

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS DE INVESTIGACIÓN**

**“INFLUENCIA DEL VERTIDO DEL EFLUENTE LÍQUIDO DEL  
CAMAL MUNICIPAL DE NUEVA CAJAMARCA EN EL  
ECOSISTEMA ACUÁTICO DEL CANAL GALINDONA”**

**EJECUTOR:**

**Bach. Cleiler Osmar Nolasco Salazar**

**ASESOR:**

**Ing. Percy Troya Palomino**

**CO-ASESOR:**

**Ing. Henry Edilberto Azula Díaz**

**Nueva Cajamarca – Perú**

**2018**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 001 2019/UCSS/FIA

Siendo las 02:00 pm, del día 16 de enero de 2019, en la Biblioteca de la Filial Rioja: Nueva Cajamarca - Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1. Blgo. Anthony Calderón Salazar              | Presidente      |
| 2. Ing. Amb. Richard Junior Vilchez Campoverde | Primer Miembro  |
| 3. Ing. Amb. Eduardo Celso Rodrigo Huánuco     | Segundo Miembro |
| 4. Ing. Agric. Percy Troya Palomino            | Asesor          |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada: "INFLUENCIA DEL VERTIDO DEL EFLUENTE LÍQUIDO DEL CAMAL MUNICIPAL DE NUEVA CAJAMARCA EN EL ECOSISTEMA ACUÁTICO DEL CANAL GALINDONA", que presenta el bachiller en Ciencias Ambientales; el Sr. **Cleiler Osmar Nolasco Salazar** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

Terminada la sustentación, el Jurado luego de deliberar acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de Buena y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare EXPEDITA para conferirle el TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL.

Firmado en Rioja, 16 de enero de 2019.

  
Blgo. Anthony Calderón Salazar  
PRESIDENTE

  
Ing. Amb. Richard Junior Vilchez Campoverde  
1° MIEMBRO

  
Ing. Amb. Eduardo Celso Rodrigo Huánuco  
2° MIEMBRO

  
Ing. Agric. Percy Troya Palomino  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme dado las fuerzas y optimismo y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por darme el apoyo más importante y demostrarme que se debe luchar sin perder la cordura. A mi padre, a pesar de sus dificultades.

A mis hermanos, en especial a Luis por ser como un padre y estar ahí en los momentos difíciles, a mi hermana Bibí, porque te amo infinitamente.

A mi pareja y amigos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento se dirige a Dios por la vida y la salud, por permitirme forjar mi camino. A mi asesor Ing. Percy Troya Palomino y a mi co-asesor el Ing. Henry Azula Díaz por su continua guía en el desarrollo de mi tesis.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
ÍNDICE GENERAL .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE APÉNDICES .....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LITERATURA .....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. BASES TEÓRICAS .....	5
1.2.1. Aguas residuales .....	5
1.2.2. Clasificación de las aguas residuales.....	5
1.2.3. Efectos de las aguas residuales no tratadas en la salud, el ambiente y actividades productivas.....	6
1.2.4. Los camales o mataderos.....	8
1.2.5. Residuos que generan los camales o mataderos.....	8
1.2.5.1. Impacto de las aguas residuales sobre las aguas superficiales .....	11
1.2.6. Efectos de los parámetros de contaminación de las aguas residuales de un Camal	12
1.2.7. Ecosistemas acuáticos de ríos, canales y quebradas.....	13
1.2.8. Biomonitoreo .....	15
1.2.9. Métodos para identificar macroinvertebrados .....	29
1.2.10. Índice de calidad de aguas ABI .....	16
1.2.11. Parámetros de las aguas residuales .....	17
1.2.12. Normativa peruana sobre monitoreo de la calidad de aguas superficiales para la amazonia.....	19
1.2.13. Distrito de Nueva Cajamarca.....	22
1.2.14. Canal Galindona.....	23
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	25

2.1.1. Tipo de estudio .....	25
2.1.2. Lugar y fecha .....	26
2.1.3. Población y muestra .....	26
2.1.3.1. Población .....	26
2.1.4. Identificación de variables y su mensuración .....	34
2.1.5. Materiales y equipos .....	35
2.1.6. Análisis estadístico de datos .....	35
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
3.1. RESULTADOS.....	36
3.1.1. Determinación de los puntos de muestreo, Resultados del objetivo N° 1 .....	36
3.1.2. Análisis de resultados fisicoquímicos y microbiológicos de calidad del agua .....	39
3.1.2.1. Aceites y grasas (A y G).....	41
3.1.2.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) .....	42
3.1.2.3. Fósforo total.....	43
3.1.2.4. Demanda Química de oxígeno (DQO) .....	44
3.1.2.5. Sólidos Suspendidos Totales (SST) .....	45
3.1.2.6. Potencial de hidrógeno (pH) .....	46
3.1.2.7. Nitrógeno Total (Nt) .....	47
3.1.2.8. Temperatura.....	48
3.1.2.9. Coliformes Termotolerantes (CT).....	49
3.1.3. Consumo de agua para las actividades de faenamiento.....	50
3.1.4. Medición de caudales .....	53
3.1.4.1. Caudal de efluentes de Camal Municipal .....	53
3.1.4.2. Caudal del cuerpo receptor del efluente .....	54
3.1.5. Determinación de los animales faenados.....	58
3.1.6. Identificación de macroinvertebrados, Resultados del objetivo N° 2 .....	60
3.1.7. Determinación del impacto ambiental, Resultados del objetivo N° 3.....	63
3.2. DISCUSIÓN .....	75
<b>CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES .....</b>	<b>78</b>
<b>CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>82</b>
<b>TERMINOLOGÍA .....</b>	<b>88</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>91</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Efectos ambientales perjudiciales de las aguas no tratadas en la salud, el ambiente y actividades productivas</i> .....	7
Tabla 2. <i>Efecto de los contaminantes en los cuerpos de agua</i> .....	13
Tabla 3. <i>Métodos para la identificación y recolección de macroinvertebrados</i> .....	16
Tabla 4. <i>Estándares nacionales de calidad ambiental para la calidad del agua, categoría 4 de aplicación exclusiva en la selva</i> .....	20
Tabla 5. <i>Programa analítico para el control de la calidad del agua de un cuerpo receptor en función de la actividad generadora ECA- agua</i> .....	21
Tabla 6. <i>Límite distrital y urbano de Nueva Cajamarca</i> .....	23
Tabla 7. <i>Puntaje índice biótico Andino (ABI)</i> .....	30
Tabla 8. <i>Valoración de macroinvertebrados según su nivel de tolerancia</i> .....	31
Tabla 9. <i>Rango de calificación de impactos</i> .....	32
Tabla 10. <i>Variables de estudio y su mensuración</i> .....	34
Tabla 11. <i>Materiales y equipos usados para la ejecución del estudio de investigación</i> .....	35
Tabla 12. <i>Ubicación de la toma de muestras</i> .....	37
Tabla 13. <i>Total de muestras de aguas analizadas</i> .....	37
Tabla 14. <i>Resultados de laboratorio de calidad de agua del punto N° 01 aguas arriba del vaciado del efluente</i> .....	40
Tabla 15. <i>Resultados de laboratorio sobre la calidad de agua del punto N° 02, aguas abajo del vaciado de efluente</i> .....	41
Tabla 16. <i>Valor promedio de Demanda Bioquímica Oxígeno</i> .....	43
Tabla 17. <i>Medición del consumo de agua para el faenamiento a través de los caños</i> .....	53
Tabla 18. <i>Medición del consumo de agua para el faenamiento a través de los caños (área de lavado de vísceras)</i> .....	53
Tabla 19. <i>Caudal del canal Galindona por el método del correntómetro, setiembre 2017</i> .....	55
Tabla 20. <i>Esquema de sección de canal Galindona a través del método de sección pendiente</i> .....	56
Tabla 21. <i>Seccionamiento del canal Galindona N° 02</i> .....	57
Tabla 22. <i>Número de animales sacrificados por mes en el Camal Municipal de Nueva Cajamarca</i> .....	58

Tabla 23. <i>Animales faenados por día en el Camal Municipal de Nueva Cajamarca, entre los meses de marzo-setiembre, 2017</i> .....	59
Tabla 24. <i>Macroinvertebrados identificados en el canal Galindona</i> .....	60
Tabla 25. <i>Especies identificadas en el rio Yuracyacu</i> .....	62
Tabla 26. <i>Especies de plantas existentes en las riberas del canal Galindona</i> .....	66
Tabla 27. <i>Especies de fauna existente en la rivera y adyacente al canal Galindona</i> .....	67
Tabla 28. <i>Matriz de identificación de impactos ambientales</i> .....	68
Tabla 29. <i>Matriz de valoración de impactos ambientales</i> .....	69
Tabla 30. <i>Matriz de valoración cualitativa de impacto</i> .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Macroinvertebrados representantes del género bento en un ecosistema acuático.	15
<i>Figura 2.</i> Ubicación de los puntos de monitoreo en el cuerpo receptor del canal Galindona.	27
<i>Figura 3</i> Imagen de toma de muestras de agua del canal Galindona (A y B).....	38
<i>Figura 4.</i> Puntos de muestreo de agua del canal Galindona (P1 y P2) .....	38
<i>Figura 5.</i> Concentración de aceites y grasas. ....	42
<i>Figura 6.</i> Concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l).....	43
<i>Figura 7.</i> Concentración de fósforo total (mg/l). ....	44
<i>Figura 8.</i> Concentración de Demanda Química de Oxígeno (mg/l).....	45
<i>Figura 9.</i> Concentración de Sólidos Suspendedos Totales (mg/l). ....	46
<i>Figura 10.</i> Concentración del Potencial de Hidrógeno (pH). ....	47
<i>Figura 11.</i> Concentración de Nitrógeno total (mg/l).....	48
<i>Figura 12.</i> Niveles de Temperatura. ....	49
<i>Figura 13.</i> Concentración de Coliformes Termotolerantes en los puntos de muestreo P1 y P2 del canal Galindona, 2017.....	50
<i>Figura 14.</i> Tanque N° 1 cálculo de capacidad de agua. ....	51
<i>Figura 15.</i> Tanque N° 2 cálculos de capacidad de agua. ....	51
<i>Figura 16.</i> Tanque N° 3 cálculo de capacidad de agua .....	52
<i>Figura 17.</i> Medición del caudal según días de faenamiento. ....	54
<i>Figura 18.</i> Esquema de sección A-A del canal Galindona método sección pendiente. ....	56
<i>Figura 19.</i> Esquema de sección pendiente B-B. ....	57
<i>Figura 20.</i> Porcentaje mensual del faenamiento de animales en el Camal Municipal de Nueva Cajamarca.....	59
<i>Figura 21.</i> Porcentaje sobre los días que se realizan con mayor frecuencia, actividades de faenamiento en el Camal Municipal. ....	60
<i>Figura 22.</i> Índice de calidad biológica del agua por el método ABI.....	61
<i>Figura 23.</i> Macroinvertebrados identificados en el canal Galindona.....	61
<i>Figura 24.</i> Macroinvertebrados identificados en el río Yuracyacu.....	63
<i>Figura 25.</i> Valor cuantitativo de los factores ambientales afectados por el vertimiento de efluentes sobre el canal Galindona .....	71
<i>Figura 26.</i> Nivel de impacto generado por las actividades realizadas en el Camal Municipal. ....	71

## ÍNDICE DE APÉNDICES

	<b>Pág.</b>
Apéndice 1. Ubicación del distrito de Nueva Cajamarca en la región San Martín .....	91
Apéndice 2. Plano de ubicación del camal municipal de acuerdo a la zona urbana de la ciudad de Nueva Cajamarca.....	91
Apéndice 3. Ubicación geográfica del canal Galindona .....	92
Apéndice 4. Hoja de registro en campo .....	93
Apéndice 5. Etiqueta para muestras de agua .....	94
Apéndice 6. Cadena de custodia.....	95
Apéndice 7. Ficha de identificación del punto de monitoreo.....	96
Apéndice 8. Ficha para la conservación y preservación de muestras de agua en función del parámetro evaluado .....	97
Apéndice 9. Tabla de análisis físico-químico y microbiológico del agua residual del camal municipal cantón baños .....	99
Apéndice 10. Localización del camal municipal de la ciudad de Nueva Cajamarca .....	99
Apéndice 11. Fotografías .....	100
Apéndice 12. Informe de ensayo laboratorio Cerper S.A. mes de marzo punto 1 .....	105
Apéndice 13. Informe de ensayo laboratorio Cerper S.A. mes de marzo punto 2. ....	106
Apéndice 14. Informe de ensayo laboratorio Cerper S.A. mes de mayo punto 1 y 2.....	107
Apéndice 15. Informe de ensayo laboratorio Cerper S.A. mes de agosto punto 1 y 2 .....	108
Apéndice 16. Autorización municipalidad para el desarrollo de la investigación. ....	109
Apéndice 17. Zona de mezcla en cuerpos naturales de agua lóticos .....	110

## RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo como finalidad, determinar la influencia de los efluentes líquidos del Camal Municipal de la ciudad de Nueva Cajamarca sobre el ecosistema acuático. La metodología aplicada para el presente estudio fue tipo no experimental con enfoque cuantitativo – cualitativo y de alcance descriptivo transversal. Para el cual se recogieron 36 muestras de agua, que se tomaron aguas arriba y aguas abajo del canal Galindona, los mismos que fueron analizados en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Así mismo se recolectó información de campo a través de una matriz, las que fueron vaciadas a la matriz de Leopold para determinar el impacto ambiental.

Las variables que se evaluaron fueron: El consumo de agua durante las actividades de faenamiento, número de animales faenados por semana, caudal del efluente vertido, identificación de macroinvertebrados, estado fisicoquímico ( $DBO_5$ , DQO, G y A, T, SST, Nt, (P(l)) y pH) y determinación de Coliformes Termotolerantes). Los principales resultados obtenidos indicaron que en el Camal Municipal existen días muy marcados para las actividades de faenamiento; es así, que los días lunes y sábados se faenan en promedio 10 porcinos y 16 vacunos a diferencia del resto de días de la semana que solo se faenan cuatro porcinos y 5 vacunos. Y son estas actividades de faenamiento que hacen uso exclusivo de agua entubada que en promedio por día se gastan 20 918.62 litros de agua, que arrastran elevada concentración de materia orgánica hacia el canal Galindona.

El análisis de parámetros fisicoquímico y bacteriológico del agua del canal Galindona en el P1 se encuentra en su mayoría menor o igual a los parámetros permitidos. Sin embargo, en el P2 aguas abajo del vertimiento, estos parámetros se encuentran muy por encima de los señalado por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Cuyo resultado son  $DBO_5$  promedio de 22.3 mg/l, DQO en promedio de 74 mg/l, fósforo total promedio 16.8 mg/l, Nitrógeno total con un promedio de 16.03 mg/l y Coliformes Termotolerantes en promedio de 77 250 NMP/100 ml. Lo que ha ocasionado que se modifique el ecosistema acuático favoreciendo la presencia de macroinvertebrados para estas características de agua. Así mismo, se determinó que el vertido de efluente hacia el canal Galindona sin ningún tratamiento está ocasionado un impacto ambiental negativo alto, afectando el aire, agua, suelo, paisaje y presencia de vectores.

**Palabras clave:** Efluente de Camal Municipal, Canal Galindona, Ecosistema Acuático.

## ABSTRACT

The purpose of this research study was to determine the influence of the liquid effluents of the Municipal Camal of the city of Nueva Cajamarca on the aquatic ecosystem. The methodology applied for the present study was a non-experimental type with a quantitative - qualitative approach and with a transversal descriptive scope. For which 36 water samples were collected, which were taken upstream and downstream of the Galindona channel, which were analyzed in a laboratory accredited by the National Institute of Quality (INACAL). Likewise, field information was collected through a matrix, which were emptied into the Leopold matrix to determine the environmental impact.

The variables that were evaluated were: Water consumption during the slaughter activities, number of animals slaughtered per week, discharge of the effluent discharged, identification of macroinvertebrates, physicochemical state (BOD<sub>5</sub>, COD, G and A, T, SST, Nt, (P(l)) and pH) and determination of thermotolerant coliforms). The main results obtained indicated that there are marked days in the municipal slaughterhouse for slaughtering activities; this is how, on monday and Saturday, 10 porcines and 16 cattle are slaughtered on average, unlike the rest of the days of the week, where only 4 pigs and 5 cattle are slaughtered. And it is these slaughter activities that make exclusive use of water that, on average per day, spends 20 918.62 liters of water, which drags a high concentration of organic matter into the Galindona channel.

The analysis of the physicochemical and bacteriological parameters of the Galindona channel water in P1 is mostly less than or equal to the permitted parameters. However, in the P2 downstream of the discharge, these parameters are well above those indicated by the Environmental Quality Standard (ECA) for Water Supreme Decree N ° 004-2017-MINAM. The result is average BOD<sub>5</sub> of 22.3 mg/l, average COD of 74 mg/l, average total phosphorus 16.8 mg/l, total Nitrogen with an average of 16.03 mg/l and thermotolerant coliforms on average of 77 250 NMP/100 ml. This has caused the aquatic ecosystem to be modified, favoring the presence of macroinvertebrates for these water characteristics. Likewise, it was determined that the discharge of effluent into the Galindona channel without any treatment is causing a high negative environmental impact, affecting the air, water, soil, landscape and the presence of vectors.

**Keywords:** Effluent of Municipal Camal, Residual Water, Aquatic Ecosystem.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación intitulada: Influencia del vertido del efluente líquido del Camal Municipal de Nueva Cajamarca en el ecosistema acuático del canal Galindona, se centra en el problema ocasionado por el vertimiento descontrolado de aguas residuales, las cuales son vertidas sin tratamiento alguno a los cuerpos de agua. El sacrificio de animales es una de las actividades que genera efluentes líquidos, resultado de la mezcla de agua de lavado y los residuos de sangre, pelos estiércol y vísceras, generando graves problemas ambientales para el ecosistema acuático debido a la alta carga orgánica que acarrea.

Los estudios comprendidos como antecedentes de la presente investigación dan cuenta de la manifestación de similar problemática, consistente en la emisión de efluentes sin tratamiento previo hacia los cuerpos receptores, los cuales al ser sometidos al análisis físico químicos y microbiológicos ponían en evidencia que sus parámetros sobrepasaban los estándares de calidad de agua, según la normativa aplicada en cada punto de investigación, motivo que sirvió de base para inferir que en nuestra realidad que escasamente se cumplía, y que fue el impulso para el desarrollo de la presente investigación.

Esta investigación es importante porque permitirá determinar el nivel de afectación del ecosistema acuático del canal Galindona y buscar medidas para minimizar el impacto que estas generan, así como también reducir el riesgo a la salud de los pobladores de las zonas aledañas. De igual manera realizará su aporte a la ciencia y tecnología local en la medida que aportará con datos que pueden utilizarse para el diseño de un sistema de tratamiento adecuado que tenga como prioridad la eficiencia del recurso hídrico, acorde con la sostenibilidad ambiental.

El objetivo general del presente trabajo de investigación fue determinar la influencia del vertido del efluente líquido del Camal Municipal de la ciudad de Nueva Cajamarca en el ecosistema acuático del canal Galindona, evaluado a través de los parámetros de calidad de agua, índice de calidad biológica del ecosistema acuático y la identificación, de los impactos ambientales significativos.

El presente informe final de la investigación consta de las siguientes partes: CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LITERATURA que engloba Antecedentes, Bases teóricas. CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS: Diseño de la investigación. CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN: Resultados, Discusión. CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES. CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES: Referencias bibliográficas, Terminología, Apéndices.

Se realizó visitas al Camal municipal de Nueva Cajamarca y también se realizó el seguimiento de la descarga de los efluentes líquidos en el cuerpo receptor del canal Galindona, se tomaron las muestras en los meses de marzo, mayo y agosto, las mismas que se enviaron para su análisis físico – químico en el laboratorio CERPER S.A. acreditado por el instituto Nacional de Calidad, el cual se siguió rigurosamente el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016), aprobado con Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Y comparados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Las conclusiones han dado base a nuestras recomendaciones, que se espera contribuyan a dar solución tomar las acciones correctivas con la finalidad de revertir esta problemática. Así mismo, este estudio sirva de base para futuras investigaciones

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Determinar la influencia del vertido del efluente líquido del Camal Municipal de la ciudad de Nueva Cajamarca en el ecosistema acuático del canal Galindona.

### Objetivos Específicos

- Determinar la calidad del agua dentro de un estudio de caracterización de aguas residuales en los siguientes parámetros: acidez (pH), temperatura en grados Celsius ( $T$ ), aceites y grasas (A y G), coliformes termotolerantes (C. term), demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), sólidos suspendidos totales (SST), fósforo total (P(I)) y nitrógeno total (Ntot(I)) y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAS) vigentes.
- Determinar el índice de calidad Biológica (ABI) del agua, mediante el biomonitoreo de macroinvertebrados y sus niveles de tolerancias a la contaminación e integridad ecológica del ecosistema acuático del canal Galindona.
- Identificar, evaluar y jerarquizar los impactos ambientales significativos que se producen por el vertimiento del efluente líquido del Camal Municipal de la ciudad de Nueva Cajamarca, en el ecosistema acuático faunístico del canal Galindona.

# **CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LITERATURA**

## **1.1. ANTECEDENTES**

### **1.1.1. Internacional**

Garzón (2010) realizó un estudio de diagnóstico ambiental en el Camal Municipal de la ciudad de Santo Domingo, Quito – Ecuador, cuyo objetivo fue determinar la situación actual del mencionado Camal, esto debido a que las actividades de faenamiento estaban causando impactos negativos al ambiente y afectando de manera directa e indirecta a la población. La metodología que se utilizó para este estudio fue a través de dos etapas, la primera que consistió en visitas y entrevistas al personal con la finalidad de verificar el proceso de faenamiento y la segunda etapa que consistió en la toma de muestras de los efluentes líquidos para ser examinados.

Garzón señala, que un estudio de diagnóstico ambiental es el punto de partida para abordar este tipo de problemas ambientales; además para identificar impactos negativos y positivos; del cual, los primeros podrán ser atenuados mediante un Plan de Manejo Ambiental [PMA] y para los impactos positivos se buscarán alternativas para potenciarlas. El principal resultado obtenido en aquel estudio se determinó que los efluentes de descarga por parte del Camal Municipal de Santo Domingo están infringiendo los límites permisibles estipulados en la Legislación Ambiental, en los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (2.567 mg/l), Demanda Química de Oxígeno (7.432 mg/l) y Sólidos Suspendidos Totales (3.761) (Garzón, 2010).

Castro y Vinuesa (2011) realizaron un estudio de investigación en el Camal Municipal de Riobamba, Ecuador, donde evaluaron la problemática de los desechos sólidos no tratados que se generaban por el faenamiento y que eran vertidos directamente al sistema de

alcantarillas. El proceso metodológico que se aplicó en aquel estudio, fue a través de la aplicación de una ficha línea base, para establecer la problemática que estaban generando los desechos sólidos no tratados en el Camal, así mismo se aplicó encuestas a directivos, trabajadores, usuarios, pobladores y consumidores; la encuesta aplicada contó con preguntas de naturaleza abiertas y cerradas; cuyo resultado les permitió tener un diagnóstico de la situación del Camal.

Así mismo se realizó un estudio de impacto ambiental para tener un mejor acercamiento a los problemas ambientales que estaba ocasionando el Camal Municipal de Riobamba. Para su análisis estadístico se utilizó estadística descriptiva y para evaluar los impactos ambientales que generan los residuos sólidos por las actividades que se realizan en el Camal se utilizó la matriz de identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y la matriz de cuantificación. Como resultado del estudio se determinó que el principal problema en lo referente a manejo de residuos sólidos lo constituye el rumen que se produce en una cantidad de 3 250 kg/día en promedio de 52 t/mes vertidas a la alcantarilla y 25 kg/animal del residuo del lavado de vísceras (Castro & Vinueza, 2011).

También se concluye que el agua es el que presenta un impacto negativo alto de (-117) por la cantidad empleada y por el tipo de aguas generadas, mientras que el componente socio económico presenta un impacto positivo alto (+ 90) por el incremento de fuentes de empleo, ingresos económicos y mejoramiento de condiciones de vida de las personas que directa e indirectamente se ven involucradas. Los resultados de este estudio sirvieron para elaborar un manual orientado a la producción limpia del Camal Municipal de Riobamba, cuyas medidas a implementarse están descritas en el Manual de Manejo de los Residuos Sólidos, que contempla acciones de tipo: administrativas, técnicas, sanitarias y sociales (Castro & Vinueza, 2011).

