699333333 NPM/100mL, seguido del punto CC-03 con 136566667 NPM/100mL y luego el punto AA-01 con 81054444.4 NPM/100mL. Al igual que en el año 2018 y 2019 este parámetro no se encuentra en el ECA establecido, pero presenta altas concentraciones de coliformes totales en todos los puntos de todos los años el punto de monitoreo BB-02 que es la zona de descarga es el punto más elevado seguido del punto CC-03 que son 200m más allá del vertimiento y finalmente el punto AA-01 que es el punto antes del vertimiento.

### **COLIFORMES TERMOTOLERANTES:**

**Tabla 20**

*Comparación del ECA con los resultados promedio de coliformes termotolerantes, 2018*

<b>2018</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>COLIFORME FECAL (NPM/100mL)</b>	<b>ECA (categoria3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	14294000	2000	1000
<b>BB-02</b>	135090000	2000	1000
<b>CC-03</b>	24770000	2000	1000

En la tabla 20, se observa que los tres puntos de monitoreos del año 2018 exceden los Estándares de Calidad Ambiental de agua de la categoría 3 tanto para consumo animal y

riego vegetal. El punto BB-02 es el más contaminado con 135090000 NPM/100mL, seguido del punto CC-03 con 24770000 NPM/100mL y por último el punto AA-01 con 14294000 NPM/mL. En todos los puntos las coliformes totales tienen muy altas concentraciones, por eso hay una influencia negativa en las aguas del río Mashcon, ya que está siendo contaminado por las descargas de las aguas residuales del sector dos de Cajamarca.

**Tabla 21**

*Comparación del ECA con los resultados promedio de coliformes termotolerantes, 2019*

<b>2019</b>			
<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>COLIFORME FECAL (NPM/100mL)</b>	<b>ECA (categoria3)</b>	
		<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	4861666.67	2000	1000
<b>BB-02</b>	72000000	2000	1000
<b>CC-03</b>	15783374.2	2000	1000

En la tabla 21, se observa que en el año 2019 el parámetro de coliformes fecales excede el ECA en todos los puntos de monitoreos, el punto BB-02 con 72000000 NPM/mL es el punto de descarga es el más contaminado, seguido del punto CC-03 con 15783374.2 NPM/100mL y por último el punto AA-01 con 4861666.67 NPM/100mL. Al igual que en el año 2018, las aguas del río Mashcon están contaminadas.

**Tabla 22**

*Comparación del ECA con los resultados promedio de coliformes termotolerantes, 2020*

<b>2020</b>	
<b>ECA (categoria3)</b>	

<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>COLIFORME FECAL (NPM/100mL)</b>	<b>Animal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>AA-01</b>	45407777.8	2000	1000
<b>BB-02</b>	95766666.7	2000	1000
<b>CC-03</b>	13736666.7	2000	1000

En la tabla 22, se observa que en el año 2020 el parámetro de coliformes fecales excede el ECA en todos los puntos de monitoreos, el punto BB-02 es el punto de descarga con concentraciones más elevadas con 95766666.7 NPM/100mL, seguido del punto CC-03 con 13736666.7 NPM/100mL y por último el punto AA-01 con 45407777.8 NPM/100mL. Al igual que el año 2018 y 2019, en el año 2020 las aguas del río Mashcon son de mala calidad y no son aptas para el consumo de animales y riego de vegetales.

### 3.3 Determinación de la influencia en el río Mashcon durante los años 2018, 2019 y 2020

**Tabla 23**

*ANOVA del año 2018*

		<b>ANOVA</b>				
		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Aceites y Grasas</b>	Entre grupos	5657467.162	2	2828733.581	2.995	0.067
	Dentro de grupos	5325.195	27	197.229		
	Total	7636.876	29			
<b>TSS</b>	Entre grupos	303940.594	2	151970.297	25.826	0.000
	Dentro de grupos	158877.568	27	5884.354		
	Total	462818.162	29			
<b>DBO</b>	Entre grupos	2311.681	2	1155.841	5.860	0.008
	Dentro de grupos	25500417.046	27	944459.891		
	Total	31157884.208	29			
<b>DQO</b>	Entre grupos	5663564.148	2	2831782.074	7.873	0.002
	Dentro de grupos	9711512.168	27	359685.636		
	Total	15375076.316	29			
<b>Coliforme Total</b>	Entre grupos	294562537706667000.000	2	14728126885333300 0.000	5.184	0.012
	Dentro de grupos	767060903040000000.000	27	28409663075555600 .000		
	Total	1061623440746670000.000	29			

<b>Coliforme Termotolerante</b>	Entre grupos	89573075306666700.000	2	447865376533333300.000	5.146	0.013
	Dentro de grupos	234985629240000000.000	27	87031714533333330.000		
	Total	324558704546667000.000	29			

En la tabla 23 se puede notar que en el año 2018 los siguientes parámetros TSS, DQO, DBO, coliformes totales y coliformes termotolerantes influyeron de manera negativa en la descarga de las aguas residuales del sector 2 en la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Mashcon a comparación de aceites y grasas que no tienen influencia negativa en este año, para determinar ello se comparó el nivel de significancia el cual fue de 0.05 con los resultados de SIG como estos dieron menor a 0.05 significa que rechaza la hipótesis nula.

#### Tabla 24

*ANOVA del año 2019*

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Aceites y Grasas</b>	Entre grupos	14814.292	2	7407.146	11.275	0.000
	Dentro de grupos	21679.798	33	656.964		
	Total	36494.090	35			
<b>DBO</b>	Entre grupos	2266872.365	2	1133436.183	226.874	0.000
	Dentro de grupos	164863.955	33	4995.877		
	Total	2431736.320	35			

<b>TSS</b>	Entre grupos	542842.755	2	271421.378	13.551	0.000
	Dentro de grupos	660959.613	33	20029.079		
	Total	1203802.368	35			
<b>DQO</b>	Entre grupos	4974402.245	2	2487201.123	325.089	0.000
	Dentro de grupos	252477.736	33	7650.840		
	Total	5226879.981	35			
<b>ColiformeTotal</b>	Entre grupos	977412532800889000.000	2	488706266400444000.000	3.297	0.049
	Dentro de grupos	4891277401401330000.000	33	148220527315192000.000		
	Total	5868689934202220000.000	35			
<b>ColiformeTermotolerante</b>	Entre grupos	31148594070313300.000	2	15574297035156700.000	5.535	0.008
	Dentro de grupos	92862275365886800.000	33	2814008344420810.000		
	Total	124010869436200000.000	35			

En la tabla 24 correspondiente al año 2019 hubo un concepto desfavorable, es decir, todos los parámetros: aceites y grasas, TSS, DBO, BQO, coliformes totales, coliformes termotolerantes tuvieron un impacto negativo en la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Mashcon, para determinar ello se comparó el nivel de significancia el cual fue de 0.05 con los resultados de SIG como estos dieron menor a 0.05 significa que rechaza la hipótesis nula.