Lara (2011) realizó un estudio de investigación para evaluar la incidencia de contaminación de las aguas residuales del Camal Municipal de Cantón Baños sobre el río Pastaza, provincia de Tungurahua, Ambato-Ecuador. Para este estudio utilizó una metodología de tipo exploratorio, descriptivo y correlacional con enfoque cuantitativo; para

la recopilación de información utilizó la observación directa, entrevistas y encuestas. La población participante fue 2 920 persona y las encuestas se aplicaron a una muestra de 270 personas.

Así mismo, realizó el análisis de las aguas residuales que se descargaban directamente al río Pastaza. Los resultados de análisis físico químico establecieron que el N(t) fue de 45 mg/l muy por encima de lo permitido (15 ml/l), la DBO<sub>5</sub> fue de 265 mg/l superior a lo permitido (100 mg/l) y la DQO fue de 557 mg/l (250 mg/l). Las encuestas aplicadas a la población incidieron que el Camal Municipal no contaba con un sistema apropiado para el faenamamiento, por lo que recurrían a actividades empíricas en el sacrificio de animales (Lara, 2011).

Así mismo, se determinó que las aguas resultantes del sacrificio, son descargados al río Pastaza sin ningún método de tratamiento, por lo que se planteó la construcción de una planta de tratamiento que contemple un tanque desarenador, un sedimentador primario, como también un tanque UASB, un lecho de secados y el tanque de desinfección. Con el propósito de que las aguas resultantes alcancen los límites permisibles para posteriormente ser descargados al río Pastaza (Ver Apéndice 9).

### **1.1.2. Nacional**

Niño (2015) realizó un estudio de investigación en el matadero Municipal de la provincia de Lambayeque, cuyo objetivo fue proponer un sistema de gestión ambiental en base a los criterios establecidos en la norma ISO 14001:2004, debido a que en esta empresa se estaban realizando actividades orientadas al sacrificio de ganado caprino, porcino, ovino y vacuno y la ejecución de estas actividades estaba generando residuos que deterioraban y contaminaban el entorno del Camal.

La metodología aplicada para el trabajo de investigación consto de tres etapas: (a) diagnóstico de la situación actual del matadero municipal, (b) identificación de aspectos e impactos ambientales generado por el sacrificio de animales y (c) muestreo y análisis de efluentes. Los principales resultados obtenidos indicaron que los impactos ambientales eran

negativos en relación al agua y suelo, así mismo en lo social se estaba afectando la salud de las personas y a la población aledaña al Camal, principalmente por la proliferación de olores nauseabundos (Niño, 2015).

La caracterización del agua residual determinó que los valores de demanda bioquímica de oxígeno era de 3 366 mg/l, demanda química de oxígeno de 4 544 mg/l, 49 mg/l de fósforo total y 82 mg/l de nitrógeno total, superando los límites máximos permisibles. También se determinó que el matadero municipal no cumplía con los requisitos establecidos por la norma ISO 14001:2004. Estos resultados permitieron plantear, diseñar un Sistema de Gestión Ambiental, el que constó de 6 etapas: (1) diagnóstico, (2) diseño, (3) lanzamiento, (4) implementación, (5) verificación y (6) certificación con el que se esperaba reducir los impactos ambientales negativos, evitar costos por multas y/o eventuales clausuras del matadero municipal de Lambayeque (Niño, 2015).

### **1.1.3. Regional**

Azabache y Ruiz (2012) realizaron una propuesta para un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para efluentes del Camal Municipal de la ciudad de Moyobamba, cuyo objetivo fue manejar los efluentes del Camal Municipal de la ciudad de Moyobamba, Región San Martín. Azabache y Ruiz señalan que durante sus inspecciones in situ, constataron que los efluentes líquidos no eran tratados adecuadamente; así mismo, identificaron que los residuos del Camal Municipal eran almacenados en un pozo séptico del cual emanaban olores nauseabundos.

Para identificar los impactos ambientales generados por el Camal Municipal utilizaron una matriz de impactos. Los principales resultados identificados fueron que la contaminación del ambiente se daba por la liberación de agua residual y residuos sólidos orgánicos (vísceras, heces, intestinos, sangre, pelos, entre otros). Así mismo cabe señalar que con la aplicación de medidas inmediatas recomendados por el PAMA se logró disminuir considerablemente los parámetros de DBO<sub>5</sub> y SST (Azabache & Ruiz, 2012).

## 1.2. BASES TEÓRICAS

### 1.2.1. Aguas residuales

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2014) señala que las aguas residuales son aquellas aguas que dichas características naturales han sido modificadas por las actividades antrópicas y que por su calidad demandan de un previo tratamiento, para luego ser reusadas o vertidas al sistema de alcantarillado.

Romero (2002) define a las aguas residuales como la composición resultante de líquidos y residuos sólidos, que proceden del sistema de abastecimiento de agua, después de haber sido transformadas por múltiples usos.

### 1.2.2. Clasificación de las aguas residuales

El OEFA (2014) clasifica a las aguas residuales de la siguiente manera:

**a) Aguas residuales domésticas:** Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente.

**b) Aguas residuales industriales:** Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras.

**c) Aguas residuales municipales:** Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

### **1.2.3. Efectos de las aguas residuales no tratadas en la salud, el ambiente y actividades productivas**

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] (2018) señala que las aguas residuales están compuestas en un 99% de agua y el 1% lo constituyen sólidos en suspensión, coloides y disueltos. Sin embargo, su composición del agua residual varía según las fuentes y a lo largo del tiempo. Para la UNESCO (2017a) el vertido de aguas residuales causa contaminación de los cuerpos de agua tanto superficiales, subterráneas y suelo; en el agua estas se diluyen y son arrastrados aguas abajo o se infiltran en los acuíferos, modificando la calidad del agua y teniendo consecuencias en la salud humana, efectos ambientales negativos y ecosistémicos y finalmente efectos negativos económicos.

Las aguas residuales descargadas a los canales, ríos, lagos y mares es cada vez mayor, estos afectan a la salud, el ambiente y las actividades productivas (ver Tabla 1) por la exposición de agentes patógenos y químicos y como consecuencia se adquiere enfermedades en las poblaciones, particularmente a las más vulnerables, así mismo si estas aguas contaminadas se usan para riego de cultivos, los agentes patógenos y químicos pueden ingresar a la cadena alimenticia y tener impactos anómalos en las personas y los agricultores que utilizan estas aguas, y las poblaciones adyacentes a las fuentes contaminadas (PNUMA, 2015, citado por la UNESCO, 2017b).

El agua contaminada puede producir efectos muy negativos sobre las personas, y provocar enfermedades de corto, mediano y largo plazo. Las bacterias más frecuentes en las aguas contaminadas son los Coliformes Fecales que se encuentran en las heces humanas. La escorrentía superficial y consecuentemente, la contaminación por fuentes no localizadas contribuye de forma significativa al alto nivel de agentes patógenos en las masas de aguas superficiales, lo cual asociado a los deficientes servicios rurales de higiene, contribuyen a aumentar el riesgo para los pobladores (Barrera & Ramos, 2007).

Como se ha podido observar, la relación entre el hombre, agua residual y medio ambiente, es algo que afecta a todos. Razón por la cual debe ser de interés conjunto para que los efectos negativos que se están empezando a detectar no se incrementen y causen mayor daño del que ya han causado.

Tabla 1

*Efectos ambientales perjudiciales de las aguas no tratadas en la salud, el ambiente y actividades productivas*

<b>Impactos en</b>	<b>Ejemplo de impactos</b>
<b>Salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la carga de morbilidad debido a la reducción de la calidad del agua potable</li> <li>• Aumento de la carga de morbilidad debido a la reducción de la calidad del agua de baño</li> <li>• Aumento de la carga de morbilidad debido a alimentos nocivos (pescado contaminado, verduras y otros productos de regadío)</li> <li>• Aumento del riesgo de morbilidad cuando se trabaja o se juega en un área irrigada por aguas residuales</li> </ul>
<b>Medio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la biodiversidad</li> <li>• Degradación de los ecosistemas acuáticos (por ejemplo, eutrofización y zonas muertas)</li> <li>• Olores desagradables</li> <li>• Disminución de oportunidades recreativa aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero</li> <li>• Aumento de la temperatura del agua</li> <li>• Bioacumulación de toxinas</li> </ul>
<b>Economía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la productividad industrial</li> <li>• Reducción de la productividad agrícola</li> <li>• Reducción del valor de mercado de los cultivos cosechados, si se usan aguas residuales peligrosas para el riego</li> <li>• Reducción de las oportunidades de actividades recreativas acuáticas (reducción del número de turistas o reducción de la disposición a pagar por los servicios recreativos)</li> <li>• Reducción de las capturas de peces y mariscos, o reducción del valor de mercado de pescados y mariscos</li> <li>• Aumento de la carga financiera sobre la asistencia sanitaria</li> <li>• Costos más altos del tratamiento del agua (para el suministro humano y otros usos)</li> </ul>

*Fuente:* Adaptado de PNUMA, 2015, citado por la UNESCO, 2017, p. 15.

#### **1.2.4. Los camales o mataderos**

Signorini et al. (2005) señalan que los mataderos constituyen un servicio público que en la administración municipal está a cargo del órgano responsable de la prestación de los servicios públicos. Tiene como objetivo principal proporcionar instalaciones adecuadas para que el propio municipio o los particulares realicen el sacrificio de animales mediante los procedimientos más convenientes para el consumo de la población.

La finalidad de un matadero es producir carne preparada de manera higiénica, mediante la manipulación humana de los animales en lo que respecta al empleo de técnicas higiénicas para su sacrificio, y la preparación de canales mediante una división estricta de operaciones “limpias” y “sucias”; y al mismo tiempo facilitar la inspección adecuada de la carne y el manejo apropiado de los desechos resultantes, para eliminar todo peligro potencial que pueda llegar al público o contaminar el medio ambiente (Centro de Producción más Limpia [CPML], 2014, citado por Villalva, 2014, p. 19).

#### **1.2.5. Residuos que generan los camales o mataderos**

Hernández y Sánchez (2014) señala que los centros de sacrificio animal, durante las actividades diarias se generan sustancias y elementos tales como sangre, grasas y estiércol que en conjunto les dan a las aguas de desecho las siguientes características: (a) Elevado contenido de materia orgánica ( $DBO_5$  – DQO) en todos los subproductos y agua de lavado, (b) Alto contenido de grasas y (c) Presencia de sólidos que se generan durante el lavado.

Barraza y Palpa (2011) señala que la industria de los mataderos o Camales generan diversos desechos tanto líquidos y sólidos, desde que llega el animal al Camal hasta el lavado de la carne, estos desechos se descomponen y se vuelven putrescibles y generan olores desagradables. Los desechos que se generan son:

**a) Desechos líquidos:** Compuesto principalmente por orina, heces, sangre, lavazas, grasa, alimentos no digeridos y principalmente agua sucedido por las constantes operaciones de limpieza, todos forman un conjunto de residuos líquidos que son arrastrados constituyendo el efluente final. Las principales actividades que dan origen a la generación de aguas residuales son las lavazas del suelo y del equipo, preparación de subproductos, preparación de la res abierta sin las tripas y demás despojos, eliminación de los pelos de los porcinos, almacenamiento de los cueros, limpieza de las entrañas, cuarto de las tripas y lavandería.

El agua residual generada por los distintos procesos posee una elevada carga orgánica, que muchas veces está disuelta o en suspensión, también se puede encontrar ácidos orgánicos volátiles, aminos y otros compuestos orgánicos nitrogenados que al ser vertidos directamente sobre algún dren o cualquier curso de agua afectan su calidad y afecta a la salud humana como un foco infeccioso (González & Apanu, 2016).

**b) Desechos sólidos:** Está compuesto por residuos de estiércol de corrales, pelos, vísceras y barro y restos varios (materiales de envases defectuosos o dañados y sólidos retirados de la limpieza de la canalización de los efluentes).

**c) Desechos gaseosos:** Los gases principalmente se generan por los procesos de putrefacción de residuos que se descomponen muy rápidamente, a este efecto se acompaña el incremento de la temperatura ambiental.

### **Impacto ambiental generados por los mataderos o Camales**

Garmendia, Salvador, Crespo y Garmendia (2005), señalan que el impacto ambiental es la modificación del estado natural del ambiente causada por la acción humana, que está ceñido por dos pasos, la primera consideración es que la causa u origen del cambio ambiental tiene que estar causada directa o indirectamente por una actividad humana o actividad concreta que se está estudiando y el segundo paso para ser un impacto ambiental es necesario una valoración positiva o negativa de este cambio de calidad ambiental.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA] (2017) señala que las aguas residuales cuando no reciben un tratamiento adecuado o no se gestionan apropiadamente, pueden afectar los ecosistemas. Muchas veces el consumo de agua y el grado de contaminación de las aguas residuales que resultan del proceso de trabajo, dependen del objeto y principalmente están determinados por los siguientes factores: (a) especie animal, (b) clase y capacidad de las instalaciones, (c) intensidad de la limpieza de canales y (d) locales de trabajo durante el proceso operativo. El grado de contaminación de las aguas originado por las industrias cárnicas es muy grande, ante todo en los mataderos y en las plantas de aprovechamiento de reses muertas (Villalva, 2014).

Barraza y Palpa (2011) señala que ante la falta de manejo de las aguas residuales de los Camales estos influyen sobre la disminución de Oxígeno Disuelto, depósito de lodos, problemas de olor al agua receptora y condiciones generales de molestia, así mismo señalan que los principales impactos recaen sobre los siguientes:

**a) Contaminación del agua:** Los desechos que provienen de los Camales son ricos en materia orgánica, lo que necesitan oxígeno para su oxidación biológica, por lo que inciden en su disminución del cuerpo de agua receptor e incluso muchas veces llega a anular el oxígeno y por ende afecta la vida acuática como los peces, los parámetros más afectados por la contaminación de desechos son la Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), Sólidos Suspensión Totales (SST), Aceites y Grasas, pH, Coliformes Fecales, Nitrógeno Orgánico, ocasionalmente niveles de Amoniacó.

**b) Emisiones al aire:** Estas emisiones se deben exclusivamente por dos factores, la primera que corresponde por incineración de restos animales y partes no aprovechables y el segundo factor es por la generación de olores que es producto de la descomposición bacteriana de residuos orgánicos. Los principales gases que se generan son, óxido de azufre ( $SO_2$ ) producto de los gases de la chimenea, sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) por tratamiento de efluentes, amoniacó ( $NH_3$ ) por las plantas de refrigeración, hidrocarburos orgánicos e hidrocarburos oxigenados.

**c) Disposición de desechos:** Sucede cuando los residuos como los huesos, pesuñas, partes no comestibles y otros son colocados en botaderos improvisados al aire libre lo que genera mala imagen y proliferación de vectores como insectos y roedores.

**d) Alteración de flora y fauna:** El arrojado de residuos a los cuerpos de agua trae consigo materia orgánica y este termina alterando el pH del agua, generando muchas veces el incremento de la vegetación a orillas de los canales y ríos.

#### **1.2.5.1. Impacto de las aguas residuales sobre las aguas superficiales**

Barrera y Ramos (2007) al respecto menciona que el origen de la contaminación puede ser puntual o no puntual. Los primeros se refieren a la descarga directa de vertidos industriales y/o domésticos a los ríos, océanos o cualquier otro cuerpo de agua receptor, mientras que la contaminación no puntual se origina por fuentes dispersas a lo largo del cauce del río, tales como la erosión, fertilizantes movilizados por la lluvia, entre otros.

Los ríos cuentan con una capacidad de autodepuración de sus aguas, la cual se define como el conjunto de fenómenos físicos, químicos y biológicos, que tienen lugar en el curso del agua de modo natural y que provocan la destrucción de materias extrañas incorporadas a un río. Los compuestos que son posibles de ser degradados por los ríos son llamados compuestos biodegradables. Pero hay compuestos que son persistentes y que no pueden ser transformados por el curso del agua, estos son denominados compuestos no biodegradables o permanentes (UNESCO, 2006). La capacidad de autoregeneración de un río depende del caudal del mismo, el cual permitirá diluir el vertido y facilitar su posterior degradación; la turbulencia del agua, que aportará oxígeno diluido al medio; la naturaleza y volumen del vertido.

En este sentido la presencia en el agua de altas concentraciones tanto biodegradables como elementos no biodegradables, anula el proceso de autodepuración, se rompe el equilibrio y queda una zona contaminada que resulta difícil de recuperar sino es de forma lenta y/o artificial, limitando todos los usos posteriores del agua, o causando efectos negativos al ser usada.

Muchos compuestos tales como plaguicidas, fertilizantes, metales pesados, entre otros, no desaparecen de los ambientes acuáticos, sino que cambian de lugar, acumulándose en el fondo de ríos e incorporándose a las plantas y a las cadenas tróficas, produciendo a mediano y largo plazo enfermedades en la población (Barrera y Ramos, 2007).

#### **1.2.6. Efectos de los parámetros de contaminación de las aguas residuales de un Camal**

La UNESCO (2017b) señala que los efectos que se generan por la emisión de las aguas residuales a los cuerpos de agua, están definidos en función de sus características principales (ver Tabla 2).

Tabla 2

*Efecto de los contaminantes en los cuerpos de agua*

<b>Contaminante</b>	<b>Parámetro representativo</b>	<b>Efecto del contaminante</b>
<b>Sólidos suspendidos</b>	Total, de sólidos suspendidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas estéticos</li> <li>• Depósitos de lodos</li> <li>• Adsorción del contaminante</li> <li>• Protección de patógenos</li> </ul>
<b>Materia orgánica biodegradable</b>	Demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de oxígeno</li> <li>• Muerte de peces</li> <li>• Condiciones sépticas</li> </ul>
<b>Nutrientes</b>	Nitrógeno y fósforo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento excesivo de algas</li> <li>• Toxicidad para los peces (amoníaco)</li> <li>• Enfermedades en recién nacidos (nitrato)</li> <li>• Contaminación del agua subterránea</li> </ul>
<b>Metales</b>	Elementos específicos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxicidad</li> <li>• Inhibición del tratamiento biológico de lodos residuales</li> <li>• Problemas con el uso agrícola de lodos</li> <li>• Contaminación de las aguas subterráneas</li> </ul>

*Fuente:* Adaptado de UNESCO, (2017b).

### 1.2.7. Ecosistemas acuáticos de ríos, canales y quebradas

Los ecosistemas son sistemas complejos en el que existen interacciones de los organismos entre sí y con el conjunto de factores físicos que forman el ambiente como temperatura, sustancias químicas, clima, características geológicas, entre otros (Echarri, 2007).

Los ecosistemas acuáticos que existen en la tierra son fuente de vida para peces, crustáceos, algas, moluscos y otros seres vivos que se encuentran influenciados por

factores como la luz, temperatura, salinidad y otros derivados de ellos, tales como oxígeno disuelto, densidad, corrientes, disponibilidad de nutrientes y producción primaria entre otros, que actúan facultando la supervivencia y reproducción (Caríssimo, Del Cero, Fonalleras, Silva y Luján, 2013).

Los ríos, quebradas y arroyos son unidades hídricas que convergen desde pequeños hasta grandes fuentes hídricas y constituyen un tipo de ecosistema acuático, donde la característica relevante es el flujo de sus aguas que van creando condiciones apropiadas para el desarrollo de vida y procesos ecológicos esenciales; en estos ecosistemas acuáticos converge flujos de energía, materia y generación de biodiversidad. Estas unidades se caracterizan por su estructura longitudinal y altitudinal de regímenes loticos, existiendo diferencias entre las partes altas y bajas a medida que el cuerpo de agua desciende de la cuenca, siendo más complejo en las partes bajas que en las altas, dado que en estos espacios surgen intercambios de interés con los ecosistemas terrestres contiguos a lo largo de su recorrido (Monroy, 2009).

Oscoz (2009), citado por Quintero (2017) señala que en los ecosistemas acuáticos podemos identificar los macroinvertebrados que son lo suficientemente grandes para ser vistos sin necesidad de algún instrumento de laboratorio; estas especies cumplen una función muy importante del ecosistema acuático, tanto por su papel de transformación de la materia orgánica, como por representar una fuente de alimento para otros organismos superiores; así mismo son organismos que indican el estado ecológico de los sistemas acuáticos ya que son sensibles a alteración que puede sufrir el medio. Los macroinvertebrados son todos los animales invertebrados que superan las 500  $\mu$ , estos se desarrollan tanto en aguas lóaticas (ríos, arroyos, quebradas) y viven adheridos a las rocas, troncos, orillas, vegetación existente y en sustratos, en aguas lénticas de igual forma (lagos, lagunas, ciénagas, embalses, entre otros). Estos individuos reciben diferentes nombres de acuerdo al tipo de adaptación que presenten (Ministerio del Ambiente [MINAM] y Universidad Nacional Mayor de San Marcos [UNMSM], 2014).

Álvarez (2005) señala que los macroinvertebrados son organismos que viven en el fondo del agua, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y otros sustratos y menciona que los principales representantes son: Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera, Megaloptera, Diptera, Mollusca y algunos Hemiptera entre otros. También señala que pueden encontrarse algunos invertebrados enterrados en el fondo del suelo a varios centímetros de profundidad, como las familias de Euthyplociidae, Blephariceridae que se adhieren fuertemente a rocas mediante un sistema de ventosas en el abdomen. Ciertas especies pertenecientes al orden Odonata (Zygoptera) que se encuentran adheridas a vegetación acuática sumergida o emergente (ver Figura 1).

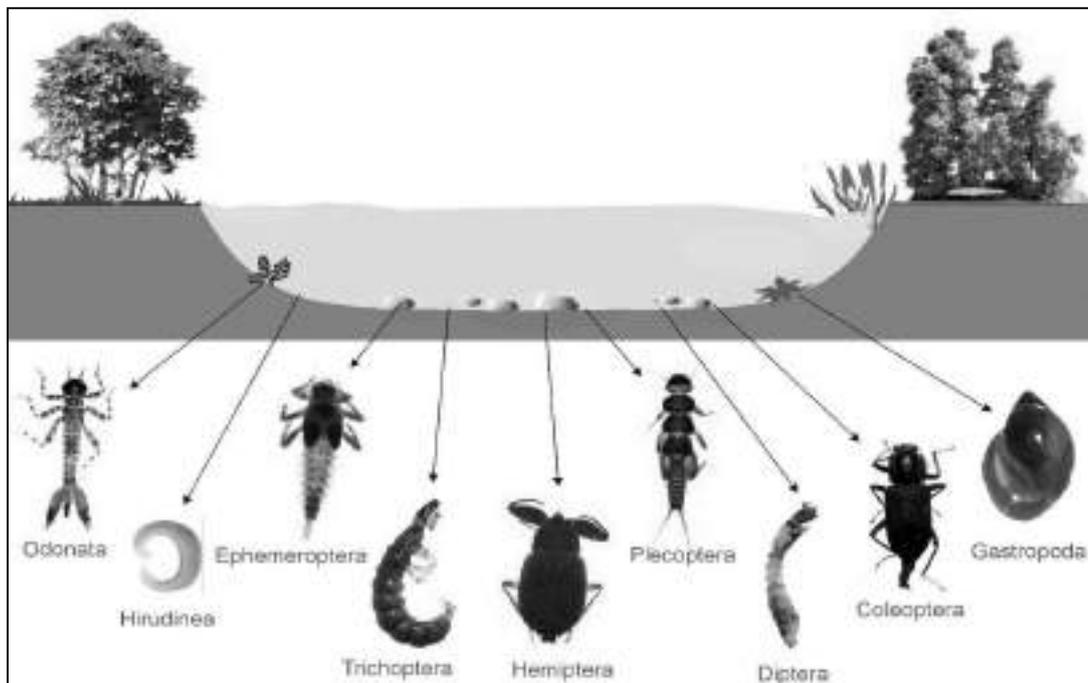


Figura 1. Macroinvertebrados representantes del género bento en un ecosistema acuático.

Fuente: Álvarez (2005).

### 1.2.8. Biomonitorio

Es un conjunto de métodos utilizados para el monitoreo de la salud o integridad de un ecosistema a partir del análisis de la respuesta y sensibilidad de distintas especies, llamadas bioindicadoras, ante la presencia de agentes de contaminación. Por tal razón, si la presencia de agentes contaminantes en el agua altera las condiciones ambientales, las poblaciones de las especies de macroinvertebrados pueden extinguirse

o reducir el número de especies, de acuerdo a los niveles de sensibilidad de cada especie. A partir de estas cualidades, el biomonitoreo determina información sobre existencia o desaparición de grupos de especies de macroinvertebrados que, por sus niveles de sensibilidad, pueden revelar distintos porcentajes de contaminación en el ecosistema acuático (Roldán, 2003, citado por Encalada, Rieradevall, Touma, García y Prat, 2011).

### 1.2.9. Índice de calidad de aguas ABI

Es un índice biótico que se utiliza para determinar el buen estado del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos, se construye estableciendo valores numéricos entre 1 y 10 para las familias registradas durante un proceso de muestreo y dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación. En esta graduación el valor de 1 se establece a las especies más tolerantes y el de 10 a las especies más sensibles. La suma de estos puntajes de las especies encontradas equivale al puntaje ABI total, el cual es un indicador de la calidad de agua (ver Tabla 7).

Además, la metodología requiere solo de datos cualitativos, presencia o ausencia de familias (Roldán, 2003, citado por Encalada et al., 2011).

Tabla 3

*Métodos para la identificación y recolección de macroinvertebrados*

<b>Métodos</b>		
<b>Cualitativo</b>	<b>Cuantitativo</b>	<b>Semicuantitativo</b>
<b>Métodos de recolección</b>		
Red tipo D-net	Red surber	Placas con
Red de mano	Draga Eckman	divisiones
Recolección manual	Draga Peteresen	

*Fuente:* (UNMSM y MINAM, 2014).

Según la UNMSM y MINAM (2014) los métodos para identificar macroinvertebrados pueden ser cualitativos, cuantitativos (hasta el nivel taxonómico más bajo posible; no obstante se puede determinar hasta la categoría de género o familia y el conteo de todos los organismos de la muestra) y semicuantitativos (conteo aproximado considerando porcentajes porcentajes).

### 1.2.10. Parámetros de las aguas residuales

Seoanez (2000), citado por Espinoza (2017) señala que por las características de las aguas residuales las propiedades de estas, se pueden clasificar en físicos, químicos y biológicos, estos permiten establecer las cargas orgánicas y sólidos que se transportan. Los parámetros a evaluar son la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Potencial de Hidrógeno (pH), Sólidos Totales Disueltos (STD), Coliformes Totales, Color y Temperatura, Turbiedad, Aceites y Grasas (A y G).

#### a. Parámetros físicos

Las características físicas más importantes del agua residual son:

- **Temperatura:** Parámetro de mucha importancia porque atenta directamente los cambios químicos, la velocidad de reacción (sustancia que se transforma en una determinada reacción por unidad de volumen y tiempo), el desarrollo de la vida acuática como también la disposición del agua para múltiples usos (Delgadillo, Camacho, Pérez y Andrade, 2010).

- **pH:** Parámetro importante que sirve para determinar la calidad del agua residual a través de la basicidad y acidez (López, 2011).

- **Turbidez:** Propiedad que es originada por la acumulación de sólidos en suspensión en forma de partículas de diversas dimensiones, estas pueden estar compuestas por coloides, limo, arcillas, materia orgánica como también inorgánica y microorganismos (Romero, 2002).

- **Color:** La coloración de las aguas residuales es producido por las sustancias disueltas y coloidales (Romero, 2002).

- **Olor:** El olor es producto de la liberación de gases de la desintegración de la materia orgánica existente en el cuerpo de agua residual. Una característica del olor es

que porciones pequeñas de algunos compuestos pueden originar porcentajes altos de olores (Sainz, 2005).

- **Conductividad:** La conductividad es un parámetro que permite predecir la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica a través de sustancias disueltas ionizadas. Es así que las descargas de aguas residuales suelen aumentar la conductividad debido al aumento de la concentración de cloro, nitratos y fosfatos y otros iones; es por esta razón que el valor resultante de la conductividad se emplea en el análisis de calidad de aguas para determinar la concentración inmediata del parámetro sólidos disueltos (Romero, 2002).

#### **b. Parámetros químicos**

- **Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>):** Se detalla como el nivel de oxígeno que requieren los microorganismos, para eliminar o degradar de forma biológica la materia orgánica biodegradable, transcurridos cinco días de reacción y a 20 °C (Sainz, 2005).

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** “Es el nivel de oxígeno significativo para la oxidación de la materia orgánica como también para ciertos compuesto inorgánico, a través de la incorporación de reactivos químicos” (Sainz, 2005).

- **Aceites y Grasas:** Son moléculas químicamente definidas, poco solubles que flotan en el agua y forman espumas, natas y capas sobre el espejo de agua. Los aceites y grasas existentes en los cuerpos de agua obstaculizan los tratamientos de aguas, sea físico o químico. Estos evitan el paso del oxígeno hacia el ecosistema acuático y evitan la salida del dióxido de carbono hacia el ambiente atmosférico, ocasionando problemas biológicos (Romero, 2002, citado por Espinoza, 2017).

- **Sólidos totales:** El parámetro de sólidos totales es una unidad de medida (mg/l) de toda materia sólida presente en las aguas, que perduran como residuo aún después del proceso de evaporación o secado a 103 °C (Grefa, 2013, citado por Chávez, 2017).

- **Nitrógeno:** Es esencial para el crecimiento de plantas y microorganismos. Sin embargo, los vertidos constantes de efluentes líquidos a las fuentes de agua como los canales, ríos, lagos y lagunas hace que estos sean ricos en nitrógeno y fósforo contribuyente especialmente a la eutrofización y por ende en el agotamiento del oxígeno (Sainz, 2005).

- **Fósforo:** Es un elemento importante para el desarrollo de los microorganismos y esencial para el crecimiento biológico. Se encuentra en tres formas en el agua cuerpo de agua residual, en ortofosfatos solubles, polifosfatos inorgánicos como también en fosfatos orgánicos, haciéndose más fácil para su asimilación por los microorganismos en forma de ortofosfato. A igual que el nitrógeno el fósforo puede estimular un aumento en la propagación de algas de manera excesiva en aguas receptoras, provocando la disminución del nivel de oxígeno disuelto y, posteriormente, graves problemas de contaminación (Briceño & Catillo, 2009).

### **c. Parámetros biológicos**

Según Acosta (2019) los Coliformes Totales y Coliformes Fecales son los principales indicadores de bacterias con mayor presencia en los efluentes, que se pueden determinar a través de los métodos número más probable (NMP) o por el método de membranas. Para el desarrollo y crecimiento de los microorganismos los componentes que favorecen su crecimiento son el nitrógeno y el fósforo debido a la elevada carga orgánica de los efluentes residuales (Briceño & Catillo, 2009).

#### **1.2.11. Normativa peruana sobre monitoreo de la calidad de aguas superficiales para la amazonia**

El Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM establece los parámetros físicos, químicos y biológicos para establecer su concentración o grado de elementos presentes en las aguas que son fuentes receptoras de efluentes. Estos parámetros indicadores de los Estándares de Calidad Ambiental para el agua se encuentran considerados en cuatro categorías que son: (a) categoría 1: para uso poblacional y recreacional, (b) categoría 2: para actividades marino costeras, (c) categoría 3: para riego de vegetales y bebidas de animales y (4) para conservación del ambiente acuático. Sin embargo, hay que tener

en cuenta que los Estándares de Calidad Ambiental, están orientados a definir la buena calidad de los cuerpos de agua para las personas y el ambiente (Espinoza, 2017). En la Tabla 5, se muestran los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para la conservación del ambiente acuático en zona de selva (categoría 4).

Tabla 4

*Estándares nacionales de calidad ambiental para la calidad del agua, categoría 4 de aplicación exclusiva en la selva*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Lugar Selva</b>
<b>Físicos y químicos</b>		
Aceites y grasas	mg/l	5.0
Conductividad	uS/cm	1000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	10.0
Fósforo total	mg/l	0.05
Nitratos	mg/l	13.0
Amoniaco total	mg/l	1
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/l	≥ 5
Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	6.5 a 9.0
Sólidos suspendidos totales	mg/l	≤ 400
Sulfuros	mg/l	0.002
<b>Inorgánicos</b>		
Cadmio disuelto	mg/l	0.00025
Cobre	mg/l	0.1
Cromo VI	mg/l	0.011
Plomo	mg/l	0.0025
<b>Microbiológicos</b>		
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	2 000

*Fuente:* MINAM (2017).

En la Tabla 5 se muestran los parámetros a evaluar recomendados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) según la actividad generadora de aguas residuales en cuerpos de agua continentales, basándonos en la ley de recursos hídricos que establece 4 categorías de uso del recurso hídrico, donde la presente investigación se centra en el estudio de la categoría 4 conservación del ambiente acuático, sub categoría E2 ríos, lagos de la selva, de donde surgen los parámetros para posterior ser estudiados en la influencia del vertido del efluente líquido del camal Municipal en el ecosistema acuático del canal Galindona.

Tabla 5

*Programa analítico para el control de la calidad del agua de un cuerpo receptor en función de la actividad generadora ECA- agua*

<b>Actividad generadora</b>	<b>Categoría 1</b>	<b>Categoría 2</b>	<b>Categoría 3</b>	<b>Categoría 4 (Ríos, Lagunas y lagos)</b>	<b>Categoría 4 (Ecosistema Marino costero)</b>
Doméstica y municipal	pH, T, AyG, C.term, DBO <sub>5</sub> , DQO, P(L), Adicionalmente para aguas residuales cloradas, se medirá Trihalometanos, salvo se sustente su exclusión en el instrumento de gestión ambiental.	pH, T, AyG, C.term, DBO <sub>5</sub> , SST.	pH, T, AyG, C.term, DBO <sub>5</sub> , DQO.	pH, T, AyG, C.term, DBO <sub>5</sub> , SST, P(L),Ntot (L)	pH, T, AyG, C.term, DBO <sub>5</sub> , SST

Fuente: ANA (2016).

### **1.2.12. Reglamento sanitario del faenado de animales de abasto – D.S. N° 015 - 2012-AG**

En noviembre del año 2012 se aprobó el reglamento sanitario del faenamiento de animales de abastos, cuyo objetivo (Artículo 1°) regular y establecer las especificaciones técnicas sanitaria referidas al faenado de animales de abasto, con la finalidad de promover las Buenas Prácticas, contribuir a la inocuidad de los productos y subproductos destinados al consumo humano y al desarrollo ganadero nacional; en su artículo 10, se define la autorización para dicha actividad, de igual modo la ubicación de los camales municipales en el artículo 23.

Artículo 10°.- Faenado de animales de abasto, el faenado de los animales de abasto debe realizarse en mataderos autorizados y registrados por el SENASA; el registro podrá ser otorgado para una o más especies. En caso de aves, cuyes y conejos, serán regulados por la norma correspondiente.

Artículo 23°.- Matadero de Categoría 1, los mataderos de la categoría 1, son los que cuentan con capacidad instalada para faenar hasta diez (10) bovinos; veinte (20) porcinos o camélidos y treinta (30) ovinos o caprinos, por jornada diaria y que estén ubicados en lugares donde se faene ganado preferentemente para la zona. Deben estar ubicados en sectores aislados fuera del área urbana de fácil abastecimiento.

### **1.2.13. Distrito de Nueva Cajamarca**

#### **A. Ubicación geográfica**

La ciudad de Nueva Cajamarca se encuentra ubicada en la Selva Alta de la Amazonía Peruana, en la jurisdicción del Departamento de San Martín y pertenece a la Provincia de Rioja. Sus coordenadas geográficas son 6° 44' 55'' Latitud Sur y 77° 43' 5' Longitud Oeste, se encuentra a una altitud de 869 m.s.n.m. (ver Apéndice 1).

#### **B. Superficie**

La superficie total del distrito de Nueva Cajamarca está estimada en 33 243 hectáreas, el área urbana está ocupada aproximadamente por 28 874 habitantes. El valle se halla recorrida por una red hidrográfica formada básicamente por las subcuencas del río Yuracyacu y río Soritor y por un sector del río Naranjillo (Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca [MDNC], 2016).

#### **C. Aspecto socioeconómico**

La ciudad de Nueva Cajamarca en el transcurso del tiempo se va consolidando como centro de operaciones de diversas actividades económicas y en la actualidad es la segunda ciudad más importante por su aporte al PBI departamental de San Martín. Sin embargo, muchas de estas actividades (sobre todo las agrícolas y ganaderas) no han generado una base productiva eficiente que permita encaminar la ciudad de Nueva Cajamarca hacia un desarrollo sostenible, que sirva de sustento y genere beneficios socioeconómicos y ambientales a su población; debido al desconocimiento de las potencialidades y limitaciones que ofrece un espacio tan complejo como es la Amazonía, sobre todo la selva alta (Proyecto Especial Alto Mayo [PEAM], 2012).

## D. Límites

El distrito de Nueva Cajamarca políticamente limita con los siguientes distritos (ver Tabla 6)

Tabla 6

*Límite distrital y urbano de Nueva Cajamarca*

<b>A nivel de distrito</b>	<b>A nivel de zona urbana</b>
Por el Noroeste: Distrito de Awajún	Por el norte: Caserío la Unión.
Por el Sureste: Elías Soplín Vargas	Por el sur: Caserío Nuevo Edén
Por el Suroeste: Departamento de Amazonas (BPAM).	Por este: Caserío Ucrania y Tahuantinsuyo
Por el Este: Distritos de Awajún, San Fernando y Yuracyacu	Por el oeste: Caserío la Florida y La Primavera

*Fuente:* Adaptado de MDNC, 2016.

### 1.2.14. Canal Galindona

#### A. Ubicación geográfica

El canal Galindona es considerado como una microcuenca de drenaje natural, el cual parte de la margen derecha en relación a su caudal del río Yuracyacu, discurre sus aguas en paralelo al mismo río y luego toma una dirección sur hasta unos 700 metros y dobla hacia el oeste. El punto de desvío de agua en la margen derecha del río Yuracyacu se sitúa entre las coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) WGS 84 siguientes: Norte: 9342752; Este: 242887 (MDNC, 2006) (ver Apéndice 2).

#### B. Características morfológicas

Sus aguas escurren en el fondo de una quebrada que tiene a ambos lados vertientes con pendientes notables entre dos a ocho metros de altura. El canal Galindona atraviesa la parte urbana de la ciudad que incluyen los sectores de Barrios Alto, Barrio Cesar Vallejo, Los Incas, así como las lotizaciones: Santa Isabel, Cabrera, Juan Velasco y Nueva Cajamarca (3er etapa). Así mismo, es el receptor de las aguas

de lluvia que escurren de la vertiente de los cerros que bordean la ciudad al oeste, entre ellos el Cerro Mirador y las aguas de la parte céntrica de la ciudad (MDNC, 2006).

### **C. Situación actual de canal Galindona**

Las aguas del canal Galindona sirven como fuente de riego de cultivos de arroz en la parte llana de la subcuenca baja del río Yuracyacu. Hoy en día es administrada por la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico Menor Yuracyacu (CUSHMY). La mencionada comisión tiene como finalidad la administración exclusiva de las aguas y sus bienes asociados tanto naturales y/o artificiales como también lograr la participación activa y permanente de los usuarios de riego en la gestión sostenible del recurso hídrico y velar por el buen estado. Sin embargo en la actualidad se encuentra en total abandono y mal estado de conservación operación y mantenimiento, más bien se ha convertido en una fuente de traslado de aguas residuales que vierten los pobladores de la zona urbana (aguas negras, aguas grises y aguas de lluvia) estas acciones han conllevado al deterioro de la calidad de dicho recurso que anteriormente favorecía a los agricultores arroceros para el regadío de sus cultivos con mayor magnitud, como también para el uso domésticos en las partes bajas.

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1.1. Tipo de estudio**

La investigación fue de tipo descriptivo, según Hernández, Fernández y Bautista (2014) la investigación descriptiva busca detallar las propiedades, las peculiaridades y los rasgos de individuos, agrupaciones, sociedades, métodos o cualquier tipo de fenómeno que se disponga a un estudio. Tamayo y Tamayo (2004) mencionan que la información descriptiva comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, la composición o proceso de los fenómenos.

Así mismo la investigación es no experimental de corte transversal con enfoque cuantitativo – cualitativo, ya que se estudió la influencia del vertido de efluentes líquidos del Camal Municipal de Nueva Cajamarca sobre el ecosistema acuático del canal Galindona, el cual utilizó un número de muestras de agua que se analizaron en un laboratorio acreditado, así mismo se recogió información en una matriz para determinar el impacto ambiental, en un tiempo determinado y obtener la información de interés, para la recolección de información se observaron los fenómenos tal y como ocurrieron naturalmente sin la intervención del investigador para luego ser analizados.

Hernández, Fernández y Bautista (2014) señalan que las investigaciones no experimentales y de corte transversal no manipulan las variables, y los datos son obtenidos en un momento dado. Además mencionan que el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

### **2.1.2. Lugar y fecha**

El estudio de investigación se ejecutó en el casco urbano de ciudad de Nueva Cajamarca en el sector Santa Isabel, provincia de Rioja, Departamento de San Martín, lugar donde se ubica el Camal Municipal (ver Apéndice 10). La presente investigación inició el 23 de febrero del año 2017 y terminó en el mes enero del año 2018.

### **2.1.3. Población y muestra**

#### **2.1.3.1. Población**

La población estuvo constituida por el conjunto de aguas residuales procedentes del Camal Municipal de la ciudad de Nueva Cajamarca y las aguas del canal Galindona que confluye entre sí y discurren por el mismo canal.

#### **2.1.3.2. Muestra**

Constituyeron en total 36 muestras de agua extraídas de dos puntos puntuales. De cada punto de monitoreo se extrajeron seis muestras por mes durante tres meses (Marzo, Mayo y Agosto), para el estudio de los parámetros y número de muestras según la actividad generadora de las aguas residuales (Domésticas y Municipales) (Categoría 4: Conservación del ambiente acuático) se siguió rigurosamente el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016). (Ver Tabla 5 y 13)

### **2.1.4. Descripción de la investigación de campo**

#### **2.1.4.1. Etapa preliminar**

Se realizó un reconocimiento del área en estudio, tanto del punto de vaciado del efluente, fuente colectora y del generador de efluentes, así mismo se obtuvieron mapas, croquis y plano concerniente a la ubicación y desviación del sistema de drenajes y conducción de los efluentes generados por el faenamiento de animales.

También elaboró las matrices para la captura de información y determinar el impacto ambiental producto de esta actividad sobre el sistema acuático del canal Galindona. Se obtuvo las normas y protocolos que orientan tanto los parámetros de estudio y los procedimientos a seguir con respecto a los efluentes sobre los sistemas acuáticos.

Se estableció de manera preliminar los puntos de muestreo utilizando como herramienta informática el *Google Earth*, también se codificó los puntos de muestreo (P1 y P2), así mismo se definió el laboratorio para el análisis de nuestras muestras de agua (CERPER S.A.), el mismo que es acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL); y finalmente se preparó los materiales y equipos para la ejecución de los procedimientos.

#### 2.1.4.2. Etapa de campo

- **Ubicación del área de muestreo:** El área de muestreo se definió 30 metros aguas arriba del punto vertimiento y 40 metros aguas abajo, estos puntos de muestreo se georreferenciaron utilizando un equipo, Sistema de Posicionamiento Global (GPS).



Figura 2. Ubicación de los puntos de monitoreo en el cuerpo receptor del canal Galindona.

Fuente: Elaboración propia en *Google Earth*.

Los puntos de muestreo se realizaron siguiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016) en donde se señala que los puntos de muestreo para aguas lóaticas deben estar fuera de la zona de mezcla, cuyas distancias oscilan entre 50 m aguas arriba del vertimiento y 200 del lugar de vertimiento, estas distancias son referenciales ya que la ubicación exacta dependerá de las condiciones del cauce, turbulencia y obstáculos para el respectivo muestreo.

- **Medición de caudal del cuerpo receptor del efluente:** Para determinar el flujo volumétrico, se buscó un tramo de cuerpo de agua que estuvo cercano al punto de monitoreo y presentó un cauce homogéneo, para esta actividad se retiró los materiales u objetos que obstruyeron el pase del agua. Para realizar la medición de caudal se utilizó el método del correntómetro en los puntos de muestreo, así mismo se realizó la medición de caudal de avenidas mínimas y máximas.
- **Medición del caudal del efluente:** Se utilizó un balde de 20 litros y un cronometro para estimar el tiempo de llenado de un determinado volumen de efluente sobre el recipiente, este procedimiento se realiza cinco veces para obtener una mejor precisión del cálculo del caudal, para luego aplicar la fórmula de caudal.
- **Medición del consumo de agua para las actividades de faenamiento:** Para determinar el consumo diario de agua utilizado en las actividades de faenamiento en Camal Municipal, se realizó la medición del volumen de agua de los tanques de almacenamiento, de igual forma se realizó la medición del flujo volumétrico de los caños que rellenan estos tanques, teniendo en cuenta que estas labores duran aproximadamente tres horas. Para determinar el volumen de agua se utilizó la siguiente formula:

$$V = L * W * H$$

Donde:

V: volumen.

L: longitud.

W: ancho.

H: altura.

- **Toma de muestras:** Para la toma de las muestras se siguió el procedimiento estipulado en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016) aprobado con Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA.
- **Análisis de parámetros:** El análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológico se realizó en el Laboratorio CERPER S.A., autorizado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Los parámetros que fueron analizados fueron: (1) Aceites y Grasas, (2) Demanda Bioquímica de Oxígeno, (3) Demanda Química de Oxígeno, (4) Fósforo Total (5) Nitrógeno Total, (6) Sólidos Suspendidos Totales, (7) Potencial de Hidrógeno, (8) Temperatura y (9) Coliformes Termotolerantes.
- **Determinación de los animales faenados:** Para determinar el número de animales faenados en el Camal Municipal de la ciudad de Nueva Cajamarca nos agenciamos del registro diario de ingreso de animales durante 7 meses que nos permitió determinar el promedio diario y mensual.
- **Métodos para identificar macroinvertebrados**

Según la guía “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú, elaborado por la La Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) y el Ministerio del Ambiente (MINAM), en el capítulo de bentos los métodos para identificar macroinvertebrados pueden ser de la siguiente manera:

Consiste en recolectar la mayor diversidad posible de macroinvertebrados. Para el cual se deben examinar rigurosamente cada uno de los hábitats en cada espacio de muestreo, como por ejemplo en el sustrato de fondo (arena, piedra, lodo, macrófilas flotantes, raíces, restos de basura, etc.). El área de muestreo debe cubrir un espacio entre 100 m y realizarse durante 20 o 30 minutos.

Así mismo se utilizó el “Protocolo Simplificado y Guía de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA)” elaborada por el laboratorio de ecología acuática de la Universidad de San Francisco de Quito y el grupo de investigación

*Freshwater Ecology and Management*, exclusivamente se utilizó el Índice Biótico Andino-ABI. Con este método se asignó un valor numérico de 1 para las familias de macroinvertebrados bentónicos más tolerantes y un puntaje de 10 a las familias más sensibles (Universidad de San Francisco de Quito y Universidad de Barcelona [USFQ y UB], 2011).

Se utiliza una red de manos para la recolección manual por un tiempo de 30 minutos en un área referencial de 50 metros zona indirecta aguas arriba y 100 metros zona directa aguas después del vertimiento esto consiste en determinar la existencia o la no existencia de grupos de especies bentónicas y determinarlos, por su nivel de sensibilidad y tolerancia a la contaminación (USFQ y UB, 2011).

Tabla 7

*Puntaje índice biótico Andino (ABI)*

<b>ABI</b>	<b>Calidad de agua</b>
>96	Muy bueno
59 – 96	Bueno
35 – 58	Regular
<35	Malo

*Fuente:* (USFQ y UB, 2011).

Tabla 8

*Valoración de macroinvertebrados según su nivel de tolerancia*

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Puntuación ABI</b>
Gasteropoda	Ancylidae	6
	Physidae	3
	Hydrobiidae	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3
Amphipoda	Hyaellidae	6
Ostracoda		3
Hydracarina		4
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Leptophlebiidae	10
	Oligoneuriidae	8
Odonata	Aeshnidae	6
	Gomphidae	8
	Libellulidae	6
	Coenagrionidae	6
Plecoptera	Perlidae	10
	Gripopterygidae	10
	Gerridae	5

*Fuente:* (USFQ y UB, 2011).

### **Actividades desarrolladas para colectar las muestra**

- Se realizó la identificación de los habitas de los macroinvertebrados en el canal Galindona.
- Se realizó la remoción del lecho de canal Galindona.
- Extracción de la muestra para colecta utilizando una red de mano adaptado a las condiciones del cauce.
- Extracción de macroinvertebrados de la muestra colectada.
- Colocación de los macroinvertebrados identificados en caja Petri.
- Identificación de macroinvertebrados utilizando la clave de identificación de macroinvertebrados (ABI).
- Se realizó la valorización de los macroinvertebrados según su nivel de tolerancia para determinar la calidad del agua e integridad con el ecosistema utilizando el método ABI.

- **Determinación del impacto ambiental:** Se realizó mediante la visita a zona de influencia y se recogió la información mediante la observación directa y llevada a una matriz de chequeo para posterior ser vaciada a la matriz de Leopold, la determinación del impacto ambiental se utilizó el método cuantitativo a fin de identificar las acciones más significativas. El área de influencia que se utilizó fue de 50 m de circunferencia con relación a la zona de mezcla de los efluentes y una longitud de 200 m parte baja del vertimiento. Las variables que se evaluaron en el estudio ambiental fueron el medio biótico (flora, fauna), medio abiótico (suelo, agua, aire) y medio socioambiental (paisaje, salubridad y presencia de vectores). Para determinar el nivel de impacto ambiental se utilizó la siguiente calificación y valoración de impactos (ver Tabla 9).