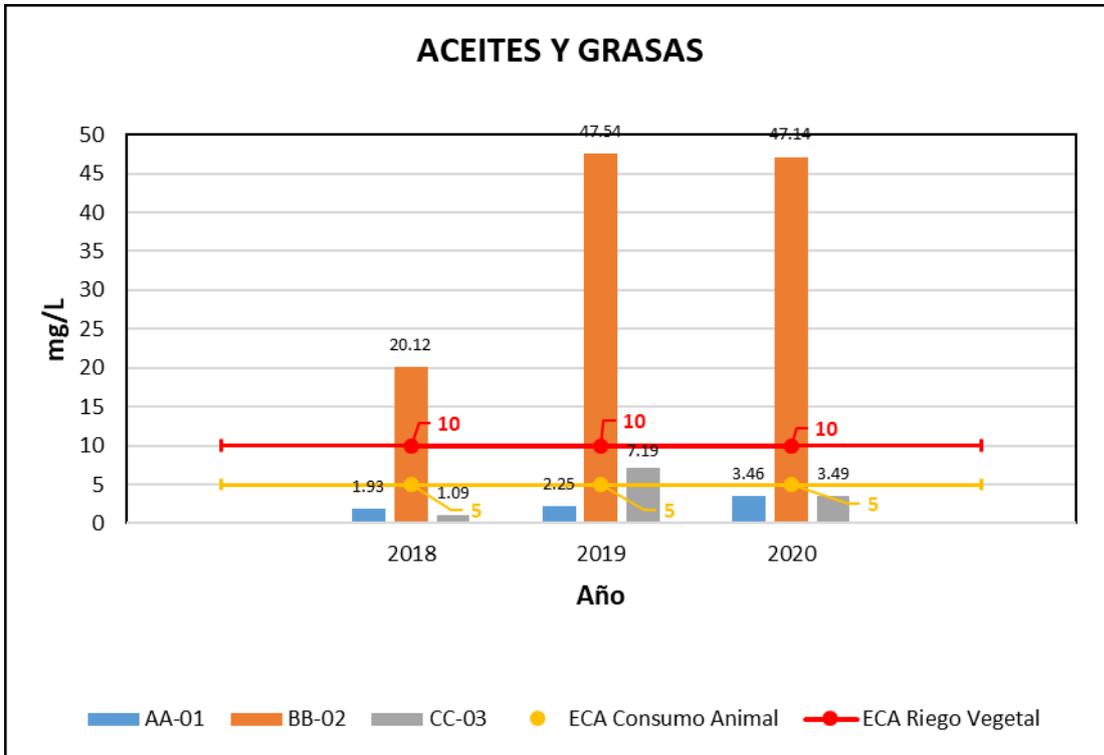
**Tabla 25**
*ANOVA del año 2020*

		<b>ANOVA</b>				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>AceitesyGrasas</b>	Entre grupos	11443.583	2	5721.791	9.562	0.001
	Dentro de grupos	14361.113	24	598.380		
	Total	25804.696	26			
<b>TSS</b>	Entre grupos	274138.685	2	137069.343	11.125	0.000
	Dentro de grupos	295693.889	24	12320.579		
	Total	569832.574	26			
<b>DQO</b>	Entre grupos	2452547.114	2	1226273.557	15.805	0.000
	Dentro de grupos	1862072.233	24	77586.343		
	Total	4314619.347	26			
<b>DBO</b>	Entre grupos	817608.364	2	408804.182	25.360	0.000
	Dentro de grupos	386879.116	24	16119.963		
	Total	1204487.480	26			
<b>ColiformeTotal</b>	Entre grupos	2106170137118520000. 000	2	1053085068559260000.000	8.012	0.002
	Dentro de grupos	3154327953422220000. 000	24	131430331392593000.000		
	Total	5260498090540740000. 000	26			

<b>Coliforme Termotolerante</b>	Entre grupos	30803993607407400.00 0	2	15401996803703700.000	2.321	0.120
	Dentro de grupos	159255071155556000.0 00	24	6635627964814810.000		
	Total	190059064762963000.0 00	26			