Tabla 9

*Rango de calificación de impactos*

<b>Rango</b>	<b>Calificación</b>
Magnitud	1= Muy bueno
	3= Bajo
	5= Medio
	7= Alto
	10= Muy alto
Importancia	1= Sin importancia
	3= Poco importante
	5= Medianamente
	7= Importante
	10= Muy importante

*Fuente:* Elaboración propia.

En primera instancia la utilización de esta matriz consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual el primero paso consiste en considerar todas las actividades que se desarrollan en el camal Municipal que podrían provocar un impacto ambiental (filas). Seguidamente se requiere considerar todos aquellos factores ambientales asociados con estas actividades (columnas), trazando una diagonal en las cuadrículas correspondientes a la columna (acción) y fila (factor). Una vez realizado esto para todas las acciones, se tendrán marcadas las cuadrículas que constituyan

interacciones (o efectos) a considerar; marcadas las cuadrículas que representen posibles impactos, se deriva a una evaluación individual, así cada cuadrícula admite dos valores:

- **Magnitud:** Según la puntuación numérica del 1 a 10, en el que (10) corresponde una alteración máxima ocasionada por las actividades, y (1) la mínima. Se escribe en la parte superior del triángulo formado por la celda con la línea diagonal, Este valor va antepuesto de un signo positivo (+) o negativo (-), según el efecto identificado (beneficiosos o perjudiciales) en medio ambiente.
- **Importancia:** Está en relación a la ponderación, manifiesta el peso relativo que el factor ambiental determinado obtiene dentro del proyecto o actividad, se escriben en la parte inferior del triángulo formado por la celda con la línea diagonal.

$$\begin{array}{|c|} \hline -6 \\ \hline 5 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline 30 \\ \hline \end{array}$$

Luego de conseguir los valores para cada celda se procede a efectuar la multiplicación de cada intersección por individual y determinar cuántas acciones de la actividad que se realizan perturban el medio ambiente, separándolas en positivas y negativas. De igual forma se determina cuántos factores ambientales son afectados por la actividad.

Una vez calificadas todas las celdas, se hace una sumatoria algebraica de cada columna y fila para así poder registrar el resultado en la columna de afectaciones, tanto negativas como positivas y obtener el puntaje acumulado del impacto, a continuación se adicionan por separado los valores de afectaciones tanto para las acciones como para los componentes ambientales, el valor resultante deberá ser idéntico ente fila y columna. Si el valor positivo es alto, los procesos que se llevan a cabo en dicha actividad producirán un beneficio ambiental. Si el resultado es negativo alto, la actividad que se realiza tendrá efectos sobrenaturales en el medio ambiente y dentro del área de influencia del proyecto y necesitará intervención inmediata.

### 2.1.4. Identificación de variables y su mensuración

Las variables que se plantearon para este estudio de investigación se exponen a continuación (ver Tabla 10).

Tabla 10

*Variables de estudio y su mensuración*

<b>Variabes</b>	<b>Método</b>	<b>Mensuración</b>
V1: Análisis de parámetros		
Aceites y Grasas (A y G)	Método de partición - Gravimetría	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Método de colorimetría	mg/l
Demanda Química de Oxígeno	Método de colorimetría	mg/l
Fósforo Total	Método de ácido ascórbico	mg/l
Nitrógeno Total	Método de per sulfato	mg/l
Sólidos Suspendidos	Método de sólidos secados	mg/l
Potencial de Hidrógeno	Método de laboratorio	Unidad de pH
Temperatura	Método de laboratorio	°C
Coliformes Termotolerantes	Técnica de fermentación por tubo	NMP/100 ml
V2: Identificación de macro invertebrados		
	Método cualitativo y cuantitativo	Identificación taxonómica y N° por muestra
		< 100= Leve
		100 – 300 = Moderada
V3: Determinación del impacto ambiental		
	Matriz de Leopold	< 300 - 450 = Alta
		>450 = Muy alta

*Fuente:* Elaboración propia.

### 2.1.5. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se utilizaron en el presente estudio se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11

*Materiales y equipos usados para la ejecución del estudio de investigación*

<b>Materiales</b>	<b>Reactivos</b>
Materiales de laboratorio	- Solución estándar de pH y Conductividad
	- Preservantes
	- Frascos estériles de vidrio x 1 litro
	- Frascos de plástico x 1 litro
Materiales generales	- Pipeta de 5 ml
	- Coolers grandes
	- Ice pack
	- Pro pipetas
	- Red de manos
	- Machetes
	- Botas
	- Balde 20 litros
	- Cinta métrica de 50 metros
- Material de escritorio	
Equipos	- GPS Garmin Montana 680
	- Correntómetro
	- Cámara fotográfica
	- Teodolito
	- Miras

*Fuente:* Elaboración propia.

### 2.1.6. Análisis estadístico de datos

Para el análisis de resultados estadísticos de los datos obtenidos, se usó el análisis descriptivo transversal, en el cual se presentan los resúmenes y observaciones obtenidas de las variables estudiadas de nuestra investigación. Así mismo, nuestra información fue proceda y evaluada utilizando el programa informático “Excel”, el que nos sirvió para elaborar nuestra base de datos, elaborar nuestras tablas, figuras y evaluar el impacto ambiental ocasionada por los efluentes.

## **CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1. RESULTADOS**

#### **3.1.1. Determinación de los puntos de muestreo, Resultados del objetivo N° 1**

En la Tabla 12, se puede observar los puntos seleccionados para el monitoreo y muestreo de agua del canal Galindona, con el objetivo de determinar la calidad de agua superficial del canal Galindona y la influencia que ejercen los efluentes líquidos del Camal municipal de Nueva Cajamarca sobre el ecosistema acuático. De los puntos de muestreo se extrajeron seis muestras de agua para su respectivo análisis físicoquímicos y bacteriológicos (ver Figura 2), haciendo un total de doce muestras por análisis. Este proceso se repitió en tres fechas, del cual se recolectaron 36 muestras de agua para su respectivo análisis (ver Tabla 13).

Para nuestro estudio, se priorizaron dos puntos de muestreo: Punto 1 (P1) y Punto 2 (P2). El P1 se ubicó a 30 metros aguas arriba del lugar de vertimiento del efluente y el punto P2 se ubicó a 40 metros aguas abajo del vertimiento (ver Figura 3).

Los puntos de muestreo se realizaron siguiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016) en donde se señala que los puntos de muestreo para aguas lóxicas deben estar fuera de la zona de mezcla, cuyas distancias oscilan entre 50 m aguas arriba del vertimiento y 200 del lugar de vertimiento, estas distancias son referenciales ya que la ubicación exacta dependerá de las condiciones del cauce, turbulencia y obstáculos para el respectivo muestreo.

Tabla 12

*Ubicación de la toma de muestras*

<b>Toma de muestras</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Distancia de medición</b>
Muestra P 1	244565	9342143	30 m aguas arriba
Muestra P 2	244685	9342179	40 m aguas abajo

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 13

*Total de muestras de aguas analizadas*

<b>Puntos</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Muestras de agua</b>		
		Marzo	Mayo	Agosto
P 1	Aceites y Grasas	M1	M1	M1
	- Demanda Bioquímica de Oxígeno	M2	M2	M2
	- Demanda Química de Oxígeno			
	- Fósforo Total (mg/L)	M3	M3	M3
	- Nitrógeno Total (mg/L)	M4	M4	M4
	- Sólidos Suspendidos Totales			
	- Potencial de Hidrógeno (pH)	M5	M5	M5
P 2	- Temperatura (°C)			
	- Coliformes Termotolerantes	M6	M6	M6
	- Aceites y Grasas	M1	M1	M1
	- Demanda Bioquímica de Oxígeno	M2	M2	M2
	- Demanda Química de Oxígeno			
	- Fósforo Total (mg/L)	M3	M3	M3
	- Nitrógeno Total (mg/L)	M4	M4	M4
- Sólidos Suspendidos Totales				
- Potencial de Hidrógeno (pH)	M5	M5	M5	
- Temperatura (°C)				
- Coliformes Termotolerantes	M6	M6	M6	
Subtotal/muestras		12	12	12
Total, de muestras		36		

M = Muestra, P1 = Punto 1, P2 = Punto 2

*Fuente:* Elaboración propia.

En la Figura 3 se muestra la recolección de las muestras para ser enviadas para su respectivo análisis por el laboratorio CERPER S.A. de la ciudad de Lima, donde la metodología del transporte consistió en extraer las muestra siguiendo los protocolos de seguridad y aseguramiento de la calidad de los resultados de las muestras, una vez recogidas la muestras

se procedió inmediatamente a adicionarle el preservante para los parámetros requeridos con forme estipula normatividad (ver Apéndice 8) y acondicionadas en una caja térmica con ice pack, para el cumplimiento del tiempo de almacenamiento de las muestras se recurrió a los servicios de Olva Courier para su envío a través de medios de transportes aéreos hasta la ciudad de residencia del laboratorio.



Figura 3. Imagen de toma de muestras de agua del canal Galindona (A y B).

Fuente. Elaboración propia.



Figura 4. Puntos de muestreo de agua del canal Galindona (P1 y P2) en el trayecto del canal Galindona.

Fuente: Elaboración propia en Google Earth.

### **3.1.2. Análisis de resultados fisicoquímicos y microbiológicos de calidad del agua**

En la Tabla 14, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímico y microbiológico de calidad del agua del punto uno (P1), ubicado 30 metros aguas arriba antes de la zona de mezcla. De igual manera en la Tabla 15, se muestran los resultados de análisis de agua del punto (P2) ubicado a 40 metros aguas abajo después del vertimiento del efluente, el recojo de las muestras se realizaron en los meses de marzo, mayo, agosto los cuales son los meses que más se aproximaron a las épocas de avenidas, transición y estiaje. Los análisis fisicoquímico y microbiológico fueron realizados por el Laboratorio CERPER S.A. entidad acreditado por el Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

Los resultados del análisis de calidad de agua obtenidos en los meses muestreo se expresan en promedios en las Tablas 14 y 15 que consistió en la sumatorias de los valores resultantes de los tres meses y dividiendo a continuación por el recuento de dichos números para posterior ser comparados con los ECA-agua y determinar cuáles parámetros se encuentran por encima de lo establecido por normatividad, cabe señalar que en cada mes se extrajeron 12 muestra (6 muestras del punto 1 y 6 muestras del punto 2) haciendo un total de 36 muestras durante los meses de muestreo.

Cabe mencionar que la disminución de animales sacrificados y las precipitaciones ocurridas intempestivamente en el mes de mayo, ocasionaron la diferencia de resultados de los parámetros con relación a los demás meses.

Tabla 14

*Resultados de laboratorio de calidad de agua del punto N° 01 aguas arriba del vaciado del efluente*

Parámetros fisicoquímicos analizados		Resultados de análisis			Promedio	ECAs
		Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3		
N° de muestra	Parámetros	Marzo	Mayo	Agosto		
1	Aceites y Grasas (mg/L) (LD*: 0.5 mg/L)	0.5	0.5	0.5	0.5	5
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	9	< 2.00	< 2.00	4.3	10
	Demanda Química de Oxígeno (mg O <sub>2</sub> /L)	11.1	< 10	14.8	11.96	10
3	Fósforo Total (mg/L) LD: 0.002 (mg/L)	0.241	0.697	0.706	0.548	0.05
4	Nitrógeno Total (mg/L) (LD: 0.030 mg/L)	2.791	3.205	3.5	3.16	-
5	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) (LD: 5.00 (mg/L)	18.18	15.85	5.8	13.27	≤ 400
	Potencial de Hidrógeno (pH)	7.36	7.05	7.26	7.22	6.5 a 9.0
	Temperatura (°C)	23.8	21.65	21.8	22.41	Δ 3
<b>Análisis Microbiológico</b>						
6	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	1 400	490	17 000	6 297	2 000

*Fuente:* Tomado y adaptado de los resultados de Laboratorio CERPER S.A., 2018. \*Límite de detección (LD)

Tabla 15

Resultados de laboratorio sobre la calidad de agua del punto N° 02, aguas abajo del vaciado de efluente

Parámetros fisicoquímicos analizados		Resultados de análisis			Promedio	ECAs
		Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3		
N° de muestra	Parámetros	Marzo	Mayo	Agosto		
1	Aceites y Grasas (mg/L) (LD*: 0.5 mg/L)	0.5	0.5	0.5	0.5	5
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	23	< 2.00	43	22.6	10
	Demanda Química de Oxígeno (mg O <sub>2</sub> /L)	66.1	< 10	145	73.7	-
3	Fósforo Total (mg/L) (LD: 0.002 (mg/L))	1.374	4.72	0.98	2.358	0.05
4	Nitrógeno Total (mg/L) (LD: 0.030 mg/L)	23.295	7.018	17.8	16	-
5	Sólidos Suspendedos Totales (mg/L) (LD: 5.00 (mg/L))	170	57.1	24.3	83.8	≤ 400
	Potencial de Hidrógeno (pH)	6.84	7.03	7.07	6.98	6.5 a 9.0
	Temperatura (°C)	24	21.9	21.7	22.53	Δ 3
Análisis Microbiológico						
6	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	230 000	70 000	7 000	102 333	2 000

Fuente: Tomado y adaptado de los resultados de Laboratorio CERPER S.A., 2018. \* Límite de detección (LD)

### 3.1.2.1. Aceites y grasas (A y G)

De acuerdo a los análisis fisicoquímicos realizado para la calidad del agua del canal Galindona (ver Tabla 14 y 15), con muestras de agua extraído durante los meses de marzo, mayo y agosto se determinó que el parámetro promedio de Aceites y Grasas (A y G) fue de 0.5 mg/l, cuyo parámetro al ser comparado con el Estándar de Calidad Ambiental para Aguas Superficiales de la Selva, se determinó este parámetro estaba por debajo de este rango permitido (ver Figura 5).

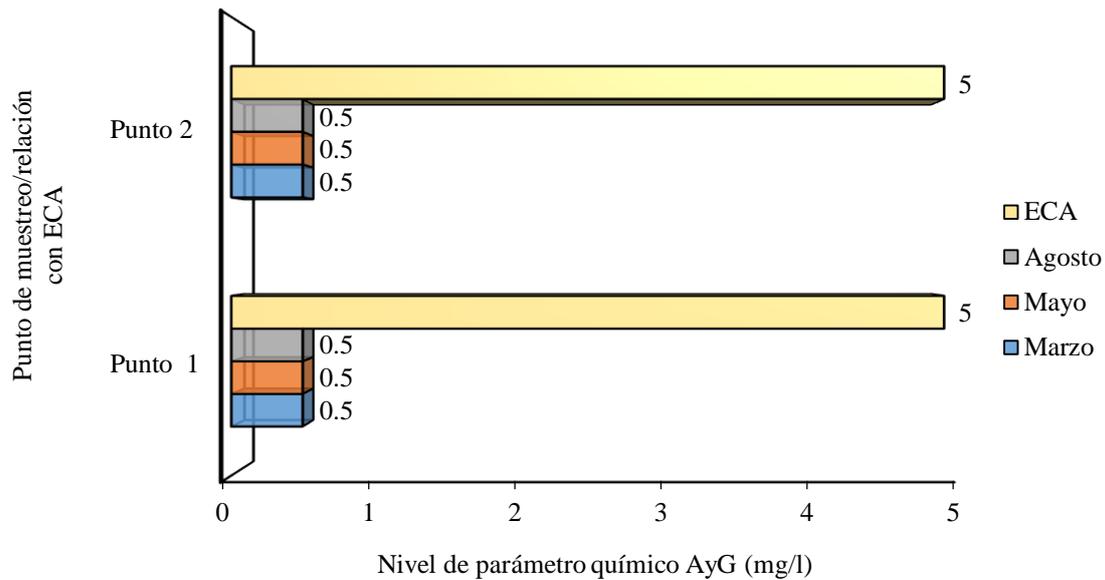


Figura 5. Concentración de aceites y grasas.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

El valor promedio de DBO<sub>5</sub> obtenido en el análisis de las aguas del canal Galindona tanto aguas arriba y aguas abajo del vertido del efluente del Camal Municipal se determinó que en el P1 fue de 4.3 mg/l y en el P2 de 22.3 mg/l. Comparándolo con el Estándar de Calidad Ambiental (10 mg/l) se precisó que el P1 está por debajo de la norma de calidad de agua; sin embargo, para el P2 está fuera de lo reglamentado, siendo el valor más alto en el mes de agosto (42 mg/l), esto demuestra la elevada existencia de carga microbiana y materia biodegradable (ver Figura 6).

La liberación de materia biodegradable es la responsable de ocasionar efectos sobre la DBO<sub>5</sub>, dado que dentro de sus componentes contiene proteínas, carbohidratos y grasas, y al descargarse sin algún tratamiento biológico puede llevar al agotamiento del oxígeno y favorecer el desarrollo de microorganismos sépticos. Son las bacterias quienes utilizan el oxígeno del agua para transformar la materia orgánica como recurso alimenticio (Metcalf & Eddy, 1995).

Tabla 16

Valor promedio de Demanda Bioquímica Oxígeno

Puntos de muestreo	Marzo	Mayo	Agosto	Promedio	ECA-agua
	Unidad de medida: mg/l				
Punto 1	9.0	2.0	2.0	4.3	10.0
Punto 2	23.0	2.0	42.0	22.3	10.0

Fuente: Elaboración propia.

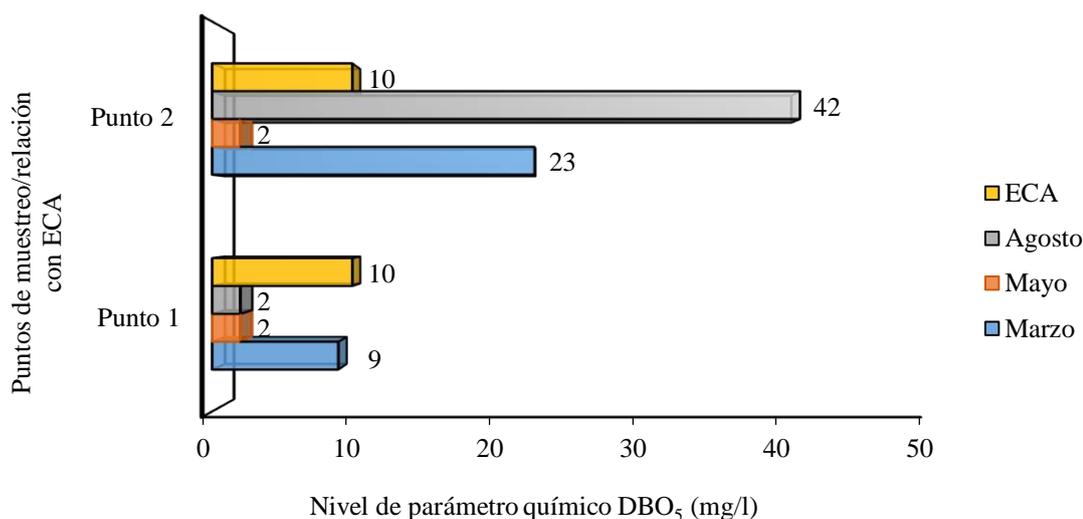


Figura 6. Concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l) de marzo a agosto 2017.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2.3. Fósforo total

En la Tabla 14 y 15, se muestran los niveles de fósforo total encontradas en las aguas del punto de muestreo P1 y P2 del canal Galindona, cuyos resultados del P1 fue de 0.241 mg/l en el mes de marzo, 0.697 mg/l en el mes de mayo y de 0.0 mg/l en agosto. Y en el P2 fue de 23 mg/l en el mes de marzo, 2 mg/l en mayo y 42 mg/l en agosto (ver Figura 7).

Se puede mencionar que los niveles de concentración de fósforo total determinados en el presente estudio, superan los ECA-agua en los dos puntos de muestreo como también en las tres épocas, llegando a presentarse el valor máximo en

el mes de mayo en el P2 con un valor de 42 mg/l considerando el valor de 0.05 mg/l estipulado por los ECA-agua. En el P1 se puede atribuir la presencia de fósforo total por la existencia de vertimientos de efluentes de viviendas adyacente al canal Galindona y en el P2, se debe a que los efluentes del Camal Municipal son descargadas en mayor volumen de sangre, rumen sin ningún tratamiento al canal Galindona. Es común encontrar la presencia de fósforo en forma de fosfato en los cuerpos de agua, que sirven de tránsito para los efluentes vaciados por una diversidad de fuentes (APHA, AWW y WPCF, 1992); el fósforo es parte de los nutrientes esenciales para el crecimiento. Sin embargo, cuando se vierten al sistema acuático este puede dar origen al crecimiento de macro y microorganismos fotosintéticos en densidades nocivas no deseadas (Metcalf & Eddy, 1995).

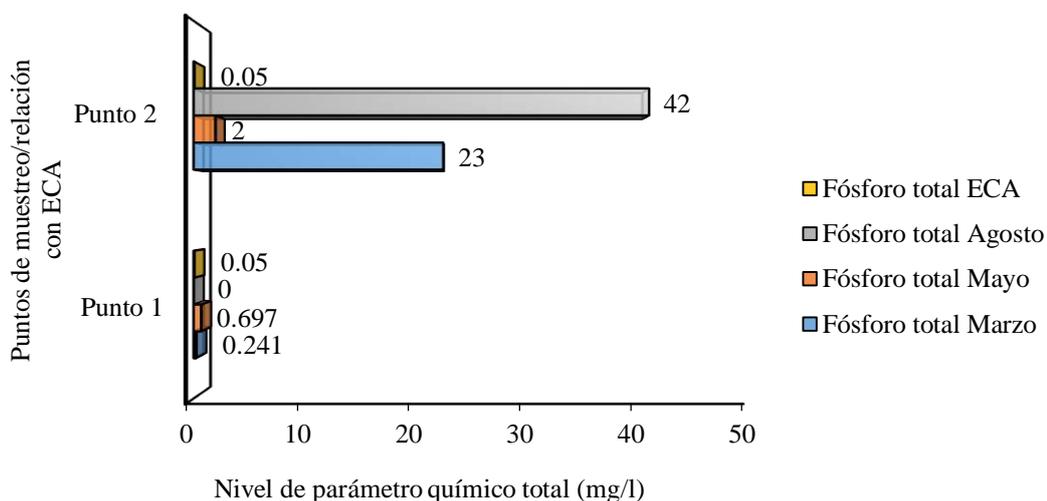


Figura 7. Concentración de fósforo total (mg/l).

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.1.2.4. Demanda Química de oxígeno (DQO)

Este parámetro que es muy importante en la vida acuática, presentó un valor promedio de 12 mg/l en el punto de muestreo P1 y de 74 mg/l en el punto de muestreo P2, mostrando picos muy altos en los meses de marzo y agosto con 66 y 145 mg/l.

La demanda química de oxígeno, corresponde a la cantidad de oxígeno requerida para oxidar y descomponer completamente la materia orgánica (Espinoza, Catillo y Rovira (2014), El estudio de la DQO se emplea para medir y determinar la cantidad de

materia orgánica putrescibles que están en el agua contaminada, al realizar este estudio podemos determinar la materia orgánica disuelta y la particulada, el aumento progresivo de este parámetro ocasiona la disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática. Es decir, a mayor demanda química de oxígeno, mayor contaminación (UNESCO, 2017b).

El proceso de vertimiento de efluentes de Camales, la sangre es el principal contaminante, aportando una Demanda Química de Oxígeno promedio de 3 000 - 15 000 mg/l con un elevado nivel de nitrógeno y, una relación carbono/nitrógeno del orden de 3:4 es la sangre. Se aprecia que entre el 25% y 55% de la carga contaminante medidas en DBO<sub>5</sub>, son resultantes de las aguas de limpieza, por lo tanto podemos mencionar que los resultados obtenidos se respaldan por lo mencionado por Aqualimpia (2005), citado por Sánchez (2005, p. 16).

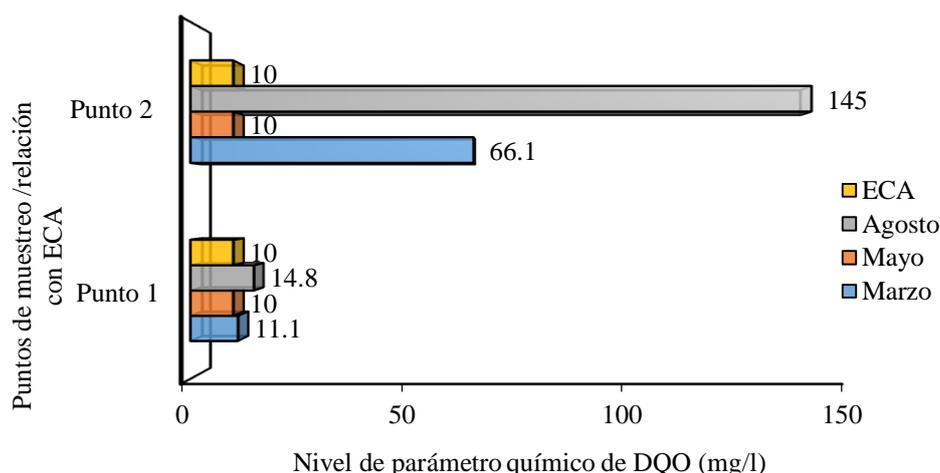


Figura 8. Concentración de Demanda Química de Oxígeno (mg/l).

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2.5. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

En la Figura 9, se muestra los resultados de los Sólidos Suspendidos Totales presentes en las aguas del canal Galindona, del cual se puede mencionar que estas presentaron una concentración elevada en el mes de marzo con un valor de 170 mg/l época de estiaje, los resultados obtenidos en las épocas y las estaciones de monitoreo no superan los ECA – agua, teniendo como valor establecido por normativa 400 mg/l,

las características que estos sólidos presentan son de una densidad superior a la del agua, conllevando esto a sedimentarse con mayor facilidad y en un menor tiempo, lográndose ver en la parte del área mojada del canal Galindona.

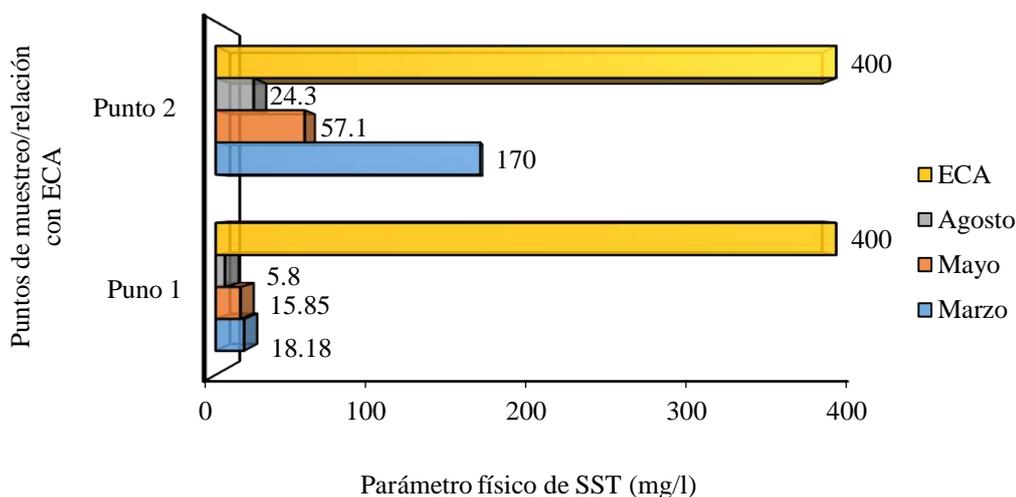


Figura 9. Concentración de Sólidos Suspendedos Totales (mg/l).

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2.6. Potencial de hidrógeno (pH)

En la Figura 10, el estudio del comportamiento del parámetro de pH presentes en el agua son muy similares en los meses de estudio, en donde se manifiesta que en el P1 tiene un valor más alto que en el P2. Sin embargo, los niveles de concentración no superan los valores establecidos por la normatividad de los estándares de calidad ambiental (ECA – agua) y están dentro de los valores para la conservación del ambiente acuático categoría 4 de la normativa peruana.

El pH del agua residual influye sobre los microorganismos, los cuales son susceptibles a cambios bruscos de pH, la mayoría de los organismos se desarrollan a un pH óptimo de 7.5 aproximadamente, el pH 6.5 y 8.5 es óptimo para las bacterias y microorganismos responsables de la estabilización de la materia orgánica (Sainz, 2007, citado por López, 2015, p. 32).

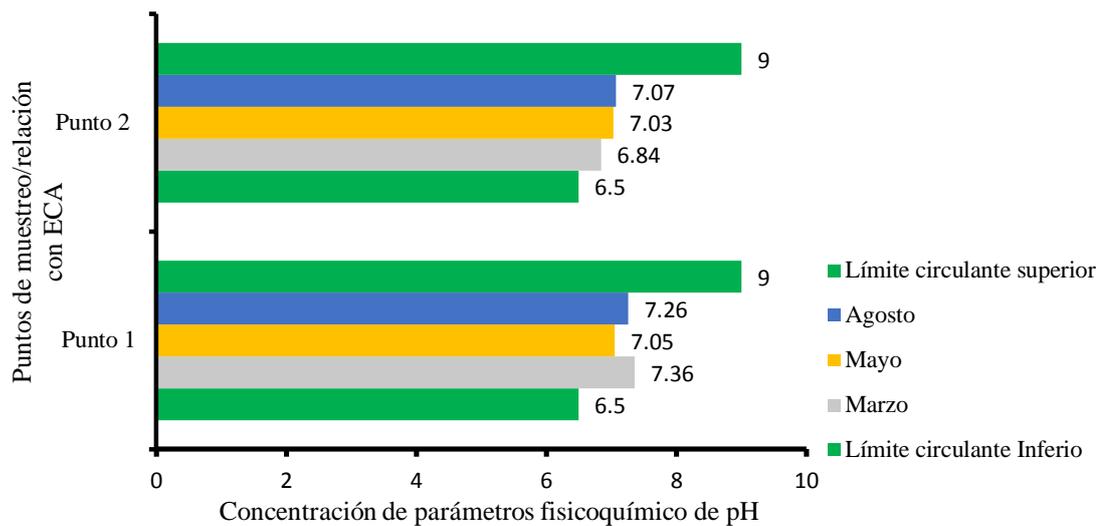


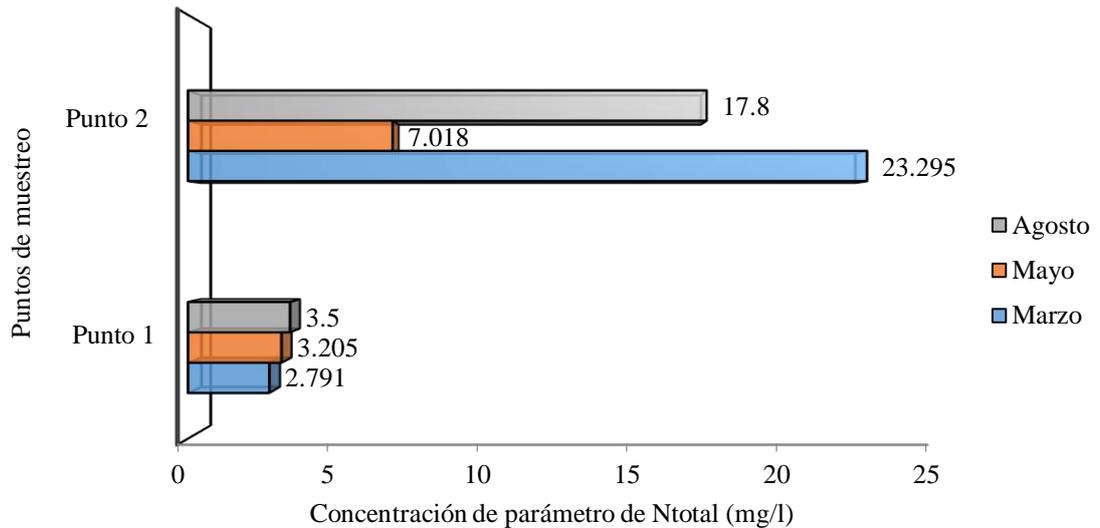
Figura 10. Concentración del Potencial de Hidrógeno (pH).

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2.7. Nitrógeno Total (Nt)

En la Figura 11, se muestra el resultado de análisis de laboratorio para el parámetro de Nitrógeno Total (Nt), del cual se puede determinar que en el punto de muestreo aguas arriba (P1) el resultado promedio fue de 3.16 mg/l, existiendo un ligero incremento en el mes de agosto (3.5 mg/l). Sin embargo, en el punto de muestreo P2 que se ubicó aguas abajo del punto de vaciado del efluente del Camal Municipal, se obtuvo resultados relativamente elevados en comparación con el punto P1, con un promedio de 16.03 mg/l y los meses de marzo (23.29 mg/l) y agosto (17.8 mg/l).

Sánchez (2005) menciona que las fuentes que dan origen a los residuos líquidos en los Camales son las aguas que se designan para lavado, aguas procedentes de los procesos de desangrado y evisceración. Estas contribuyen con gran cantidad de carga orgánica. La sangre es el principal contaminante, aportando una elevada cantidad de nitrógeno, sin embargo, mencionar que para este parámetro no presenta valor en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA – agua) para Agua Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.



*Figura 11.* Concentración de Nitrógeno total (mg/l)

*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.1.2.8. Temperatura

El valor promedio resultante de las muestras evaluadas de agua (P1 y P2) para temperatura en los meses de marzo, mayo y agosto del 2017 fue de 22.5 °C (ver Figura 12).

La temperatura del agua juega un factor primordial en la vida acuática, de sobrepasar los estándares establecidos puede afectar de forma significativa los ecosistemas que habitan en el agua, como también las variaciones de temperatura pueden afectar la biota, también interviene en la alteración de otros parámetros como es el DBO<sub>5</sub>, conductividad eléctrica entre otros.

Este parámetro es tan importante dada a su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática y las reacciones químicas, así como sobre la calidad del agua para ciertos usos.

Freire (2012) precisa que el cambio brusco de la temperatura puede producir la mortalidad de la vida acuática, como también a niveles elevados pueden dar inicio a la proliferación de hongos y plantas acuáticas.

El ECA para este parámetro define  $\Delta 3$  significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad. Estándares de Calidad Ambiental (ECA-agua) para Agua Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

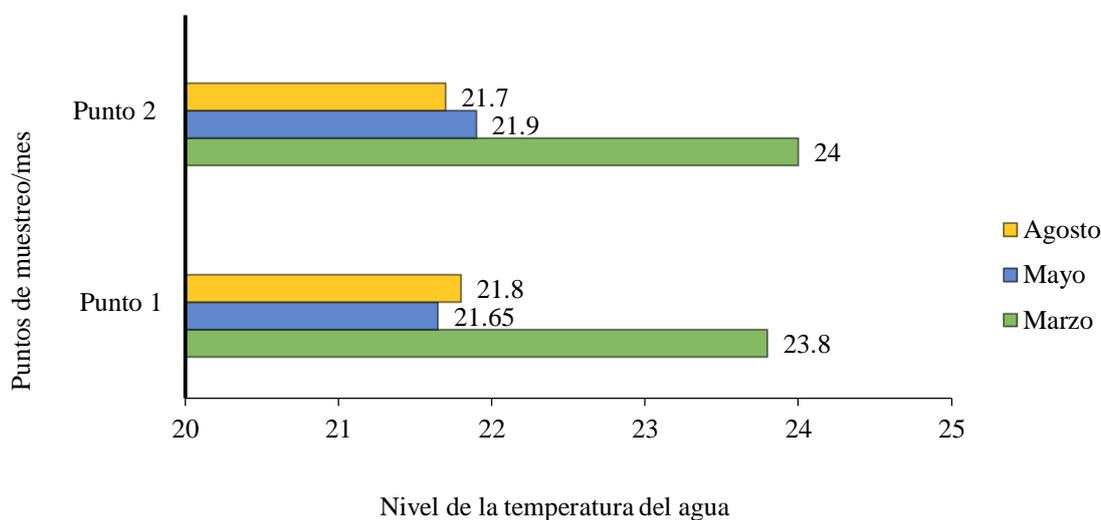


Figura 12. Niveles de Temperatura.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2.9. Coliformes Termotolerantes (CT)

En la Figura 13, se muestra el resultado para coliformes termotolerantes realizado en los puntos P1 y P2 en la fuente superficial del canal Galindona. En el punto de muestreo P1 y P2, se realizó un análisis de agua por mes durante tres meses (marzo, mayo y agosto) del cual se obtuvo que en el primer punto de muestreo el promedio fue de 5 222.5 NMP/100 ml; y para el segundo punto de muestreo (P2) se obtuvo un promedio de 77 250 NMP/100 ml.

Con los resultados de la determinación de Coliformes Termotolerantes, se logró distinguir el grado de contaminación fecal presente en el agua del canal Galindona. Por ejemplo, en el punto de muestreo P1, en los meses de marzo y mayo se encuentran dentro de los valores establecidos, sin embargo, en el mes de agosto época de avenida superó los estándares y con relación al P2 superan los estándares de calidad ambiental

(ECA-agua) mostrándose su nivel máximo en el mes de marzo con un valor de 230 000 NMP/100 ml.

Los coliformes son organismos de especies bacterianas que tienen en común características bioquímicas, dentro de estos grupos podemos encontrar a las bacterias según su género como son: *Eterobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia coli*, que se encuentran en las heces de seres vivos con características únicas de sangre caliente.

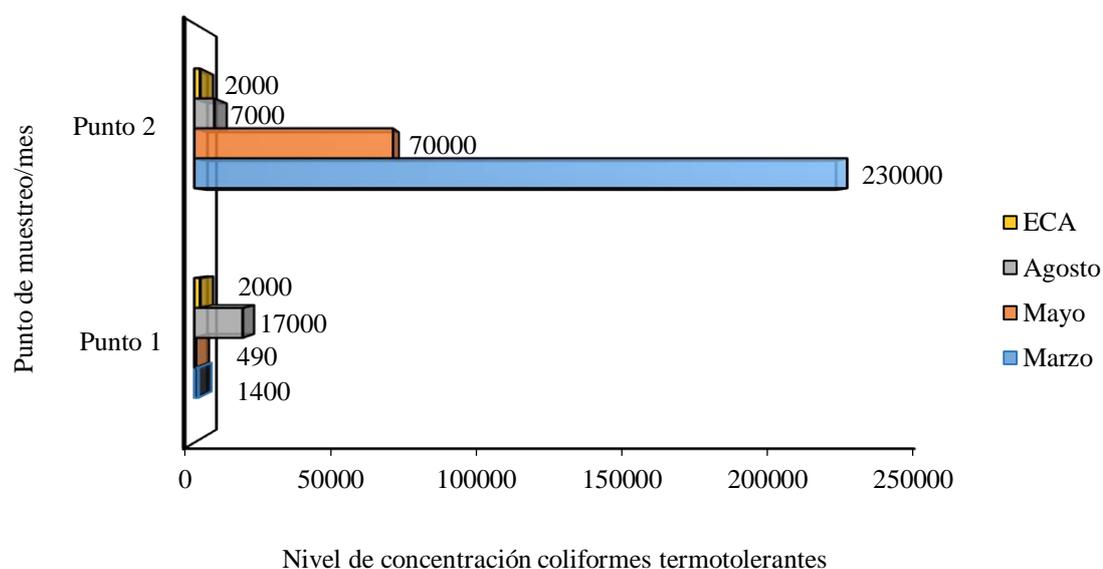


Figura 13. Concentración de Coliformes Termotolerantes en los puntos de muestreo P1 y P2 del canal Galindona, 2017.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3. Consumo de agua para las actividades de faenamiento

La dotación de agua que utiliza el Camal Municipal de Nueva Cajamarca proviene del servicio brindado por SEMAPA, que es un organismo desconcentrado de la municipalidad de Nueva Cajamarca, el agua es almacenado en tres tanques de cemento de 8.91 m<sup>3</sup>, ubicados en la parte interior de la infraestructura los que son llenados durante las actividades de faenamiento (tres horas), haciendo un total de 13 705 litros durante las tres horas.

El Camal por ser un órgano desconcentrado de la municipalidad distrital ha sido exonerado de algún tipo de pago por el servicio de agua. Además, no cuenta con un registro del consumo de agua realizado durante las actividades de faenamiento.

El volumen gastado de agua fue de 22 615 litros de agua, este gasto se realizó en actividades de bañado del ganado, aturdimiento, sacrificio, depilación, remoción de cuero, evisceración, lavado de carne, lavado de vísceras las que culminan con el aseado y limpieza de los ambientes.

**a. Resultados del consumo de agua en el sacrificio de animales**

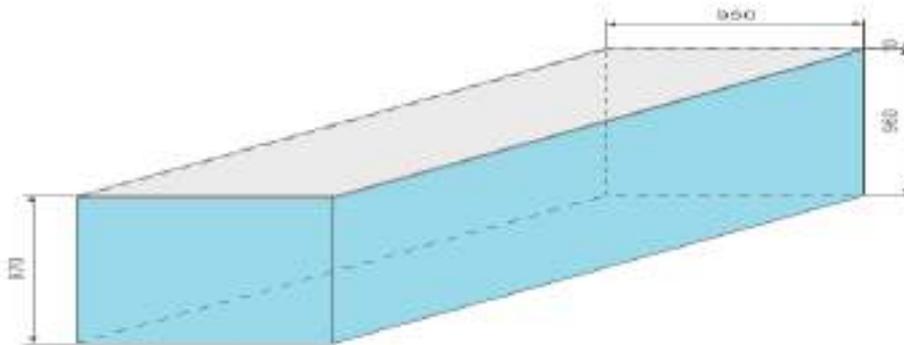


Figura 14. Tanque N° 1 cálculo de capacidad de agua.

Fuente: Elaboración propia.

**Capacidad de dibujo**

**Resultados del cálculo**

- Capacidad del tanque 1.81 m<sup>3</sup> o 1 810 litros.
- Cantidad de líquido 1.79 m<sup>3</sup> o 1 790 litros.
- Volumen libre 0.02 m<sup>3</sup> o 19 litros.
- Cuadrado inferior 1.86 m<sup>2</sup>.
- Área superficial lateral 5.65 m<sup>2</sup>.
- Capacidad de área total 9.37 m<sup>2</sup>.

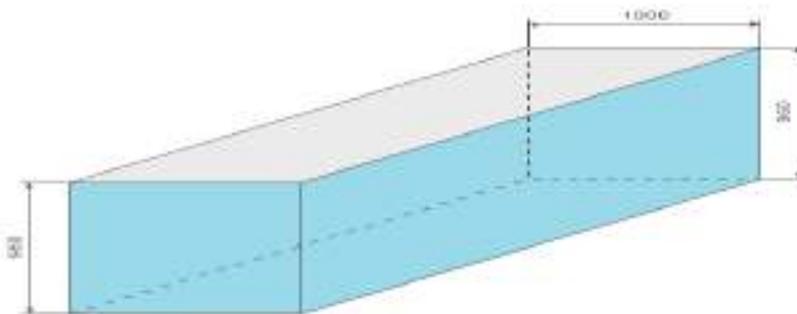


Figura 15. Tanque N° 2 cálculos de capacidad de agua.

Fuente: Elaboración propia.

### Capacidad de dibujo

#### Resultados del cálculo

- Capacidad del tanque  $1.9 \text{ m}^3$  o 1 900 litros.
- Cantidad de líquido  $1.9 \text{ m}^3$  o 1 900 litros.
- Volumen libre  $\text{m}^3$  o litros.
- Cuadrado inferior  $1.98 \text{ m}^2$ .
- Área superficial lateral  $5.72 \text{ m}^2$ .
- Capacidad de área total  $9.68 \text{ m}^2$ .

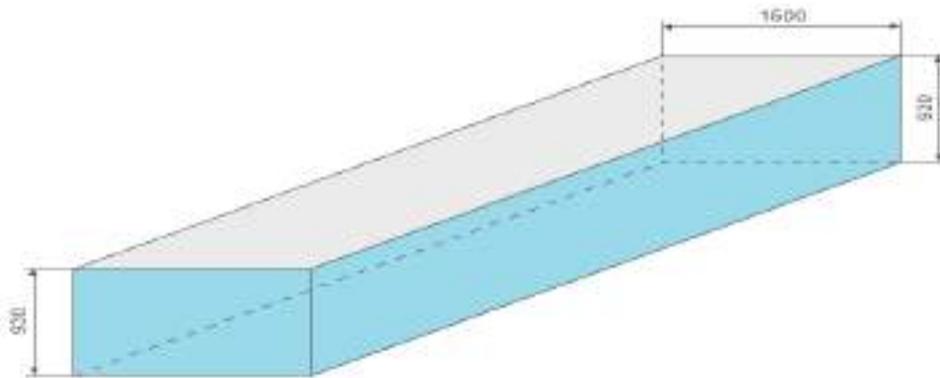


Figura 16. Tanque N° 3 cálculo de capacidad de agua

Fuente: Elaboración propia.

### Capacidad de dibujo

#### Resultados del cálculo

- Capacidad del tanque  $5.2 \text{ m}^3$  o 5 200 litros.
- Cantidad de líquido  $5.2 \text{ m}^3$  o 5 200 litros.
- Volumen libre  $\text{m}^3$  o litros.
- Cuadrado inferior  $5.6 \text{ m}^2$ .
- Área superficial lateral  $9.73 \text{ m}^2$ .
- Capacidad de área total  $20.92 \text{ m}^2$ .

Tabla 17

*Medición del consumo de agua para el faenamiento a través de los caños*

<b>N° Tanque</b>	<b>Capacidad de tanque (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Volumen acumulado/ faenamiento l/(3 horas)</b>
1	1.81	0.357	3 855.6
2	1.9	0.243	2 624.4
3	5.2	0.303	3 272.4
<b>Total</b>	<b>8.91</b>		<b>9 752.4</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

*Medición del consumo de agua para el faenamiento a través de los caños (área de lavado de vísceras)*

<b>N° de piletas</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Caudal total/faenamiento l/(3 horas)</b>
1	0.188	2 030.4
2	0.178	1 922.4
<b>Total</b>		<b>3 952.8</b>
<b>Volumen Total/caños</b>		<b>13 705.2</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4. Medición de caudales

#### 3.1.4.1. Caudal de efluentes de Camal Municipal

Se identificó que en el Camal Municipal de Nueva Cajamarca el vertimiento de aguas residuales durante la semana es diferenciado. Los días lunes y sábado se generan más carga de efluente a diferencia de los días martes, miércoles, jueves y viernes esto va en relación con el número de animales sacrificados. El volumen promedio de los vertimientos de efluentes de los días lunes sábado fue de 21 881.85 litros/día y el resto de días de la semana es de 18 992.16 litros/día existiendo una descarga de efluentes promedio diario de 20 918.62 litros (ver Figura 17).

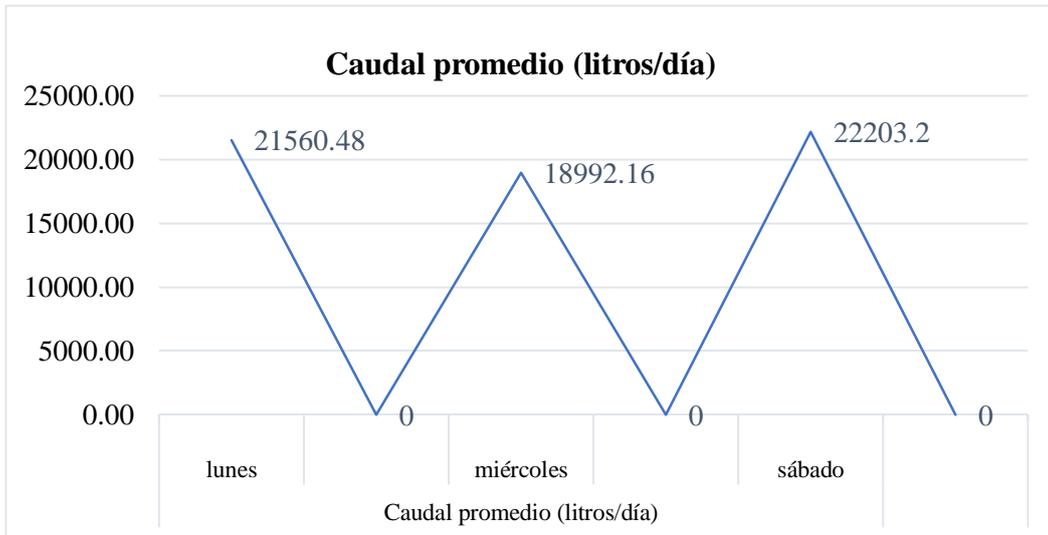


Figura 17. Medición del caudal según días de faenamiento.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4.2. Caudal del cuerpo receptor del efluente

En la Tabla 19, se muestra que el caudal determinado a través del método de correntómetro fue de 62.89 l/s. Este caudal es representativo de la época de avenidas y estiaje del canal Galindona, donde el caudal se encuentra en sus niveles medios.