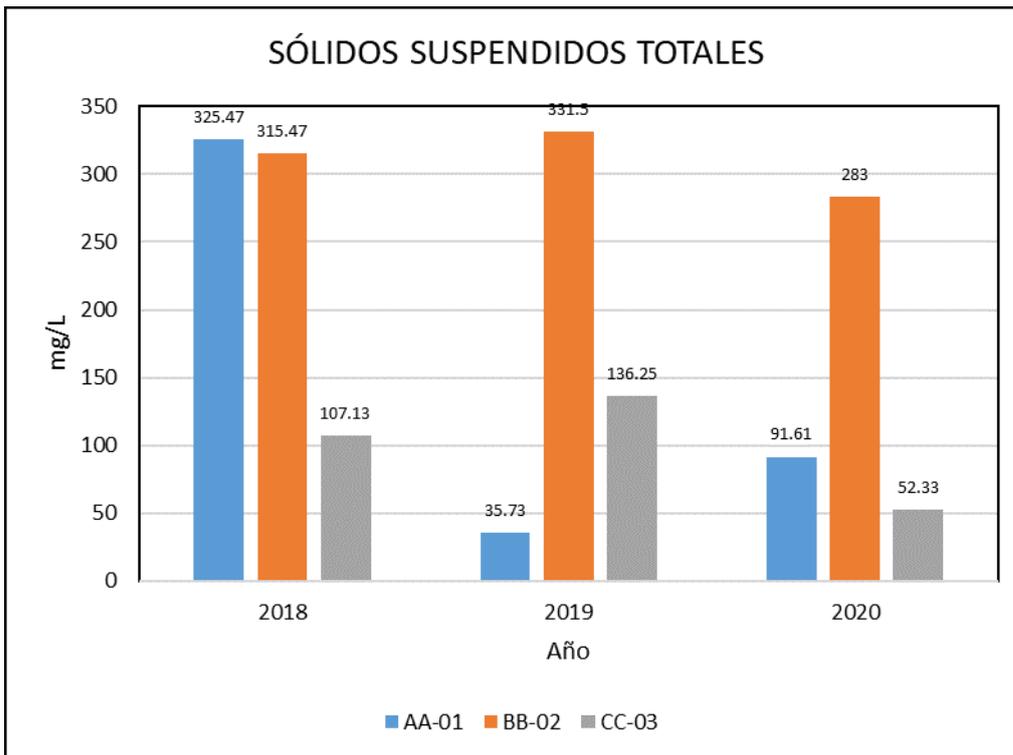
En la tabla 25 refiere al año 2020 se aprecia que todos los parámetros evaluados: aceites y grasas, TSS, DBO, BQO, coliformes totales, coliformes termotolerantes tuvieron un impacto negativo en la calidad fisicoquímica y microbiológica el río Mashcon al igual que el año 2019, para determinar ello se comparó el nivel de significancia el cual fue de 0.05 con los resultados de SIG como estos dieron menor a 0.05 significa que rechaza la hipótesis nula

### 3.4. Figuras de los resultados promedio y de los estándares de calidad ambiental



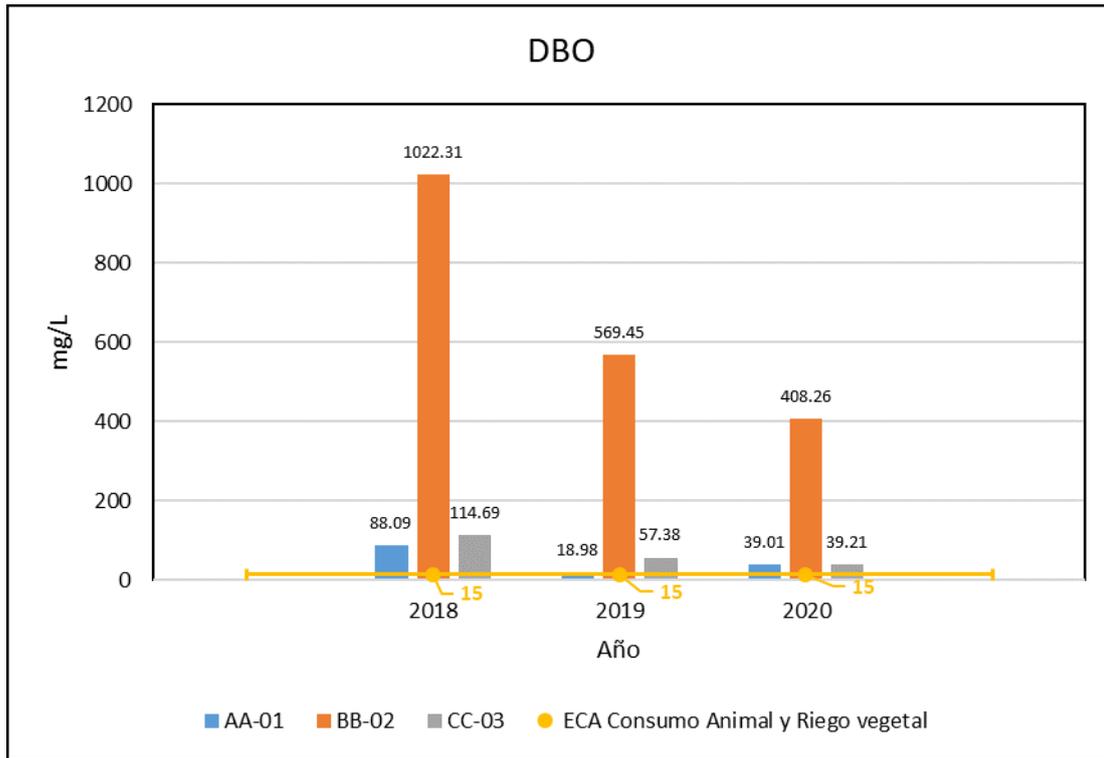
**Figura 2. ECA y resultado promedio de aceites y grasas años 2018, 2019 y 2020**

Respecto al parámetro de aceites y grasas en el año 2018, 2019 y 2020 excede en el punto de monitoreo BB-02, la zona de descarga, el año con mayor concentración es el año 2019, seguido del año 2020 y por último el año 2018. Luego del punto de descarga las concentraciones disminuyen y los resultados obtenidos ya están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental a excepción del año 2019 que solo excede en agua para consumo de animal.



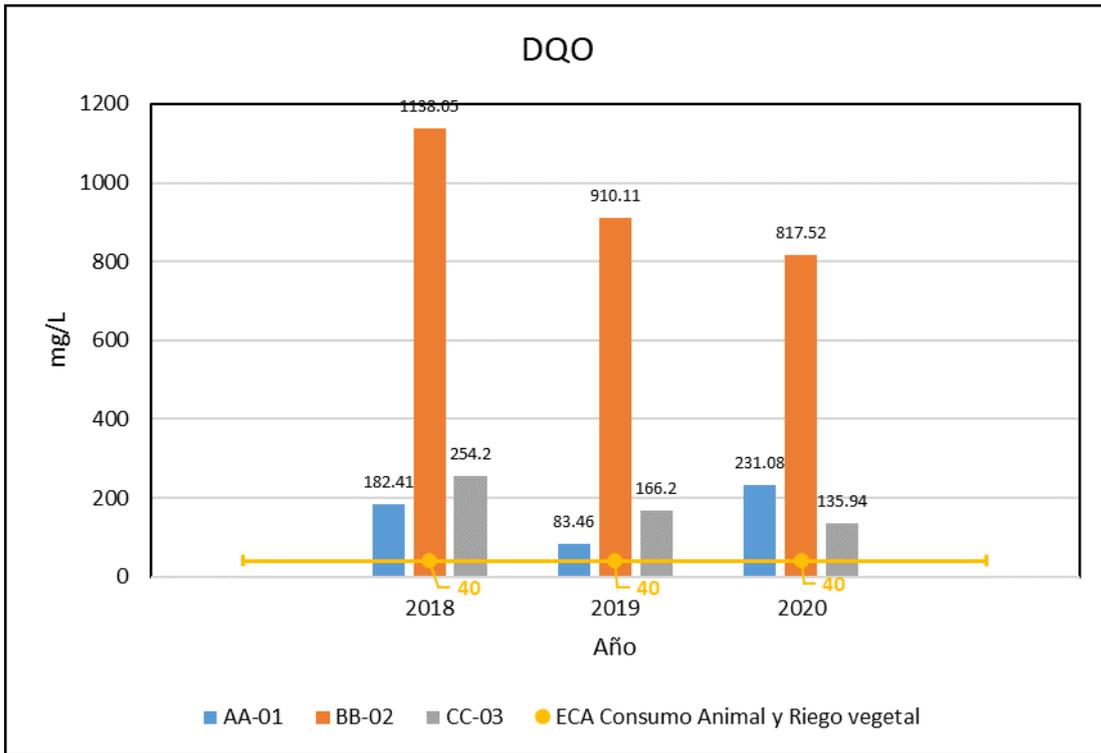
**Figura 3. Resultados promedio de sólidos suspendidos totales 2018, 2019 y 2020.**

En el año 2019 y 2020 el punto BB-02 tiene mayor concentración, a diferencia del año 2018 que es el punto AA-01. Respecto a TSS el año que tiene la mayor concentración es el 2019, este parámetro no está en el ECA establecido, pero es importante porque indica la cantidad de sólidos que hay en suspensión y se utiliza para determinar la calidad de agua.



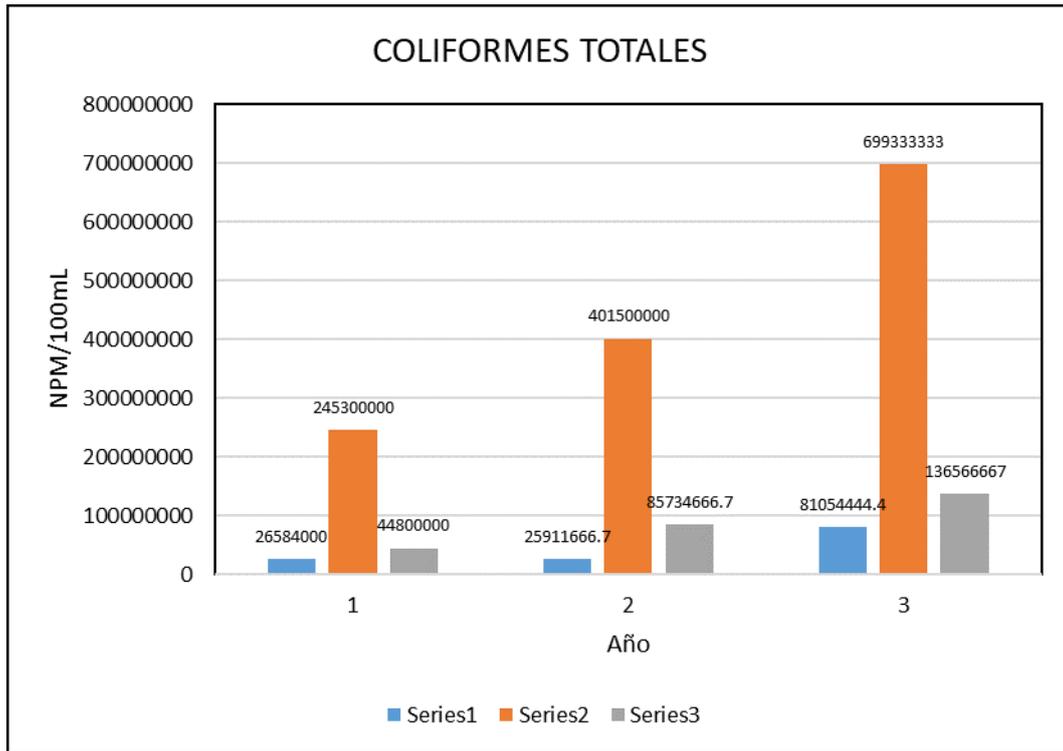
**Figura 4. ECA y resultado promedio de DBO años 2018, 2019 y 2020**

En los tres años el DBO excede los ECA de agua del decreto establecido, especialmente en el punto de monitoreo BB-02 que viene a ser la zona de descarga, el año 2018 es el que más excede y con una gran concentración. Respecto a este parámetro determinamos que la calidad de agua del río Mashcon es mala porque mientras mayor materia orgánica contiene, más oxígeno necesitan los microorganismos para poder degradarla.