Así mismo, con la aplicación del método de sección pendiente se estimó los caudales máximos del canal Galindona el día 01/03/2017 (ver Figura 18 y 19).

- Cálculo del caudal máximo, método sección pendiente.

Fórmula de Manning

$$Q_{\max} = \frac{1}{2} AR^{2/3}S^{1/2}$$

**Datos obtenidos**

$$A_1 = 5.6728 \text{ m}^2 \quad A_2 = 4.9754 \text{ m}^2$$

$$P_{m1} = 7.4844 \quad P_{m2} = 7.5774$$

Donde:

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

Ah: Área Hidráulica promedio de las secciones transversales.

Rh: Radio Hidráulico promedio.

S: Pendiente

PM: perímetro mojado

- **CAUDAL MAXIMO**

**Cálculo del área promedio**

$$Ah = (A_1 + A_2) / 2$$

$$Ah = (5.6728 \text{ m}^2 + 4.9754 \text{ m}^2) / 2$$

$$Ah = 5.3241 \text{ m}^2$$

### Cálculo del radio hidráulico

$$Rh = Ah / Pm$$

$$Pm = 7.5309$$

$$Am = 5.3241 \text{ m}^2$$

$$Rh = 5.3241 / 7.5309 = 0.707$$

$$Q = 1/n A R^{1/2} S^{1/2}$$

$$Q = 1/n AR^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q = 1/0.025(5.3241) X (0.707)^{2/3}(0.0087)^{1/2}$$

$$Q_{\max} = 15.64 * 0.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\max} = 10.95 \text{ m}^3/\text{s}$$

De acuerdo a la medición del caudal por el método de sección pendiente se determinó el caudal máximo que es de  $10.95 \text{ m}^3/\text{s}$  en tiempos de máxima avenida según la huella máxima identificada en campo (ver Tabla 20).

Tabla 19

*Caudal del canal Galindona por el método del correntómetro, setiembre 2017*

<b>Cálculo de caudal del canal Galindona</b>				
Fecha:	09/11/2017			
Ubicación:	Coordenada este: 244636 Coordenada norte: 9342149			
Método:	Correntómetro			
Punto N°	Distancia (m)	Profundidad (m)	Velocidad (m/s)	Caudal parcial (m <sup>3</sup> /s)
1	0.4	0.1	0.086	0.00172
2	0.8	0.3	0.044	0.00352
3	1.2	0.3	0.121	0.01452
4	1.6	0.3	0.13	0.0156
5	2	0.32	0.172	0.021328
6	2.4	0.29	0.107	0.006206
Caudal total m <sup>3</sup> /s				0.062894
Caudal en l/s				62.894

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20

Esquema de sección de canal Galindona a través del método de sección pendiente

Seccionamiento N° 1 fecha (01/03/2017)					
Punto	Vista atrás	Altura de instrumento	Vista adelante	Cota	Distancia (m)
A		861.077		860	
1			1.292	0	0
2			3.228	857.849	1.25
3			3.124	857.953	0.7
4			3.028	858.049	0.5
5	1.077		2.977	858.1	0.5
6			2.827	858.25	0.5
7			2.384	858.693	0.5
8			2.139	858.938	0.48
9			1.388	859.689	0.5
10			1.43	859.647	0.5
11			1.433	859.644	0.5
Total, m =					5.93

Fuente: Elaboración propia.

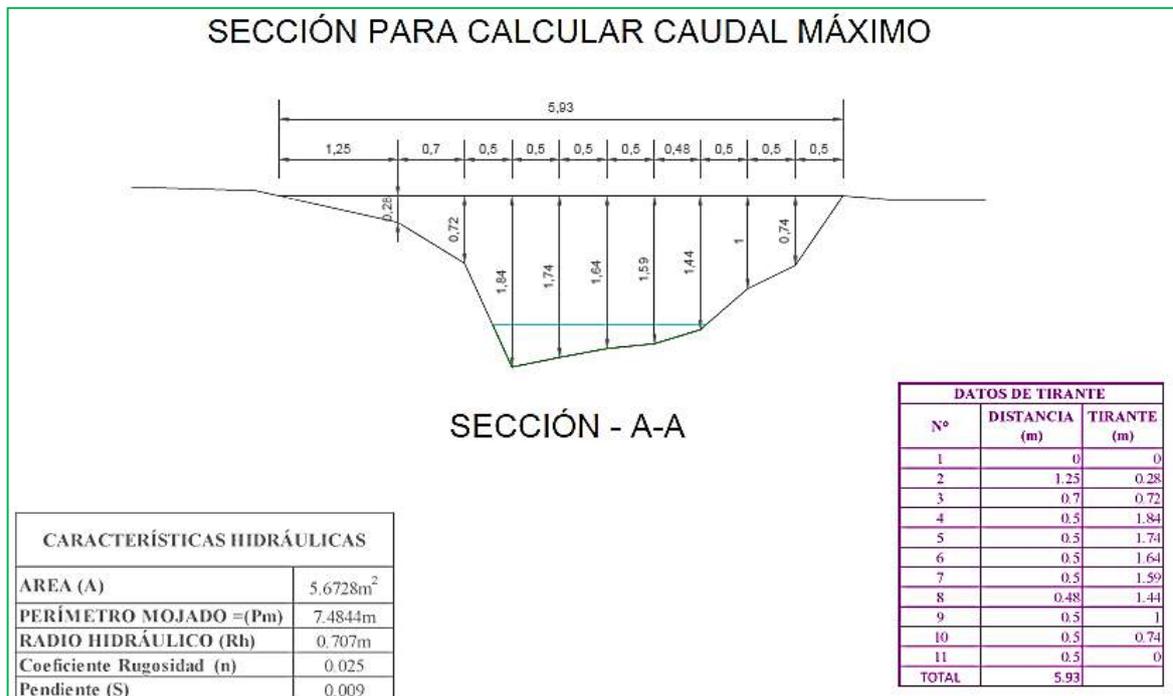


Figura 18. Esquema de sección A-A del canal Galindona método sección pendiente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21

Seccionamiento del canal Galindona N° 02

Seccionamiento N° 2 / fecha (01/03/2017)					
Punto	Vista atrás	Altura de instrumento	Vista adelante	Cota	Distancia (m)
A	1.077	861.077		860.00	
12			1.21	0	0
13			1.191	859.886	0.71
14			1.16	859.917	0.50
15			1.115	859.962	0.50
16			1.350	859.727	0.50
17			1.721	859.356	0.50
18			1.958	859.119	0.50
19			1.980	859.097	0.50
20			2.080	858.997	0.50
21			2.76	858.317	0.50
22			2.981	858.096	0.50
23			2.995	858.082	0.50
24			1.499	859.578	1
				Total/m	6.71

Fuente: Elaboración propia.

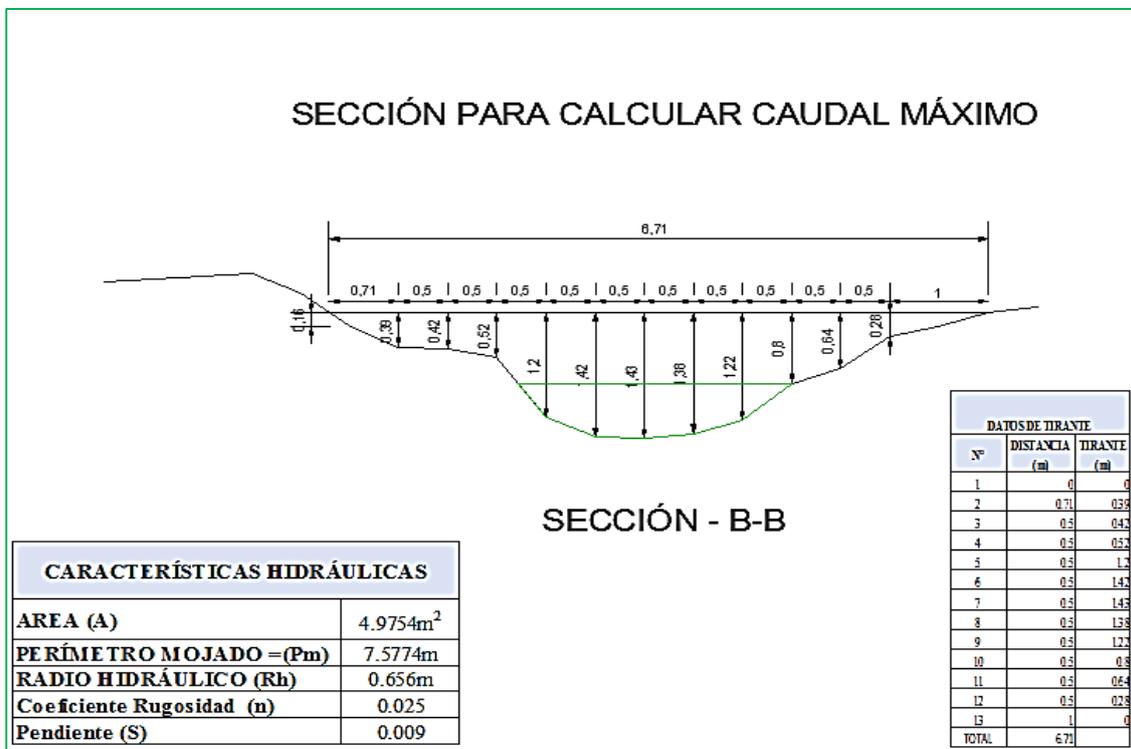


Figura 19. Esquema de sección pendiente B-B.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.5. Determinación de los animales faenados

En la Tabla 22, se muestra el resultado de animales faenados durante el tiempo de estudio (7 meses) del cual se registraron 2 535 animales faenados y el promedio mensual de animales sacrificados fue 227 vacunos, 130 porcinos y en menor proporción ovinos. Por lo que se puede señalar que el 63,0% corresponde a vacuno, el 36,0% a porcino y el 1,2% son caprinos de animales faenados en el Camal Municipal de Nueva Cajamarca (ver Figura 20).

El registro de ganado faenado fue de 26 días por mes durante siete meses; de los cuales se determinó que los días lunes y sábados se sacrifican en promedio 10 ganados porcinos y 16 ganados vacunos, y los días comprendidos entre martes a viernes se faenan en promedio cuatro porcinos y cinco vacunos (ver Tabla 23). Es decir, entre los días lunes y sábado se cubre el 57.6% de animales faenados y el resto de días (martes-viernes) solo el 42.4% (ver Figura 21).

Tabla 22

*Número de animales sacrificados por mes en el Camal Municipal de Nueva Cajamarca*

<b>Mes</b>	<b>Ovinos</b>	<b>Porcinos</b>	<b>Vacunos</b>
Marzo	1	130	250
Abril	3	152	246
Mayo	0	134	224
Junio	13	137	212
Julio	3	120	218
Agosto	9	127	222
Setiembre	2	110	220
Total/7 meses	31	910	1592
Total, general		2535	
Promedio/mes	4.4	130.0	227.7

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 23

*Animales faenados por día en el Camal Municipal de Nueva Cajamarca, entre los meses de marzo-setiembre, 2017*

Días	Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre	
	P*	V*	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V
Lunes	11	21	11	19	9	15	9	18	6	17	6	15	7	18
Martes	2	5	3	5	1	3	3	5	2	3	1	7	4	4
Miércoles	1	6	5	5	7	3	2	3	3	2	3	2	5	4
Jueves	7	8	3	6	2	8	4	5	2	7	7	6	1	4
Viernes	5	5	8	5	5	5	7	8	4	5	3	5	3	8
Sábado	7	15	8	16	8	18	7	14	5	12	8	16	25	50
Total, por semana	33	60	38	56	32	52	32	53	22	46	28	51	4	8
Promedio diario de ganado faenado: lunes y sábado										Porcino	10	Vacuno	16	
Promedio diario de ganado faenado: martes-viernes										Porcino	4	Vacuno	5	

Fuente: Elaboración propia. \*P: Porcino, \*V: Vacuno

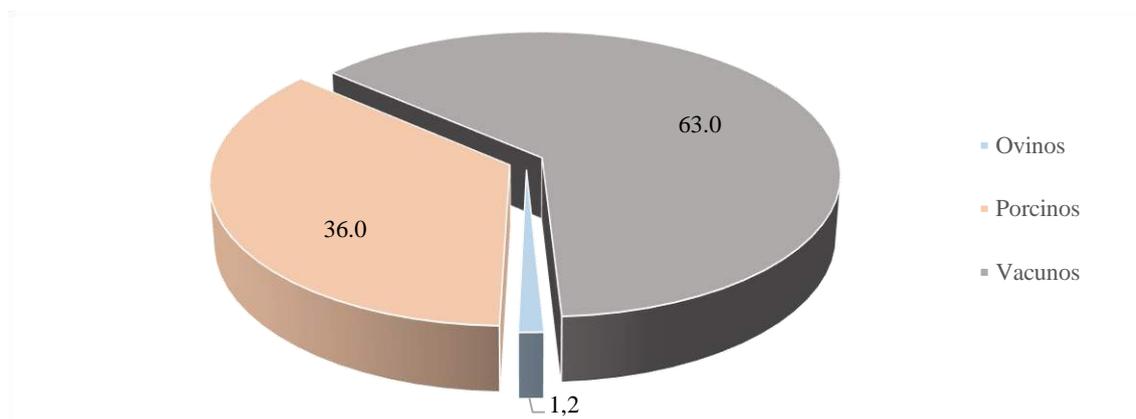


Figura 20. Porcentaje mensual del faenamamiento de animales en el Camal Municipal de Nueva Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia.

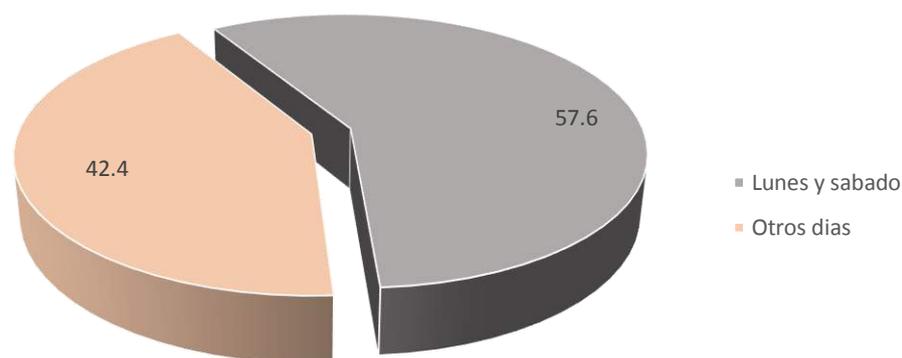


Figura 21. Porcentaje sobre los días que se realizan con mayor frecuencia, actividades de faenamiento en el Camal Municipal.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.6. Identificación de macroinvertebrados, Resultados del objetivo N° 2

En la Tabla 24, se muestran los resultados de macroinvertebrados donde los individuos que más predominan en la parte alta aguas arriba y aguas abajo, son del orden Odonata y Coleoptera, la metodología utilizada demuestra que el tipo de agua del canal Galindona corresponde a aguas de calidad mala con un puntaje ABI de 26, valores numéricos que oscilan entre 1 y 10 a cada familia dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación (ver Tabla 7).

Tabla 24

Macroinvertebrados identificados en el canal Galindona

Phylum	Orden	Familia	Parte alta/ N° de individuos	Parte baja/ N° de individuos	Puntuación (ABI)
Arthropoda	Odonata	<i>Gomphidae</i> (Vander Linden, 1825)	33	27	8
Arthropoda	Odonata	<i>Coenagrionidae</i> (Linnaeus, 1758)	41	38	6
Arthropoda	Diptera	<i>Psychodidae</i> (Enderlein, 1937)	39	56	3
Arthropoda	Diptera	<i>Syrphidae</i> (Linnaeus)	10	16	1
Arthropoda	Diptera	<i>Chironomidae</i> (Pape T. & Thompson F.C.)	13	21	2
Mollusca	Basommatophora	<i>Physidae</i> (Solem)	12	48	3
Arthropoda	Coleoptera	<i>Dytiscidae</i> (Dettner)	21	60	3
<b>Total</b>					<b>26</b>

Fuente: Elaboración propia.

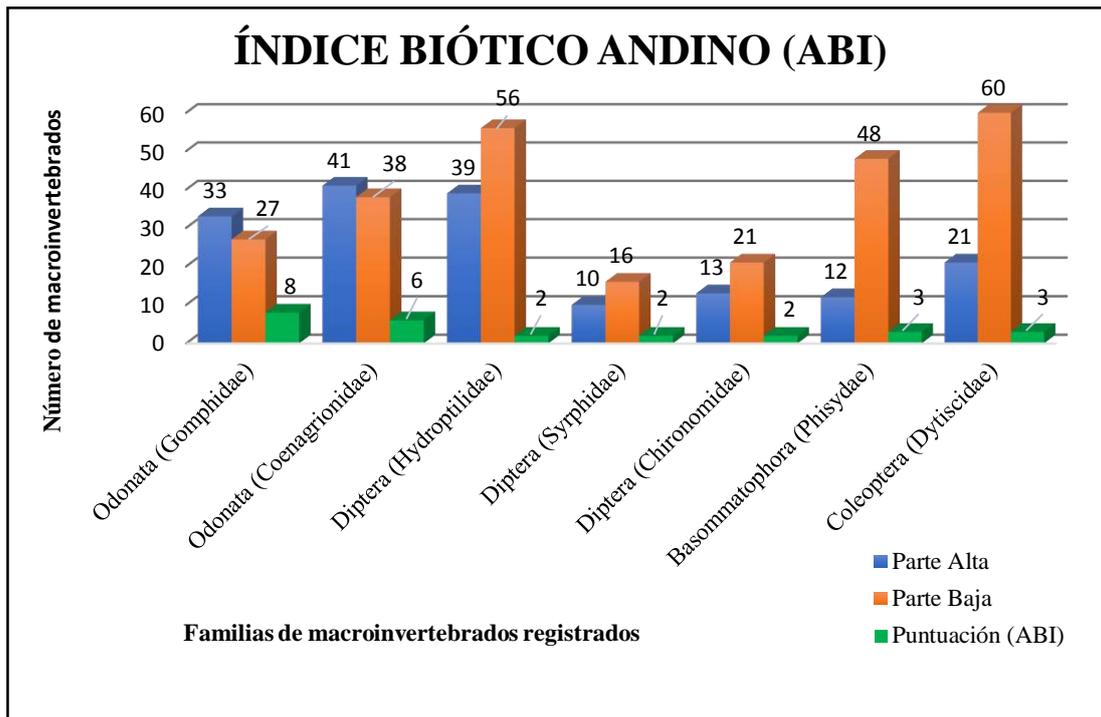


Figura 22. Índice de calidad biológica del agua por el método ABI.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. Macroinvertebrados identificados en el canal Galindona.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.7. Muestreo de especies acuáticas en río Yuracyacu

Se realizó el Biomonitorio del ecosistema acuático del río Yuracyacu, con la finalidad de realizar un comparativo de especies identificadas en el canal Galindona. Esto debido, a que el río Yuracyacu discurre sus aguas en tiempo de avenidas. En años anteriores era un tributario para las épocas de estiaje, donde proveía de agua para las actividades de cultivo de arroz que se realizaban en la parte baja del Distrito de Nueva Cajamarca. Las especies que se lograron coleccionar corresponde a organismos que habitan en cuerpos de aguas con características físicas, químicas y biológicamente saludables, el cual se procedió a realizar un comparativo con las especies existentes en el canal Galindona, donde obtuvimos como resultado que no existía ninguna especie semejante, por lo que se puede afirmar que los efluentes que se descargan del Camal Municipal sin un previo tratamiento y con alta carga orgánica han provocado la manera significativa en la modificación del ecosistema acuático, del canal Galindona (ver Tabla 25).

Tabla 25

*Especies identificadas en el río Yuracyacu*

Phylum	Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia	Puntuación ABI
Arthropoda	Perlidae	Diploperla duplicata	Plecoptera	Perlodidae (Banks, 1920)	8
Euarthropoda	Libélulas	Clubtail	Odonata	Gomphidae naiad (Solem)	8
Chordata	Carachama	Hypostomus levis	Siluriforme	Loricariida ( <i>Chuctaya, J., Sarmiento, J. &amp; Maldonado</i> )	2
Chordata	Bagre	Chasmocranus quadrizonatus	Siluriforme	Heptapterida ( <i>Velásquez, M. 2016</i> )	
Chordata	Pocha común	Cheirodon pisciculus	Characiformes	Characidae ( <i>Solem</i> )	

Fuente: Elaboración propia.

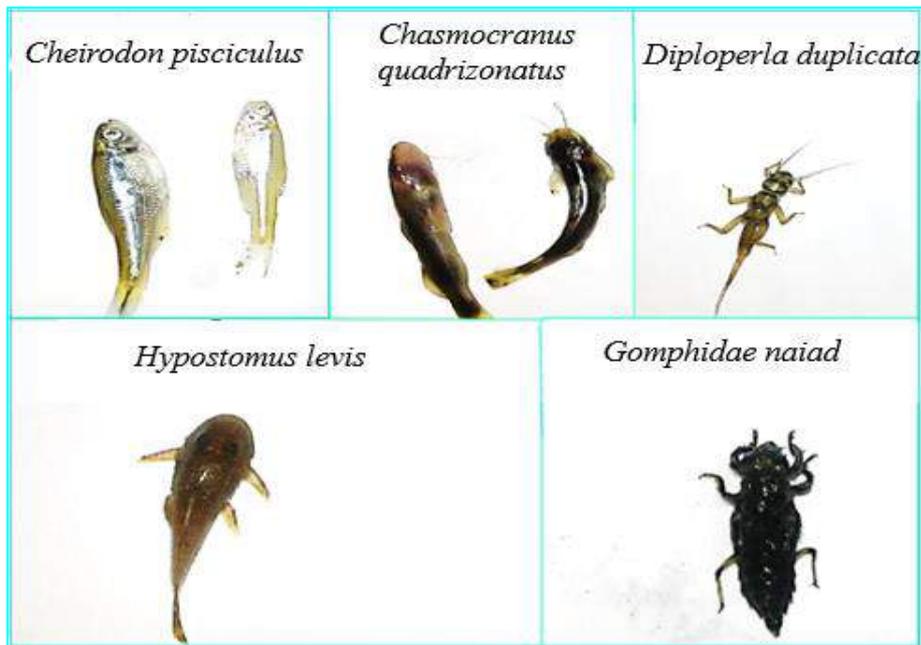


Figura 24. Macroinvertebrados identificados en el río Yuracyacu.

Fuente: Elaboración propia.

El ABI determina que las especies tienen requerimientos fisicoquímicos y relaciones con otras especies. A partir de estas necesidades, cada especie presenta límites de tolerancia a las condiciones ambientales para poder sobrevivir, si la presencia de contaminantes en el agua, altera las condiciones naturales del ambiente, estas especies de macroinvertebrados pueden extinguirse o disminuir en diferentes magnitudes de acuerdo a los distintos niveles de sensibilidad de cada especie.

### 3.1.8. Determinación del impacto ambiental, Resultados del objetivo N° 3

#### 3.1.8.1. Descripción del área de influencia

El área influenciada por el vertimiento del efluente líquido comprendió la zona urbana de la ciudad de Nueva Cajamarca en un recorrido aproximado de 200 metros parte baja del canal después de la zona del vertimiento, dicha zona se encuentra en su mayoría poblada por casas habitacionales, restaurantes, talleres de mecánicas, instituto y terrenos de cultivo (ver Apéndice 11).

### 3.1.8.2. Descripción del medio biótico

En la Tabla 26, se muestran que las especies de flora más representativas en las riveras adyacente al canal Galindona son *Colocasia esculenta*, *Sorghum bicolor*, *Brachiaria decumbens*, *Dichondra repens*, *Commelina erecta*, *Urtica*, *Ricinus communis*. Sin embargo, se observó que algunas especies son muy predominantes debido a que toleran presencia elevada de materia orgánica (*Commelina erecta* y *Dichondra repens*), y esto se relaciona por la presencia de efluentes derivados del vaciado de las aguas residuales del Camal Municipal (ver Apéndice 11). Así mismo, El área de influencia se encuentra impactada por el crecimiento demográfico del distrito rodeado de viviendas y áreas de cultivo de maíz, plátano y cacao provocando la extinción parcial del área florística (ver Apéndice 11).

En la Tabla 27, se puede apreciar las especies de faunas registradas; de los cuales se puede mencionar al *Picoides nuttallii*, *Cathartes aura* y *Ardeidae* como las más comunes; así mismo, se identificaron patos domésticos y perros que junto a los gallinazos son atraído por los residuos eliminados por el Camal Municipal que se ubican preferentemente justo en el vertimiento hacia el canal Galindona (ver Apéndice 11).