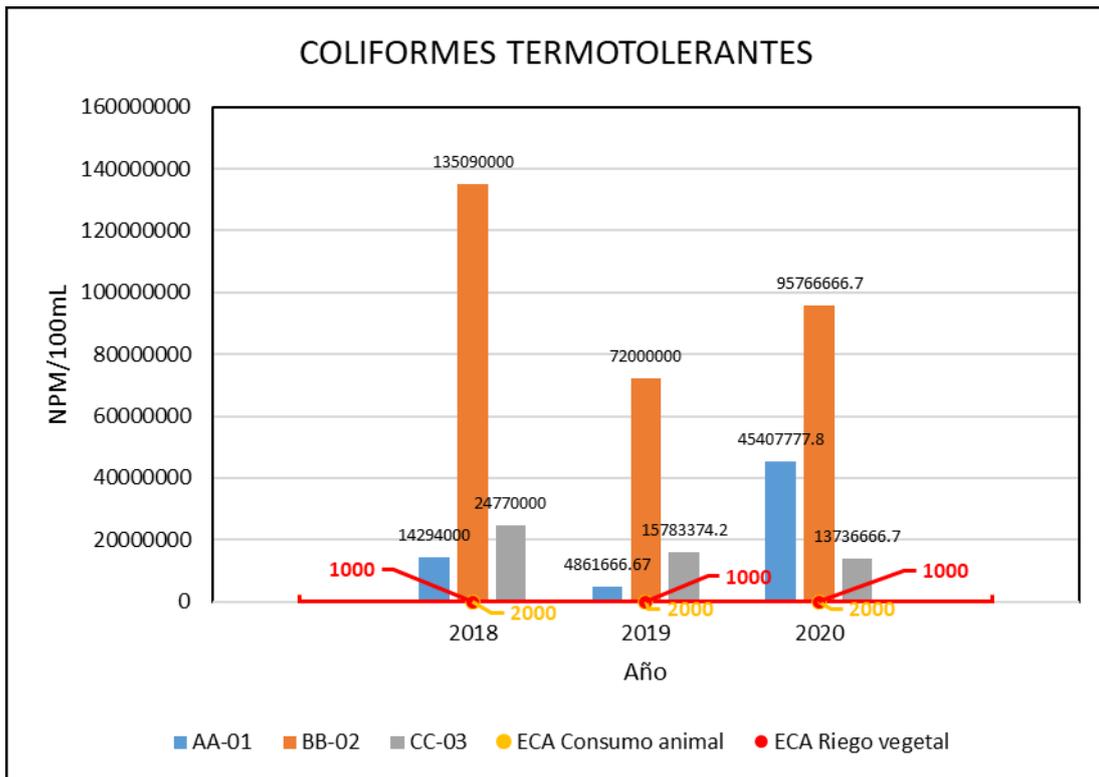
**Figura 5. ECA y resultado promedio de DQO años 2018, 2019 y 2020**

Respecto al DQO, todos los puntos de monitoreo exceden el ECA establecido en los tres años evaluados. El punto BB-02, la zona de descarga, es el que presenta mayor concentración en todos los años, pero más en el 2018 al igual que en el DBO, la influencia del vertimiento de aguas es negativa, ya que respecto al punto AA-01 los resultados aumentan considerablemente, por ello estas aguas no son apta para el consumo de animales y riego de vegetales.



**Figura 6. Resultados promedio de coliformes totales año 2018, 2019 y 2020**

El parámetro de coliforme total no se encuentra en el Estándar de Calidad Ambiental, como todos los resultados, el punto BB-02 tiene mayor concentración en los tres años evaluados, en especial en el año 2020. Este parámetro es muy importante para determinar la calidad de agua porque puede causar algunas enfermedades lo cual hace que estas aguas no sean aptas para el riego de vegetales y bebida para animales.



**Figura 7. ECA y resultado promedio de coliformes termotolerantes de los años 2018, 2019 y 2020**

En todos los años, todos los puntos de monitoreo exceden el Estándar de Calidad Ambiental tanto para consumo animal y riego vegetal, el punto BB-02 es el que tiene mayor concentración en todos los años, pero más en el año 2018. Con este parámetro se determina que el agua está muy contaminada por eso la influencia de las descargas de aguas residuales es negativa.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión:

En los resultados evaluados los años 2018, 2019 y 2020 se observó que la mayoría de parámetros de los puntos de monitoreos exceden el ECA establecido en el decreto supremo N°004-2017-MINAM, los Solidos Totales en Suspensión y coliformes fecales no se encuentran dentro del ECA establecido. Las descargas de aguas residuales son del sector dos de la ciudad de Cajamarca. Esto guarda relación con la investigación de Jáuregui et.al (2007), quienes evaluaron el impacto de las descargas de aguas residuales en la contaminación (DBO, N-NH<sub>3</sub>, fósforo y coliformes fecales) de un río en México.

Respecto al parámetro de aceites y grasas, en el periodo de tiempo evaluado, el punto de monitoreo BB-02 cuenta con mayor concentración, luego de este punto los resultados obtenidos se posicionan dentro del ECA, a excepción del año 2019, en el cual el parámetro excede el ECA en el punto CC-03. Los aceites y grasas se generan por aguas residuales domésticas y de restaurantes. Al respecto (Hidalgo & Mejía, 2010) investigaron sobre la contaminación por agua residuales domésticas en una quebrada. En tal estudio, se demuestra que el principal contaminante identificados son los coliformes totales.

Por otro lado, la investigación de Lima Liliana (2020) también trata un muestreo de parámetros como DQO, DBO<sub>5</sub>, sólidos suspendidos totales, coliformes termo tolerantes, entre otros, en tres puntos de monitoreo. En el desarrollo de su investigación, se concluye que el índice de la calidad del agua (ICA, determinado con metodología NSF) es de 42.18, lo que indica que el agua del río analizado esta

altamente contaminada. También se comprobó que el parámetro con mayor influencia en Lima son los coliformes termo tolerantes.

Se asume que el año 2019 se presenta mayor contaminación debido al aumento de población de negocios alimentarios en el sector 2 de Cajamarca, lo que no ocurre en el año 2020 debido al cierre repentino de estos negocios a causa de la pandemia mundial. En consecuencia, la influencia de este parámetro es negativa para el río Mashcon porque el aceite genera una película de grasa, la cual imposibilita que se genere oxígeno, que trae consecuencias para la flora y fauna (IAGUA, 2016). La situación es similar en comparación con el estudio de (Infante & Tacilla, 2019), donde se analizó los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Llacanora en Cajamarca. Se encontraron altos índices de aceites y grasas y coliformes termo tolerantes. De igual forma, Avellaneda (2016) evaluó el aspecto fisicoquímico y microbiológico del río Mashcon concluyendo que la calidad del agua es mala.