### 3.1.7.3. Nivel de impacto ambiental

En las Tablas 28 y 29, se muestran los factores ambientales biológicos, biótico y socioambientales evaluados, estos están relacionados con las actividades que se desarrollan en el Camal Municipal desde el reposo del ganado, matanza y desangrado, pelado, lavado de instalaciones, lavado y preparación de menudencias y reposo a campo abierto de órganos no aprovechados, estas actividades principalmente generan residuos sólidos, residuos líquidos (sangre), emisión de CO<sub>2</sub> y olores.

De acuerdo al análisis de factores ambientales afectados por las actividades del Camal Municipal utilizando la matriz de Leopold, se determinó un nivel de impacto ambiental negativo alto de - 2 300 (ver Tabla 30).

#### **3.1.7.4. Categorización de impactos afectados**

En la Figura 25, se puede apreciar el nivel cuantitativo de los factores ambientales afectados por los efluentes generados en el Camal Municipal, vertidos hacia el canal Galindona. Así mismo, se puede mencionar que los factores agua, aire, paisaje, salubridad y la presencia de vectores, muestran efectos negativos altos que han sido generado por las actividades que se realizan por el faenamiento de ganado vacuno, porcino y ovino cuyas actividades usan como elemento principal al agua.

De igual manera en la Figura 26, se puede señalar que la ejecución de actividades como el reposo de animales, matanza y desangrado, pelado, lavado de instalaciones de evisceración, lavado de menudencias y reposo a campo abierto de órganos no aprovechables generan subproductos como residuos sólidos, efluentes, residuos líquidos, gases, olores y emisión de CO<sub>2</sub>. Según nuestros resultados son los efluentes y residuos sólidos con mayor influencia sobre el ambiente.

Tabla 26

*Especies de plantas existentes en las riberas del canal Galindona*

N <sup>o</sup>	Nombre científico	Nombre común	Súper orden	Género	Familia	Orden	Clase	Sub clase
1	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Bituca	Lilianae Takht	Colocasia Schott	Araceae Juss.	Alismatales R	Equisetopsida C. Agardh	Magnoliidae Novák ex Takht.
2	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Sorgo o zahína	Lilianae Takht	Sorghum Moench	Poaceae Barnhart	Poales Small	Equisetopsida C. Agardh	Magnoliidae Novák ex Takht
3	<i>Brachiaria decumbens</i> (Speke & Grant 488)	Brecaria	Lilianae Takht.	Brachiaria	Poaceae Barnhart	Poales Small	Equisetopsida C. Agardh	Magnoliidae Novák ex Takht
4	<i>Dichondra repens</i> (J.R. Forst. & G. Forst)	Oreja de ratón	Asteranae Takht.	Dichondra	Convolvulaceae Juss	Solanales Juss	Equisetopsida C. Agardh	Magnoliidae Novák ex Takht
6	<i>Commelina erecta</i> (Linnaeus)	Ñule	Lilianae Takht	Commelina L.	Commelinaceae Mirb.	Commelinales Mirb	Equisetopsida C. Agardh	Magnoliidae Novák ex Takht
7	<i>Urera baccifer</i> (L.) Gaudich	Ortiga	Rosanae Takht	Urera Gaudich.	Urticaceae Juss	Rosales Bercht	Equisetopsida C. Agardh	Magnoliidae Novák ex Takht.
8	<i>Ricinus communis</i> L.	Recino	Rosanae Takht	Ricinus L	Euphorbiaceae Juss	Malpighiales Juss	Equisetopsida C	Magnoliidae Novák ex Takht.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27

*Especies de fauna registradas en la rivera y adyacente al canal Galindona*

<b>N°</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Orden</b>	<b>Clase</b>
1	Pájaro carpintero	<i>Picoides nuttallii</i> (Gambel)	Picidae	Piciformes	Aves
2	Garza blanca	<i>Ardea alba</i> (Linnaeus)	Ardeidae	Pelecaniformes	Aves
3	Gallinazo	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein)	Cathartidae	Accipitriformes	Aves
4	Azulejo	<i>Thraupis episcopus</i> (Linnaeus)	Thraupidae	Passeriformes	Aves
5	Turricha	<i>Troglodytes aedon</i> (Vieillot)	Troglodytidae	Passeriformes	Aves
6	Sapo	<i>Adenomus kandianus</i> Günther)	Bufo	Anura	Amphibia
7	Mariposa azul	<i>Morpho didius</i> (Hopffer)	Nymphalidae	Lepidoptera	Insecta
8	Pato doméstico	<i>Anas platyrhynchos</i> (Linnaeus)	Anatidae	Anseriformes	Aves
9	Rata	<i>Leporillus conditor</i> (Sturt)	Muridae	Rodentia	Mammalia

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28

Matriz de identificación de impactos ambientales

Actividades del Camal		Reposo de ganado		Matanza y desan grado	Pelado	Lavado de instalaciones de evisceración			Lavado y preparación de menudencias			Reposo a campo abierto de órganos no aprovechados			Afectaciones negativas	Afectaciones positivas	Puntaje acumulado
		Residuos sólidos	Residuos Líquidos	Efluentes (Sangre)		Residuos sólidos	Efluentes	Residuos sólidos	Efluentes	Emisión de CO <sub>2</sub>	Residuos	Efluentes	Emisión de olores				
Medio biológico	Contaminación del aire	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13	0	13	
	Contaminación del Agua.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	0	12	
	Contaminación del Suelo	+	X	X	+	X	X	+	+	+	X	+		4	7	11	
Medio biótico	Flora acuática			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9	0	9	
	Fauna acuática			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10	0	10	
Medio-socio ambiental	Vista panorámica y Paisaje	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	0	12	
	Salubridad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13	0	13	
	Presencia de vectores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	0	12	
		Puntaje acumulado															
# afectaciones negativas		5	6	8	7	8	7	8	7	7	4	8	5	6			
# afectaciones positivas		1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

Matriz de valoración de impactos ambientales

Actividades del Camal		Reposo de ganado		Matanza y desangrado		Pelado		Lavado de instalaciones de evisceración			Lavado y preparación de menudencias			Reposo a campo abierto de órganos no aprovechados			Afectaciones negativas	Afectaciones positivas	Puntaje acumulado
		Residuos sólidos	Residuos Líquidos	Efluentes (Sangre)	Residuos sólidos	Efluentes	Residuos sólidos	Efluentes	Residuos sólidos	Efluentes	Emisión de CO <sub>2</sub>	Residuos	Efluentes	Emisión de olores					
Medio biológico	Contaminación del aire	-3/5	-3/5	-1/3	-1/5	-7/10	-7/10	-6/7	-6/6	-6/6	-5/3	-5/3	-6/3	-7/5	13	0	13		
	Contaminación del Agua.	-1/5	-3/5	-7/5	-4/5	-7/10	-7/10	-4/5	-5/7	-5/7		-5/5	-7/7	-5/7	12	0	12		
	Contaminación del Suelo	+3/3	-1/3	-5/1	+1/3	+7/5	-7/5	+5/5	+5/5	+5/5		-3/5	+3/5		5	7	11		
Medio biótico	Flora acuática			-5/3	-5/5	-7/10	-7/10	-5/5	-5/5	-5/5		-3/1		-1/1	9	0	9		
	Fauna acuática			-5/5	-5/5	-6/10	-6/10	-5/10	-5/10	-5/10	-1/1	-3/3		-1/3	10	0	10		
Medio-socio ambiental	Vista panorámica y Paisaje	-5/5	-5/5			-7/10	-5/10	-5/7	-5/7	-5/7	-5/5	-7/7	-7/7		12	0	12		
	Salubridad	-5/3	-5/3	-1/1	-3/1	-6/10	-6/10	-4/5	-4/5	-4/5	-3/5	-5/7	-5/7	-7/7	13	0	13		
	Presencia de vectores	5/5	-5/5	-3/1	-3/1	-7/10	-7/10	-5/5	-5/5	-5/5		-6/5	-6/5	-7/5	12	0	12		
		<b>Puntaje acumulado</b>																	
# afectaciones negativas		5	6	8	7	8	7	8	7	7	7	4	8	5	6				
# afectaciones positivas		1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30

Matriz de valoración cualitativa de impacto

Valoración cualitativa de impactos		Reposo de ganado			Matanza y desangrado		Pelado		Lavado de instalaciones de evisceración		Lavado y preparación de menudencias			Reposo a campo abierto de órganos no aprovechados			Puntaje acumulado
		Residuos sólidos	Residuos líquidos	Efluentes (Sangre)	Residuos sólidos	Efluentes	Residuos sólidos	Efluentes	Residuos sólidos	Efluentes	Emisión de CO <sub>2</sub>	Residuos	Efluentes	Emisión de olores	Afectaciones negativas	Afectaciones positivas	
< 100 = Leve, 100 – 300 = Moderada < 300 – 450 =Alta > 450 = Muy alta																	
Medio biológico	Contaminación del aire	-15	-15	-3	-5	-15	-70	-70	-42	-36	-25	-15	-18	-35	13	0	-
	Contaminación del Agua.	-5	-15	-35	-20	-35	-70	-70	-20	-35		-25	-49	-35	12	0	-
	Contaminación del Suelo	9	-3	-5	3	-1	35	-35	25	25		15	15		5	7	83
Medio biótico	Flora acuática			-15	-25	-25	-70	-70	-25	-25	-3		-1	9	0	-	
	Fauna acuática			-25	-25	-25	-60	-60	-50	-50	-1	-9	-3	10	0	-	
Medio-socio ambiental	Vista panorámica y Paisaje	-25	-25				-70	-50	-35	-35	-25	-49	-49		12	0	-
	Salubridad	-15	-15	-1	-3	-1	-60	-60	-20	-20	-15	-35	-35	-49	13	0	-
	Presencia de vectores	-25	-25	-3	-3	-5	-70	-70	-25	-25		-30	-30	-35	12	0	-
Puntaje acumulado		-76	-98	-87	-78	-107	-435	-485	-192	-201	-66	-151	-166	-158			-2300
		Puntaje acumulado															
# afectaciones negativas		5	6	8	7	8	7	8	7	7	4	8	5	6			
# afectaciones positivas		1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0			

Fuente: Elaboración propia.

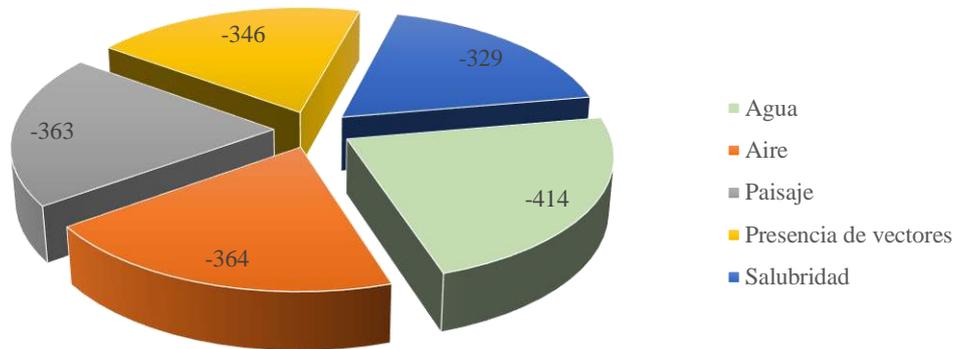


Figura 25. Valor cuantitativo de los factores ambientales afectados por el vertimiento de efluentes sobre el canal Galindona

Fuente. Elaboración propia.

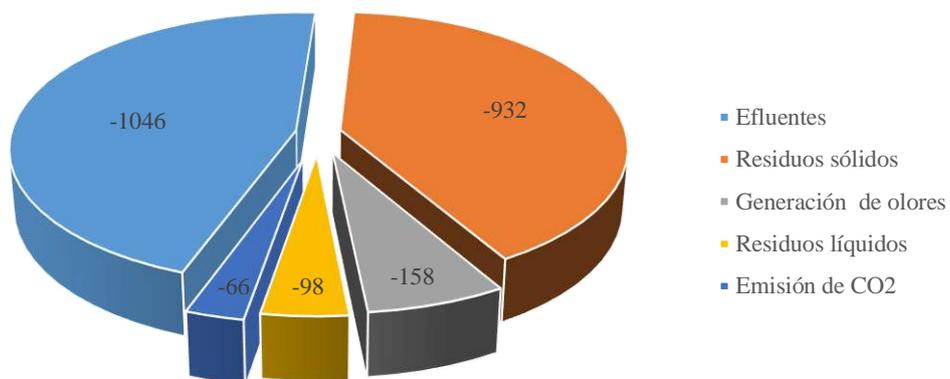


Figura 26. Nivel de impacto generado por las actividades realizadas en el Camal Municipal.

Fuente. Elaboración propia.

### 3.1.7.5. Descripción de los impactos ambientales

El proceso de vertimiento de efluentes residuales del Camal Municipal al canal Galindona produce impactos ambientales significativos afectando el equilibrio ecológico.

### **a. Contaminación hídrica**

La etapa de sacrificio es la actividad que más provoca la generación de los residuos líquidos y sólidos, se pudo identificar que en el proceso de limpieza de la carne, lavado de vísceras, materia fecal, desangrado y lavado de la zona de sacrificio, estas son las actividades que más generan la acumulación de carga orgánica, como son: trozos de carnes, grasas, sangre, rumen, pelo, pezuñas, que fluyen con dirección a un desagadero que posteriormente a través de tuberías conectan con el canal Galindona sin un previo tratamiento, provocando serios problemas, ocasionando la ausencia del oxígeno disuelto en el agua, alterando la existencia de especies acuáticas sensibles a la contaminación y cubriendo de olores fétidos el recurso hídrico, con presencia de sedimentos el fondo o área mojada del canal Galindona, todas estas alteraciones en el medio acuático han provocado la desaparición de la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos naturales que algún momento existieron, cuando el canal Galindona mantenía sus características físicas saludables (ver Apéndice 11).

### **b. Contaminación de aire**

Se logró constatar que producto del vertimiento de efluentes sin tratamiento que arrastran consigo restos de trozos de grasa, carnes, vísceras, huesos, sangre, etc. a los que se suma la actividad bacteriana que produce la descomposición de la materia orgánica emanando olores nauseabundos y metano al ambiente. Los efectos de esta contaminación varían de acuerdo a las estaciones ambientales en las épocas de avenidas que el caudal supera los  $10 \text{ m}^3$ , por consiguiente, disminuye la carga bacteriana porque a mayor caudal, transportan los compuestos vertidos hacia la parte baja del canal Galindona, sin embargo, en épocas de estiaje aumenta la retención de la materia orgánica ya que la disminución del caudal de  $1.25 \text{ m}^3$  dificulta el transporte de estos compuestos aumentando su concentración en el área.

Con el aumento de la densidad de concentración de materia orgánica en el área de estudio en tiempos de isolación, estos compuestos orgánicos desprenden sulfuro de hidrógeno emanando olores nauseabundos.

### **c. Contaminación del Suelo**

En lo que concierne el suelo no se ve afectado con el vertimiento de efluentes, razones por la cual arrastra consigo compuestos orgánicos biodegradables como: partes de vísceras, estiércol, grasas y desperdicios, lo cual constituye el aporte de materia orgánica para el suelo.

### **d. Impacto sobre la fauna**

De acuerdo a la matriz de evaluación de impactos, la fauna ocupa el quinto lugar con un puntaje numérico de 308, esto indica la influencia del vertimiento de los efluentes líquidos que trae consigo restos de carnes, que atraen a carroñeros, roedores, moscas y perros, los cuales se convierten en ahuyentadores de la fauna nativa de la zona.

### **e. Impacto sobre la flora**

La flora no presenta afectación alguna, esto se debe a que la zona de intervención de dicha investigación, se ubica dentro de parte urbana de la ciudad de Nueva Cajamarca lo cual se convierte en áreas intervenidas por el incremento demográfico.

### **f. Impacto sobre el paisaje**

El área de influencia con relación a los impactos ambientales generados por los vertimientos de efluentes sin previo tratamiento, muestra una vegetación limitada con presencia de matorrales y herbáceas producto del crecimiento demográfico del distrito de Nueva Cajamarca y zonas de cultivos temporales y perennes, con estas características presentes, la zona deja percibir las más mínimas alteraciones generadas y es el caso de la calidad del agua, presencia de vectores, materia orgánica, olores fétidos, que deterioran la calidad del paisaje.

- **Atributos del paisaje que determinan la calidad paisajística.**

- Biofísicos: En este atributo se logró identificar la calidad del agua que se encontraba en pésimas condiciones de salubridad, la cobertura vegetal con un

porcentaje bajo, con estratos arbustivos y herbáceos, con presencia y diversidad de fauna baja.

- Estéticos: La forma del paisaje con relación a la diversidad que presenta es baja, color de la diversidad medio con textura fina.
- Estructurales: Se logró constatar la naturalidad antrópica en un rango alto por la presencia cercana de viviendas y calles.

Por lo que se puede mencionar que la calidad visual del paisaje a través de su excelencia que presenta es determinadamente de baja calidad.

#### **g. Impacto sobre la Salud**

El impacto sobre la salud se produce producto del aumento de la densidad de materia orgánica que se acumula del vertimiento del efluente del Camal Municipal en el área de estudio, en tiempos de insolación estos compuestos orgánicos desprenden sulfuro de hidrógeno, lixiviados, metano, olores nocivos y la presencia de vectores que ostentan ser causa de enfermedades a las personas que viven en inmediaciones del área de influencia del estudio de investigación.

#### **h. Presencia de vectores**

Los vertimientos de efluentes líquidos producto del sacrificio de animales en el Camal Municipal inician en horas de la mañana aproximadamente las 4: 00 de la mañana hasta las 7:00 am, de allí en adelante empiezan la preparación de lavado y cocción de vísceras, estas aguas residuales vertidas sin un previo tratamiento generan un ambiente con capacidad de atraer la presencia de vectores como: gallinazos, perros, ratas, moscas y mosquitos, creando focos de atracción de más especies perjudiciales y nocivas.

Es importante indicar que el canal Galindona fue uno de los canales que abastecía de agua con gran magnitud para una de las actividades principales en el distrito de Nueva Cajamarca, el cultivo de arroz, como también para la crianza de ganado vacuno en la parte baja que hoy en día es lamentable ver sus características de calidad.

La calidad del agua del cuerpo receptor a 40 metros aguas abajo del punto de mezcla presenta algunos parámetros con resultados que sobrepasan lo establecido por los

Estándares de Calidad Ambiental (ECA – agua) para Agua Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático E2: Ríos (selva), y causan impacto sobre el ecosistema alterando su estado natural.

### 3.2. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos sobre la calidad de agua en el canal Galindona muestran que los parámetros como DBO<sub>5</sub>, DQO, fósforo, Coliformes termotolerantes superan los estándares de calidad ambiental (ECA - agua) en el punto de muestreo número dos (P2) ubicado aguas abajo después del punto de mezcla. Esto debido a la elevada carga orgánica con la que se descargan los efluentes del Camal Municipal, dado que no existe un sistema de tratamiento previo de los efluentes líquidos; Niño (2015) concluyó que los efluentes del Camal municipal de Lambayeque, en los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO, Fósforo Total estaban por encima según lo señalado en Decreto Supremo N° 001-2019 del Ministerio del Ambiente.

De igual forma Sánchez (2005) menciona que en vertimiento de efluentes de los Camales, la sangre es el contaminante principal que contribuye una Demanda Química de Oxígeno entre 3 000 – 15 000 mg/l y una alta concentración de nitrógeno, con relación carbono/nitrógeno correspondiente al orden de 3:4. Y según Metcalf y Eddy (1995) y la UNESCO (2017b) es la liberación de esta materia biodegradable la responsable de ocasionar efectos sobre la DBO<sub>5</sub>, dado que dentro de sus componentes contiene proteínas, carbohidratos y grasas, que al descargarse sin un previo tratamiento biológico, puede llevar al agotamiento del oxígeno y favorecer el desarrollo de microorganismos sépticos y por ende afectar la vida acuática

La determinación de Coliformes Termotolerantes permitieron distinguir que el grado de contaminación fecal generado por el estiércol de los animales faenados sobre el agua del canal Galindona, superaron el estándar de calidad ambiental (ECA- agua) de 2 000 NMP/100 ml a 102 333 NMP/100 ml como valor promedio, coincidiendo con Espinoza (2017), que reportó que los coliformes termotolerantes vertidos por el Camal Municipal del distrito de Tumán fue de 22 0000 NMP/100 ml.

Al realizar la identificación de macroinvertebrados en el canal Galindona se comprobó que aguas arriba del punto de mezcla existe más distribución de familias que son menos sensibles a la contaminación, como por ejemplo del orden Odonata, Diptera y Coleoptera. Y aguas abajo después del punto de mezcla, se desarrollan especies con mayor tolerancia a la contaminación, como son las familias del orden Coleoptera, Diptera y Basommatophora; por lo que queda demostrado que la incorporación de sangre, estiércol, rumen y restos de vísceras que se vierte del Camal Municipal, altera los tipos de especies de macroinvertebrados acuáticos y determinan la diversificación de familias con relación al número y tipos de especies existentes en el ecosistema acuático del canal Galindona, coincidiendo con Daza y Mora (2016) quienes en su estudio identificaron que después del vertimiento de efluentes reconocieron individuos del orden Diptera (Hydroptilidae), manifestando que estas se desarrollan en ambientes con abundancia de materia orgánica y corresponde a aguas pobres en calidad.

De igual manera Bullón (2016) en su estudio de caracterización de calidad de agua mediante la utilización de índices biológicos, realizó la colecta de macroinvertebrados, llegando a obtener resultados de variabilidad de densidad de familias en los diferentes puntos de muestreo, para lo cual deduce que este factor se debe a la disminución de la calidad del agua y a los productos comestibles que se encuentra en ella, se puede mencionar que aguas arriba del efluente, la calidad del agua permite la existencia de organismos con un nivel de sensibilidad superiores a los encontrados en la parte baja ya que estos a comparación son más tolerantes a la contaminación y tienden a vivir en aguas con elevados niveles de contaminación y carga orgánica, esto permite afirmar que la calidad del agua después del vertimiento es de menos calidad, que aguas arriba antes del vertimiento.

El resultado de los impactos ambientales obtenido en el área del vertimiento de efluentes del Camal Municipal sobre el canal Galindona utilizando la matriz de impactos Leopold, arrojó un impacto ambiental negativo alto que está afectando factores ambientales como el al aire, agua, suelo, paisaje y la presencia de vectores producto de las descargas generadas por el Camal, coincidiendo con los resultados obtenidos por Azabache y Ruiz (2012) quienes evaluaron los impactos ambientales del Camal

Municipal de Moyobamba a través de una matriz de causa – efecto, en donde mencionan que los mayores impactos generados, se relacionan con la disposición final del efluente y de los residuos sólidos, afectando de manera significativa el recurso agua, suelo y aire, en su estudio describe que los principales contaminantes que causan impactos ambientales son: La generación de vertidos de aguas residuales y los residuos sólidos, señalando también que las operaciones que provocan la mayor cantidad de impactos son: La estabulación, el desangrado, el escaldado, el lavado, la evisceración, la limpieza de equipos e instalaciones, recogida y almacenamiento de residuos.

De igual forma Cadena (2009) y Castro y Vinuesa (2011) coinciden que las aguas residuales cuando son descargadas a los cuerpos de agua, provocan impactos negativos considerables sobre el sistema acuático, razones en que estos aprovechan el oxígeno para la oxidación y estabilización de la materia orgánica, provocando grave modificación del estado físico, químico, bacteriológico y biológico.

## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

1. En base a los resultados de comparación del análisis de calidad de agua y del índice ABI de los puntos de control ubicados aguas arriba (Punto 1) y aguas abajo (Punto 2) del punto de mezcla se logró determinar que si existe influencia del vertido del efluente líquido del Camal Municipal de Nueva Cajamarca sobre el ecosistema acuático del canal Galindona, por el notorio cambio de la magnitud de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, así como también la disminución de la abundancia de especies de fauna acuática sensibles a la contaminación.
2. Se determinó que los parámetros fisicoquímico y microbiológico del efluente líquido del Camal Municipal de la ciudad de Nueva Cajamarca vertido en el cuerpo de agua altera su composición, tal como lo evidencia el tratamiento de los datos del análisis de calidad de agua realizado a 18 muestras obtenidas a 40 metros aguas abajo del punto de mezcla en los meses de Marzo, Mayo y Agosto, sobrepasando lo establecido por los Estándares de Calidad Ambiental para el agua (D.S. N° 004-2017-MINAM. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, sub categoría E2: Ríos (selva)), siendo los parámetros de: DBO<sub>5</sub> = 22.3 mg/l, DQO = 74 mg/l, fósforo total = 16.8 mg/l, y coliformes termotolerantes = 77 250 NMP/100 ml, los que están por encima de lo establecido en el ECA – Agua.
3. Se logró determinar a través del método ABI que aguas abajo del punto de mezcla la calidad del agua tiene un valor igual a 26 lo cual demuestra que está altamente contaminada. La existencia de especies con mayor dominancia en la parte baja corresponden al orden Coleoptera, Diptera y Basommatophora, teniendo como características de ser muy tolerantes a la contaminación. También se hizo un biomonitoreo de las especies que existen en el río Yuracyacu (del cual deriva este canal), en el cual se identificaron especies sensibles que no se encontraron en el cuerpo de agua del canal Galindona, lo cual demuestra que este ha perdido sus condiciones naturales, de apariencia física y su capacidad para albergar un ecosistema de aguas de calidad aceptable, provocando la pérdida de la biodiversidad, con relación al número, variedad y variabilidad de los organismos vivos.