Los sólidos totales en suspensión en el año 2019 y 2020 en el punto BB-02 tiene mayor concentración, a diferencia del año 2018 que es en el punto AA-01, el 2019 tiene mayor concentración en este parámetro. La influencia de las descargas de aguas residuales es mala para este cuerpo acuífero porque los materiales inorgánicos disueltos incluyen calcio, bicarbonato, nitrógeno, hierro, sulfato, etc.; el contenido constante de estos materiales hace que no se mantenga adecuadamente la vida acuática. Por otro lado, la materia en suspensión incluye partículas de sedimento, lodo generado por el flujo del suelo, plancton y residuos industriales (Jaya, 2017). Lo cual indica que en el área de estudio es imposible encontrar vida acuática por la contaminación existente por TSS; este parámetro es considerado

porque está dentro del anexo 1 de la normativa de VMA, que mide la concentración de diversos parámetros que caracteriza a un efluente no doméstico que es descargado a la red de alcantarillado.

En la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) los tres años sobrepasa el ECA, sobretodo en el punto de monitoreo BB-02 y el año 2018 es el que mayor concentración tiene, por lo tanto, la calidad de agua del río Mashcon es mala porque este parámetro se utiliza como indicador de la carga orgánica de aguas residuales o descarga de aguas residuales industriales (Ministerio del Ambiente Uruguay, 2019). Lo cual indica que no hay posibilidad de albergar vida en el área de estudio porque mientras más alto es, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto.

En la Demanda Química de Oxígeno (DQO), en todos los puntos de monitoreo los tres años evaluados monitoreo exceden el ECA. El punto BB-02, presenta mayor concentración en todos los años, pero más en el 2018, la influencia del vertimiento de aguas es negativa, ya que respecto al punto AA-01 los resultados aumentan y esto indica que el área de estudio está muy contaminada porque no hay suficiente cantidad de oxígeno para oxidar la materia orgánica.

El parámetro de coliforme total en el punto BB-02 tiene mayor concentración en los tres años evaluados, en especial en el año 2020; mientras las coliformes fecales, en todos los años, todos los puntos de monitoreo exceden el Estándar de Calidad Ambiental, el punto BB-02 es el que tiene mayor concentración en todos los años, pero más en el año 2018, las concentraciones de estos dos parámetros son muy elevadas y por ello hay una influencia negativa debido a las descargas en estas aguas, las bacterias coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente

en plantas, suelo y animales (incluidos los humanos); la presencia de estas indica que el agua puede estar contaminada por aguas residuales u otros desechos de descomposición (Ramos y otros, 2000).

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tienen influencia en el ecosistema de los cuerpos de agua subterráneos y superficiales, si estos se llegan alterar habrá un impacto negativo sobre todo si es por la influencia de vertimiento de aguas residuales, se realizó un estudio similar de la calidad de agua del río Mashcon (Palomino, 2016) en el cual DBO<sub>5</sub> y la DQO mostraron cambios evidentes entre estaciones, superando notoriamente los valores ECA's en este estudio hay evidencia de la perturbación antropológica y por el vertimiento de aguas residuales que afecta la calidad del agua de río Mashcon. (Lima, 2020) la calidad del agua del río Sicra se encuentra enmarcado como agua muy contaminada, debido a las altas concentraciones de coliformes termotolerantes (llamados también fecales), sólidos disueltos totales, esto debido a la presencia de aguas residuales domiciliarias.

#### 4.2. Conclusiones:

Según los resultados se determinó la mala calidad de agua del río Mashcon fisicoquímica y bacteriológica debido al vertimiento de aguas residuales.

La concentración promedio de los tres años evaluados respecto a los sólidos suspendidos totales en el punto AA-01 es 150.94 mg/L, para el punto BB-02 es 309.99 mg/L y para el punto CC-03 es 98.57 mg/L.

La concentración promedio de los tres años evaluados en el punto AA-01 respecto al parámetro de aceites y grasas es 2.55 mg/L, en el punto BB-02 es 38.27 mg/L, en el punto CC-03 respecto al parámetro de aceites y grasas es 3.93 mg/L y con respecto a la demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno en el punto AA-01 es 48.70 mg/L y 165.65 mg/L respectivamente, en el punto BB-02 es 666.67 mg/L y 955.23 mg/L y por último para el punto CC-03 es 70.42 mg/L y 185.45mg/L.

La concentración promedio de los tres años evaluados para coliformes totales y coliformes termotolerantes en el punto AA-01 es 44516703.70 NPM/100mL, 38307444.46 NPM/100mL respectivamente, en el punto BB-02 es 448711111 NPM/100ML y 100952222.2 NPM/100mL y en el punto CC-03 es 89033777.9 NPM/100ML y 18096680.3 NPM/100mL.

Al comparar los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 3, subcategorías D1 y D2 se concluye que respecto a aceites y grasas el punto de monitoreo BB-02 en los tres años evaluados excede los ECA en las dos subcategorías y en el año 2019 el punto de monitoreo CC-03 excede solo en la categoría para consumo animal, en los

parámetros de demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y coliformes termotolerantes, en los tres años evaluados y en los tres puntos de monitoreos, los resultados exceden los estándares de calidad ambiental en la categoría 3, tanto para riego vegetal como para consumo animal.

## REFERENCIAS

- Agua market. (2016). *Agua market*. Retrieved 05 de Febrero de 2022, from <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=3039&termino=contaminantes+del+agua%2C+grasas+y+aceites>
- Andreo, M. (2018). *CONICET Mendoza*. Retrieved 05 de Febrero de 2022, from <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/DBO.htm>
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Lima. Retrieved 07 de Febrero de 2022, from [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_superficiales.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf)
- Barboza, Y., & Cortez, R. (2018). *Repositorio UPN*. Retrieved Enero de 26 de 2022, from <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14744/Barboza%20Colorado%20Yenia%20Lisbeth%20-%20Cortez%20Valera%20Roxana%20Isamar.pdf?sequence=5>
- Benamides, I., Angeles, I., Salazar, E., & Abasolo, J. (Julio de 2007). ANA. Retrieved 15 de Diciembre de 2021, from [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/fuentes\\_agua\\_superficial\\_mashcon\\_0\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/fuentes_agua_superficial_mashcon_0_0.pdf)
- Chávez, J., Leiva, D., & Corroto, F. (30 de Junio de 2016). *Ciencia Amazónica*. <https://doi.org/https://doi.org/10.22386/ca.v6i1.104>
- Guzmán, G., Thalasso, F., Ramirez, E., Rodriguez, A., & Avelar, J. (2011). Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el Estado de Aguascalientes, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 89-102. Retrieved 06 de Septiembre de 2019, from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992011000200001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000200001)
- Hidalgo, M., & Mejía, E. (2010). *Repositorio Institucional de la Universidad de Antioquia*. Retrieved 14 de Enero de 2022, from <http://hdl.handle.net/10495/1304>
- IAGUA. (02 de Junio de 2016). *IAGUA*. Retrieved 15 de Noviembre de 2020, from <https://www.iagua.es/noticias/espana/aljarafesa/16/06/02/vertidos-aceite-perjudican-salubridad-nuestros-rios>
- Infante, N., & Tacilla, T. (25 de Octubre de 2019). *Repositorio Institucional UPN*. Retrieved 06 de Enero de 2022, from <https://hdl.handle.net/11537/23611>
- Jáuregui, C., Ramirez, S., Espinoza, M., Raúl, T., Quintero, B., & Rodriguez, I. (22 de marzo de 2007). Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 3(1), 65-73. <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v3-n1-8-impacto-de-la-descarga-de-aguas-residuales.pdf>
- Jaya, F. (2017). *UCUENCA*. Retrieved 05 de Febrero de 2022, from UCUENCA: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28542/1/Trabajo%20de%20titulacio%20n.pdf>
- Kuroiwa, J. (2010). *RECURSOS HIDRÁULICOS EN EL PERÚ: UNA VISIÓN ESTRATÉGICA*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Retrieved 10 de Septiembre de 2020, from [http://167.249.11.60/anc\\_j28.1/images/stories/agua/recursos\\_hidraulicos\\_julio\\_kuroiwa.pdf](http://167.249.11.60/anc_j28.1/images/stories/agua/recursos_hidraulicos_julio_kuroiwa.pdf)
- Larios, F., González, C., Olivares, M., & Yennyfer. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*, 12. Retrieved 10 de Septiembre de 2020, from <https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>
- Lima, L. (2020). *Universidad Continental*. Retrieved 20 de Noviembre de 2021, from [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8449/4/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Lima\\_Huacho\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8449/4/IV_FIN_107_TE_Lima_Huacho_2020.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (08 de Junio de 2017). *Ministerio del ambiente*. Retrieved 05 de Febrero de 2022, from <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/estandares-de-calidad->

- ambiental/#:-:text=Los%20Est%C3%A1ndares%20de%20Calidad%20Ambiental,sofisticad  
os%20y%20de%20evaluaci%C3%B3n%20detallada.
- Ministerio del Ambiente Uruguay. (2019). *Gub Uy*. Retrieved 20 de Noviembre de 2020, from [https://www.dinama.gub.uy/indicadores\\_ambientales/ficha/oan-demanda-bioquimica-de-oxigeno/](https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/oan-demanda-bioquimica-de-oxigeno/)
- Oblitas, Y., & Torres, L. (Diciembre de 2016). *Repositorio Upagu*. Retrieved 05 de Febrero de 2022, from <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/454/FYB-022-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OEFA. (2014). *OEFA*. Retrieved 05 de Enero de 2022, from [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- OMS. (14 de Junio de 2019). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved 11 de Septiembre de 2020, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Palomino, P. (29 de Diciembre de 2018). Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016. *Universidad Agraria de la Molina*, 79(2), 298-307. <https://doi.org/https://doi.org/10.21704/ac.v79i2.1242>
- Ramos, M., Vidal, L., Vilardy, S., & Saavedra, L. (11 de Junio de 2000). *Scielo*. Retrieved 19 de Noviembre de 2020, from <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>
- Rosabal, Y., Chang, L., Perez, N., & Morales, J. (2012). *ITSO*. Retrieved 05 de Febrero de 2022, from <https://www.itson.mx/publicaciones/rln/Documents/v8-n1-3-evaluacion-de-la-demanda-quimica-de-oxigeno-en-aguas-de-la-provincia-de-granma-cuba.pdf>
- Solano, M. d. (2011). *Impacto Ambiental por Aguas Residuales y Residuos sólidos en la calidad de agua de la parte media-alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo*. Tesis de grado, Costa Rica. Retrieved 10 de Septiembre de 2020, from <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Impacto%20ambiental%20por%20aguas%20residuales%20y%20residuos%20s%C3%B3lidos%20en%20la%20calidad%20del%20agua.pdf>
- Sotil, H. (2017). *Repositorio UCP*. Retrieved 05 de Febrero de 2022, from <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/274/SOTIL-1-Trabajo-An%C3%A1lisis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Talledo, J. (15 de Enero de 2016). *El Comercio*. Retrieved 09 de Septiembre de 2020, from <https://elcomercio.pe/peru/cien-rios-contaminados-coliformes-metales-262889-noticia/>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2018). *UICN*. Retrieved 05 de Febrero de 2022, from <https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia-monitoreo-participativo-calidad-agua-digital.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 1. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN

CARTA DE AUTORIZACION DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA



Yo Marco Tulio Narro Centurión, identificado con DNI 18033412, en mi calidad de Gerente General de la empresa EPS SEDACAJ S.A. con R.U.C. N° 20113733641, ubicada en la ciudad de Cajamarca.

OTORGO LA AUTORIZACION,

A las señoritas Adriana Jeanette Lujan Diaz identificada con DNI N° 72179177 y Gloria Inés Sánchez Soto identificada con DNI 72675848, egresado de la Carrera profesional de Ingeniería Ambiental para que utilice la siguiente información de la empresa Resultados de laboratorio de los monitoreos realizados en cuerpo receptor en los años 2018, 2019 y 2020 con la finalidad de que puedan desarrollar su ( ) Trabajo de Investigación, (X) Tesis o ( ) Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de ( ) Bachiller, ( ) Maestro, ( ) Doctor o (X) Título Profesional

Adjunto a esta carta, esta la siguiente documentación:

( ) Ficha RUC

( ) \*Vigencia de Poder (Para informes de suficiencia profesional)

(X) Otro (ROF, MOF, Resolución, etc. para el caso de empresas públicas válido tanto para Tesis, Trabajo de Investigación o Trabajo de Suficiencia Profesional).

\*Nota: En el caso este formato se use como regularización o continuidad del trámite durante la coyuntura de emergencia - Covid19, se debe de omitir la "Vigencia de Poder", requerido para los informes de Suficiencia Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

( ) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, o

(X) Mencionar el nombre de la empresa.



Ing. Marco Tulio Narro Centurión  
Gerente General (e)  
EPS SEDACAJ S.A.

Firma y sello del Representante Legal \*\*  
DNI: 18033412

\*\*Este documento debe ser firmado por un representante inscrito en SUNAT y debe adjuntar una copia de su documento de identidad (DNI) para verificar la firma.

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

  
Firma del Egresado  
DNI: 72179177

  
Firma del Egresado  
DNI: 72675848

## ANEXO 2. PUNTO DE MONITOREO AA-01



### ANEXO 3. PUNTO DE MONITOREO BB-02



## ANEXO 4. PUNTO DE MONITOREO CC-03



**ANEXO 5. RESULTADOS DE LABORATORIO SETIEMBRE, 2018**

**INFORME DE ENSAYO**

C-222-I218-SEDACAJ

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio			C-222-01	C-222-02
Código de Cliente			Río San Lucas- Río Mashcon	Descarga Emisor de la UNC
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			12/09/2018	12/09/2018
Hora de Muestreo			10:15	10:34
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	17.50	370.0
Aceites y Grasas**	HEM	mg/L	<0.99	11.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/L	39.3	558.5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	111.0	1194

Código de Laboratorio			C-222-03	C-222-04
Código de Cliente			200m despues del Emisor UNC- Fundo Victoria	La Chancadora
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			12/09/2018	12/09/2018
Hora de Muestreo			11:05	11:53
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	9.00	8.0
Aceites y Grasas**	HEM	mg/L	<0.99	<0.99
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/L	25.0	12.7
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	82.00	33.00

Código de Laboratorio			C-222-05	C-222-06
Código de Cliente			Quebrada Los Chilcos	Fundo Señor Pajares Antes De Quebrada Los Chilcos
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			12/09/2018	12/09/2018
Hora de Muestreo			12:27	12:55
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	310.0	2.00
Aceites y Grasas**	HEM	mg/L	8.10	<0.99
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/L	515.1	9.6
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	1014	29.0

(\*\*) Los metodos indicados han sido ejecutados en la sede Trujillo



C-222-I218-SEDACAJ

## ANEXO 6. RESULTADOS DE LABORATORIO ENERO, 2019



### INFORME DE ENSAYO

C-025-A219-SEDACAJ

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio			C-025-01	C-025-02
Código de Cliente			Cruce Río Maschón con Río San Lucas	Descarga Emisor UNC
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			31/01/2019	31/01/2019
Hora de Muestreo			09:25	09:42
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	52.50	480.0
Aceites y Grasas**	HEM	mg/L	<0.99	13.80
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/L	52.8	532.9
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	124.55	991.51

Código de Laboratorio			C-025-03	C-025-04
Código de Cliente			200 m después del Emisor UNC- Fundo La Victoria	La Chancadora
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			31/01/2019	31/01/2019
Hora de Muestreo			10:17	10:52
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	80.00	56.0
Aceites y Grasas**	HEM	mg/L	<0.99	<0.99
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/L	110.5	67.1
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	216.33	144.22

Código de Laboratorio			C-025-05	C-025-06
Código de Cliente			Quebrada Los Chilcos	Antes de Quebrada los Chilcos- Fundo Señor Pajares
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			31/01/2019	31/01/2019
Hora de Muestreo			11:22	11:48
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	76.0	453.30
Aceites y Grasas**	HEM	mg/L	<0.99	12.20
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/L	63.4	661.4
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	137.66	1229.15

(\*) Los metodos indicados han sido ejecutados en la sede Trujillo



C-025-A219-SEDACAJ

## ANEXO 7. RESULTADOS DE LABORATORIO MAYO, 2020



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA2007383 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AA-01: Río Mashcon (Cruce San Lucas y Río Mascon) 9207223N / 778516E 06/05/2020 08:23:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	BB-02: Descarga (Emissor U.N.C.) 9207153N / 778499E 06/05/2020 08:55:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Físicoquímicos</b>						
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_CX	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	34 ± 4	283 ± 34
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B_CX	mg/L	1.0	2.6	11.2 ± 2.2	326.0 ± 65.2
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D_CX	mgO <sub>2</sub> /L	1.8	4.5	92.9 ± 24.2	812.6 ± 211.3
Acetatos y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	1.4 ± 0.3	17.2 ± 3.8

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					CC-03: Fundo "La Victoria" (200 m después de la descarga del Emissor U.N.C.) 9206253N / 778874E 06/05/2020 09:39:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	DD-04: Chancadora 9205085N / 779904E 06/05/2020 11:19:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Físicoquímicos</b>						
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_CX	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	61 ± 7	57 ± 7
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B_CX	mg/L	1.0	2.6	53.6 ± 10.7	34.3 ± 6.9
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D_CX	mgO <sub>2</sub> /L	1.8	4.5	142.6 ± 37.1	139.3 ± 36.2
Acetatos y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	9.2 ± 2.0	11.1 ± 2.4

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					EE-05: Quebrada Los Chilcos 06/05/2020 10:10:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	FF-06: Fundo "Sr. Pajares" (Antes Quebrada Los Chilcos) 9205085N / 778527E 06/05/2020 11:45:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Físicoquímicos</b>						
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D_CX	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	32 ± 4	295 ± 35
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B_CX	mg/L	1.0	2.6	25.3 ± 5.1	551.0 ± 110.2
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D_CX	mgO <sub>2</sub> /L	1.8	4.5	86.2 ± 22.4	1,044.8 ± 271.6
Acetatos y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	4.8 ± 1.1	127.6 ± 28.1

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.