4. El resultado de la matriz de valoración cualitativa de los impactos (matriz de Leopold) correspondiente al vertido de efluente líquido del camal Municipal en el canal Galindona sin ningún sistema de tratamiento dan como resultado un valor negativo alto (-2 300) lo cual está relacionado a impactos producidos en el aire, agua, suelo, paisaje y a la población aledaña por la presencia de vectores y olores nauseabundos. La población de la parte baja se ve afectada debido a que el agua es usada como bebedero para animales vacunos y como regadío para cultivos.

## **CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES**

1. Por los resultados obtenidos en la calidad de agua del canal Galindona y de la evaluación de impacto ambiental (negativo alto) ocasionado por el vertido de efluentes del Camal Municipal ubicado en el área urbana de la ciudad de Nueva Cajamarca hacia el ecosistema acuático de canal Galindona, se pide hacer de conocimiento público la presente investigación, para que los organismos competentes como la municipalidad de Nueva Cajamarca, Ministerio de Salud y órganos desconcentrados del Ministerio del Ambiente, tomen las acciones correctivas con la finalidad de revertir esta problemática. Así mismos, este estudio sirva de base para futuras investigaciones.
2. Como solución inmediata el Camal Municipal debe adoptar tecnologías apropiadas que le permitan minimizar el consumo del recurso agua, bajo el principio de eco eficiencia, así mismo dar un valor agregado a los residuos que se desaprovechan en el proceso de faenamiento, ya que al ser eliminados sin ningún tratamiento sus efectos al ambiente son altamente perjudiciales, pues afectan directamente a los seres vivos, las plantas y la salud de las personas.
3. El ente administrativo del Camal Municipal debe implementar un sistema de tratamiento de residuos y efluentes, el que debe estar acompañada de un sistema de gestión ambiental y un plan de manejo de residuos líquidos y sólidos, así mismo establecer las medidas correctivas, con el objetivo de proteger el medio ambiente.
4. Como solución definitiva la municipalidad distrital de Nueva Cajamarca, debe priorizar la reubicación del Camal Municipal a las afueras del área urbana de la ciudad, dando cumplimiento a lo establecido por SENASA en el Art. 23°, Plan de Ordenamiento Territorial y proponer un proyecto de infraestructura con instalaciones apropiadas.

5. Una vez reubicado el Camal Municipal se propone la implementación de un biofiltro de humedal artificial para el tratamiento del efluente líquido, con el objetivo de reducir la contaminación de las aguas del canal Galindona; el cual es recomendado porque tiene un bajo costo de operación y mantenimiento y es compatible con el ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, AWWA, WPCF. (2005). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. (17.<sup>a</sup> ed.). Recuperado de [www.mwa.co.th/download/file\\_upload/SMWW\\_1000-3000.pdf](http://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf).
- Acosta, R. C. R. (2009). *Estudio de la cuenca alto andina del río Cañete (Perú): distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y caracterización hidroquinona de sus cabeceras cársticas*. (Tesis Doctoral.) Universidad de Barcelona. Recuperado de [http://www.ub.edu/riosandes/docs/TESIS\\_RAUL\\_ACOSTA.pdf](http://www.ub.edu/riosandes/docs/TESIS_RAUL_ACOSTA.pdf)
- Álvarez, L. (2005) *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua* (Proyecto). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt Bogotá. Recuperado de <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31357/05-0424PS.pdf;jsessionid=8BCF313AE916936B67186F59F46457D6?sequence=1>
- Autoridad Nacional del Agua (2009). *Perú. Disposiciones referidas al otorgamiento de autorizaciones de vertimientos* Lima: ANA.
- Autoridad Nacional del Agua (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad del agua de los recurso hídricos superficiales*. Lima: ANA.
- Autoridad Nacional del Agua (2017). *Perú Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua* Lima: ANA.
- Azabache, L. Y. F. & Ruiz, R. R. (2012). *Propuesta de un programa de adecuación y manejo ambiental para efluentes del Camal Municipal de la ciudad de Moyobamba*. (Revista Científica) Universidad Nacional de San Martín (5), pp. 127-137. Recuperado de [www.unsm.edu.pe/revistas/articulos.pdf](http://www.unsm.edu.pe/revistas/articulos.pdf)
- Barrera, G. H. D & Ramos, L. D. C. (2007). *Propuesta para la gestión de los efluentes líquidos de origen doméstico en proyectos urbanísticos*. (Tesis de pregrado). Universidad de el Salvador. Recuperado de [http://ri.ues.edu.sv/Propuesta\\_para\\_la\\_gestión\\_de\\_los\\_efluentes\\_líquidos\\_de\\_origen\\_do.pdf](http://ri.ues.edu.sv/Propuesta_para_la_gestión_de_los_efluentes_líquidos_de_origen_do.pdf)
- Barraza, F. A. J. & Palpa CH. G. (2011). *Comparación de eficiencias en el tratamiento de las aguas residuales provenientes de un Camal utilizando en forma independiente reactores UASB y filtros contenedores a escala piloto*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de [cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3350/1/barraza\\_fa.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3350/1/barraza_fa.pdf)
- Briceño, S. K. & Castillo C. X. A. (2009). *Diagnóstico ambiental y plan de manejo para el Camal municipal de Zapotillo*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. Recuperado de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5047/1/DIAGN%C3%93STICO%20AMBIENTAL%20Y%20PLAN%20DE%20MANEJO.pdf>

- Bullón, V.E.A. (2016). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río perene, chanchamayo*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3462/Bull%C3%B3n%20Alcala.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cadena, V. A. M. (2009). *Manual para la identificación del impacto ambiental generado por las plantas de sacrificio de ganado vacuno*. (Tesis de posgrado). Escuela Superior de Administración Pública Facultad de Postgrados. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/proyecto%20abril%20200%20alexandra%20milena%20cadena%20velasco.pdf>
- Caríssimo, M. S., Del Cero P. V., Fonalleras M. C., Silva P. M. & Giordano M. I. L. (2013). *Ecosistemas acuáticos*. Recuperado de <https://ecologiaenvertebrados.wordpress.com/2016/04/28/bibliografia/>
- Carrera, C. W. A. (2015). *Evaluación del vertimiento de líquido residual y concentración biológica por la empresa de trabajos marítimos s.a. en el ecosistema acuático en la Bahía del mar Cata Cata, Ilo - Moquegua, año 2015*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Huancavelica. Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1609/MAESTRIA%20CARRERA%20CASTRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro. G. M. E. & Vinuesa, A. M. J. (2011). *Manual para el manejo de los residuos sólidos generados por el Camal Municipal de Riobamba*. (Tesis de licenciatura) Riobamba. Recuperado de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1294/1/26T00003.pdf>
- Chávez, G. D. P. (2017). *Propuesta de diseño de un tratamiento de aguas residuales en la empresa LLAGUNO S.A.* (Tesis de grado.). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23997/1/TESIS%20CHAVEZ%20GALEA%20DIEGO%20PAUL.pdf>
- Daza, F. D. S. & Mora, C. L. (2016). *Evaluación de la calidad del agua de la quebrada El Salitre, utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores para la gestión integral del recurso hídrico*. (Tesis de grado.). Universidad Santo Tomás - Bogotá. Recuperado de [https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2899/1\\_Dazafabian2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2899/1_Dazafabian2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L. F. & Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/48017573.pdf>
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias*.
- Echarri, L. (2007). *Población, ecología y ambiente*. Recuperado de <http://docplayer.es/2560018-Tema-12-relacion-hombre-ambiente-autor-luis-echarri-asignatura-poblacion-ecologia-y-ambiente-2007>.

- Encalada, C. A., Rieradevall, R., Touma, R. B., García N & Prat, N. (2011) Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S). Recuperado de [www.cera-s\\_finallmacroinvertebrados.pdf](http://www.cera-s_finallmacroinvertebrados.pdf)
- Ecofluidos Ingenieros Sociedad Anónima (2012). Estudio de la calidad de efluentes utilizadas para consumo Humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco. Lima: EISA.
- Espinoza, P. S. (2017) *Alternativas de tratamiento de aguas residuales del Camal Municipal del distrito de Tumán*. (Tesis de grado). Universidad de Lambayeque. Chiclayo, Perú. Recuperado de <http://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/111/1/TESIS%202017%20SALLY.pdf>
- Espinoza, V. V., Castillo, D. M. R. & Rovira, D. (2014). *Parámetros físico-químicos y microbiológicos como indicadores de la calidad de las aguas de la subcuenca baja del río David, Provincia de Chiriquí, Panamá*. Recuperado de <http://s2.studylib.es/store/data/007450087.pdf?key=7221cc1d974429d56d75009b849c9229&r=1&fn=7450087.pdf&t=1535147780419&p=600>
- Freire, E. P. A. (2012). *Análisis y evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa Taimsa – Ambato*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/2337/1/15T00504.pdf>
- Garmendia, S. A., Salvador, A. A., Crespo, S. C. & Garmendia, S. L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. Recuperado de <https://sociologiaambientalvcm.files.wordpress.com/2014/07/evaluacion-de-impacto-ambiental-garmendia.pdf>
- Garzón, A. I. M. (2010). *Diagnóstico ambiental del Camal Municipal de la ciudad de Santo Domingo y mejora de su gestión*. (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2480/1/CD-3184.pdf>
- González, V. F. A. & Apanu, W. J. N. (2016). *Situación sanitaria, técnica y administrativa de los Camales del departamento de Lambayeque, periodo 2016* (Tesis de grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1273/BC-TES-TMP-106.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, T. D. A. & Sánchez, C. J. S. (2014). Diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el municipio de San Marcos-departamento de Sucre. (Tesis de grado). Universidad Católica de Colombia. Recuperado de <https://docplayer.es/storage/53/32114999/1534810496/ukHag-UTxXV6ojCPnMhDaA/32114999.pdf>
- Hernández, S. P. Fernández, C. C. & Baptista, L. P. (2014) metodología de la investigación. México DF (6ta edición). Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

- Ladrera, R., Prat, N. & Rieradevall, M. (2013). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica*. (Revista didáctica 11). Recuperado de [http://www.ehu.es/ikastorratza/11\\_alea/macro.pdf](http://www.ehu.es/ikastorratza/11_alea/macro.pdf)
- Lara, V. L. E. (2011). *Las aguas residuales del Camal Municipal del Cantón Baños y su incidencia en la contaminación del río Pataza en la provincia de Tungurahua*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1611/1/Tesis%20587%20-%20Lara%20Villac%20C3%ADs%20Ligia%20Elena.pdf>
- López, C. J. A. (2015). *Determinación de la eficiencia de la laguna de oxidación de las aguas residuales del Camal Municipal del cantón lago agrio provincia Sucumbíos mediante el rediseño de la infraestructura física*. (Tesis de grado). Universidad Nacional De Loja. Recuperado de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11987/1/tesis%20lopez%20jose%2021-11-2015%20correcciones%2014-12-2015.pdf>
- López, J. (2011). *Evaluación de la eficiencia de un reactor anaerobio de flujo ascendente y manto de lodos UASB para el tratamiento de aguas residuales- escala laboratorio*. (Trabajo de tesis). Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/750/1/98208.pdf>
- Luna, A. (2013) *Alternativas para el rediseño del Camal municipal de Cantón Huaquillas*. (Tesis de posgrado) Universidad de Guayaquil. Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6115/1/TESIS%20FINAL%20A%20IMPRI MIR%202%20%23%2021.pdf>
- Metcalf & Eddy. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales - Tratamiento, vertido y reutilización*. (Vol. 1). Madrid. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/290416625/Ingenieria-de-Aguas-Residuales-Completo>
- Ministerio del Ambiente y Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Lima: MINAM y UNMSM.
- Ministerio del Ambiente (2009) *Aprueba límites máximos permisibles (LMP) para efluentes de actividades agroindustriales tales como planta de Camales y plantas de beneficio*. Lima: MINAM.
- Ministerio de Agricultura y Riego (2005). *Perú Manual N°5 Medición De Agua –Ministerio De Agricultura 2015*. Lima: MINAGRI.
- Ministerio de Educación (2010). *Perú: País maravilloso manual de educación ambiental para docentes*. Lima: MINEDU.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (2013). *Chile: Guía de Evaluación de Impacto ambiental*. Santiago de Chile: MEFT.

- Monroy, O. J. W. M. (2009). *Prevención de la contaminación del río Shushufindi, producido por vertidos líquidos de la refinería amazonas*. (Tesis de posgrado). Universidad Técnica Particular de Loja. Recuperado de [http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/8662/1/Utpl\\_Monroy\\_O%20C3%B1ate\\_Jose\\_Wiston\\_344x189.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/8662/1/Utpl_Monroy_O%20C3%B1ate_Jose_Wiston_344x189.pdf)
- Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca (2006). *Perú: Plan de Desarrollo Concertado*. 2011. Nueva Cajamarca: MDNC
- Municipalidad distrital de Nueva Cajamarca (2016). Gestión de riesgos de desastres de la ciudad de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín.
- Niño, S. C. P. (2015). *Propuesta de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2004 para el matadero municipal de la ciudad de Lambayeque*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Recuperado de [tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/496/1/TL\\_Nino\\_Seclen\\_CinthiaDelPilar.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/496/1/TL_Nino_Seclen_CinthiaDelPilar.pdf)
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014a). *Perú: La fiscalización ambiental en aguas residuales*. Lima: OEFA.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2017a). *París: Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos*. París: UNESCO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2006). Balance hídrico dinámico e integrado de El Salvador. París: UNESCO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2017b). Aguas residuales el recurso desaprovechado. París: UNESCO. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002476/247647s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2018). Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261494s.pdf>
- Proyecto Especial Alto Mayo (2012). Zonificación Ecológica Económica. Informe temático, biblioteca municipal de Nueva Cajamarca.
- Quintero, P. A. C. (2017). *Integración física de calidad del hábitat con modelos fisicoquímicos y ecológicos orientados a la recuperación del ecosistema acuático del río Meléndez bajo el marco de acción del proyecto corredor verde de Cali*. (Tesis de grado). Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado de [https://docplayer.es/storage/67/56394825/1534818344/9hVNok\\_3mFtxvvV1zh3Xuw/56394825.pdf](https://docplayer.es/storage/67/56394825/1534818344/9hVNok_3mFtxvvV1zh3Xuw/56394825.pdf)
- Resolución Jefatural N° 182-2011- ANA. Aprueban protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial. El peruano. Lima. Perú.
- Resolución Jefatural N° 010 – 2016 – ANA. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

- Romero, J. (2002). *Calidad del Agua.*, 1a. Ed., Bogotá-Colombia., Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ruiz, D. S. D. (2011). *Plan de gestión de residuos del Camal de Cantón Antonio Ante.* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3743/1/CD-3437.pdf>
- Sánchez, M. H. E. (2005). *Caracterización física y química del efluente líquido de la sala de sacrificio y desposte de la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de Zamorano.* (Tesis de grado). Recuperado de <https://efluentesindustriacarnica.wikispaces.com/file/view/Caracterización+aguas+residuales.pdf>.
- Sainz, S. J. A (2005). *Tecnologías para la sostenibilidad: procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales.* 1a. Ed. Fundación EOI Gregorio del Amo. Madrid-España.
- Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria. (2007). *Ecuador: Definición de Camal.* Quito: SESA.
- Signorini, P. M., Civit, G. S., Bonilla, P. M. & Cervantes, M. E. (2005). *Guía para la administración de rastros y mataderos municipales.* Recuperado de <http://www.cofepris.gob.mx/Documents/TemasInteres/Alimentos/GUIA1.PDF>
- Tamayo, M. & Tamayo (2004). *El proceso de la investigación científica.* México. (4ta edición). Recuperado de <https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20-%20El%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>
- The IUCN Red List of Threatened Species. 2015 – 1. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org/>
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 18 Aug 2018. Recuperado de <http://www.tropicos.org/Name/2102373>
- Universidad San Francisco de Quito & Universidad de Barcelona. (2011) *Protocolo Simplificado y Guía de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA)* (Información temática).
- Villalva, P. N. W. (2014). *Correctivos sobre la insalubridad del Camal del Cantón el Carmen frente a los derechos del buen vivir.* (Tesis de pregrado). Universidad Regional Autónoma de los Andes. Recuperado de <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/1681/1/TUSDAB014-2015.pdf>

## TERMINOLOGÍA

- **Aguas residuales:** Aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y, en general, de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas (MINAM, 2009).
- **Aguas residuales industriales:** Todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial (ANA, 2011).
- **Camal:** Es un espacio orientado al sacrificio de ganado (vacuno, ovino, etc.) y aves (pollo) para consumo humano y donde se efectúa la inspección, por el médico veterinario autorizado, de la carne. Este establecimiento, para su funcionamiento, cuenta con certificación sanitaria por la autoridad de SENASA (MINAM, 2009).
- **Contaminación:** Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos ambientales o sobre la salud adversos. La contaminación puede ser ocasionada por la producción industrial, transporte, agricultura o escorrentía (MINAM, 2009).
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (DBO<sub>5</sub>):** Parámetro que, en una muestra líquida, mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos transcurridos cinco días de reacción (Garzón, 2010).
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Parámetro que, en una muestra líquida, mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos (Garzón, 2010).
- **Ecosistema:** Los ecosistemas son sistemas complejos como el bosque, el río o el lago, formados por una trama de elementos físicos (el biotopo) y biológicos (la biocenosis o comunidad de organismos (Carrera, 2015).

- Efluente:** Desechos líquidos o gaseosos, tratados o no, generados por diversas actividades humanas que fluyen hacia sistemas colectores o directamente a los cuerpos receptores. Comúnmente se habla de efluentes refiriéndose a los desechos líquidos (Carrera, 2015).
  
- Efluente contaminado:** Toda descarga líquida que contenga cualquier forma de materia orgánica y/o inorgánica, que no cumpla los límites establecidos (Espinoza, 2017).
  
- ECA-Agua:** Nivel de concentración de parámetros biológicos, físicos y químicos existentes en el recurso hídrico que presentan peligro significativo para la salud y la contaminación del ambiente. Los ECA aprobados se aplican a los cuerpos de agua del territorio Peruano en su estado natural y son de cumplimiento ineludibles en la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental (Espinoza, 2017).
  
- **Estudio de Impacto Ambiental (EIA):** Estudio que contiene la evaluación y descripción de los aspectos fisicoquímicos, naturales, biológicos, socio – económicos y culturales en el área de influencia del proyecto, con la finalidad de determinar las condiciones existentes y capacidades del medio, analizar la naturaleza y magnitud del proyecto, midiendo y previendo los efectos de su realización; indicando prioritariamente las medidas de prevención de la contaminación, y por otro lado las de control de la contaminación para lograr un desarrollo armónico entre las actividades que desarrolla el hombre y el ambiente. Se considera como el análisis de aquellos proyectos (obras o actividades) cuya ejecución puede producir impactos ambientales negativos de significación cuantitativa o cualitativa, que ameriten un análisis más profundo para revisar los impactos y para proponer el plan de manejo ambiental correspondiente (MINAM, 2009).
  
- Impacto Ambiental:** Todo efecto que se muestre en valores sociales, naturales y culturales presentes en un determinado tiempo y espacio y estos pueden ser positivos o negativos (Ruiz, 2011).
  
- Límite Máximo Permisible (LMP):** Nivel de concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos que representan a un efluente o una emisión. Su determinación pertenece al Ministerio del Ambiente (MINAM) y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SGA) (Espinoza, 2017).

- **Matadero:** Planta de faenamiento autorizado por la autoridad competente, designado para el sacrificio de animales que tienen como fin el consumo humano (Ruiz, 2011).
  
- **Matriz de Leopold:** sistema de análisis cualitativo y cuantitativo de diferentes impactos, a través de un conjunto de juicios de valor (Garzón, 2010).
  
- **pH:** Es un valor que representa la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. El agua pura tiene un pH de 7. Un valor pH bajo 7 indica una solución ácida (un pH de 1 indica una solución extremadamente ácida). Un valor de pH superior a 7 indica una solución alcalina (un pH de 14 es extremadamente alcalino). Los ácidos y los álcalis (bases) son calificados comúnmente como materiales corrosivos (MINAM, 2009).
  
- **Residuos sólidos:** Materiales generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento, cuya calidad no permite usarlos nuevamente en el proceso que los generó, que pueden ser objeto de tratamiento y/o reciclaje (Ruiz, 2011).
  
- **Sólidos Suspendidos Totales (SST):** Los sólidos suspendidos totales o el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica. Los SST son la cantidad de Sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento, y se mide en ppm (Ecofluidos Ingenieros Sociedad Anónima [EISA], 2012)
  
- **Temperatura (T°):** La temperatura es un parámetro termodinámico del estado de un sistema que caracteriza el calor, o transferencia de energía. La temperatura del agua influirá en la cantidad de oxígeno presente en el agua ya que a mayor temperatura se acelerará el proceso fotosintético, así como la remoción de materia orgánica (EISA, 2012).
  
- **Vector:** Cualquier material u organismo que pueda servir como vehículo transmisor de enfermedades a humanos o animales (Luna, 2013).
  
- **Vertimiento de aguas residuales:** es la descarga de aguas residuales previamente tratadas, en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluye las provenientes de naves y artefactos navales (OEFA, 2014).

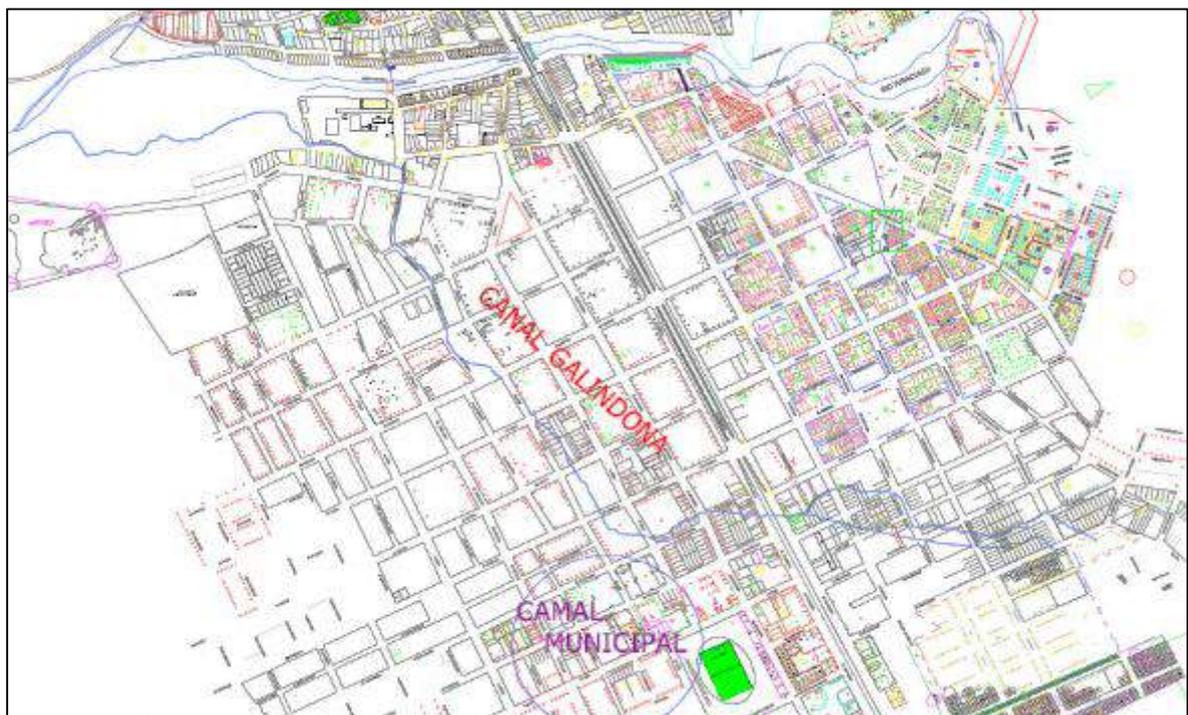
# APÉNDICES

Apéndice 1. Ubicación del distrito de Nueva Cajamarca en la región San Martín



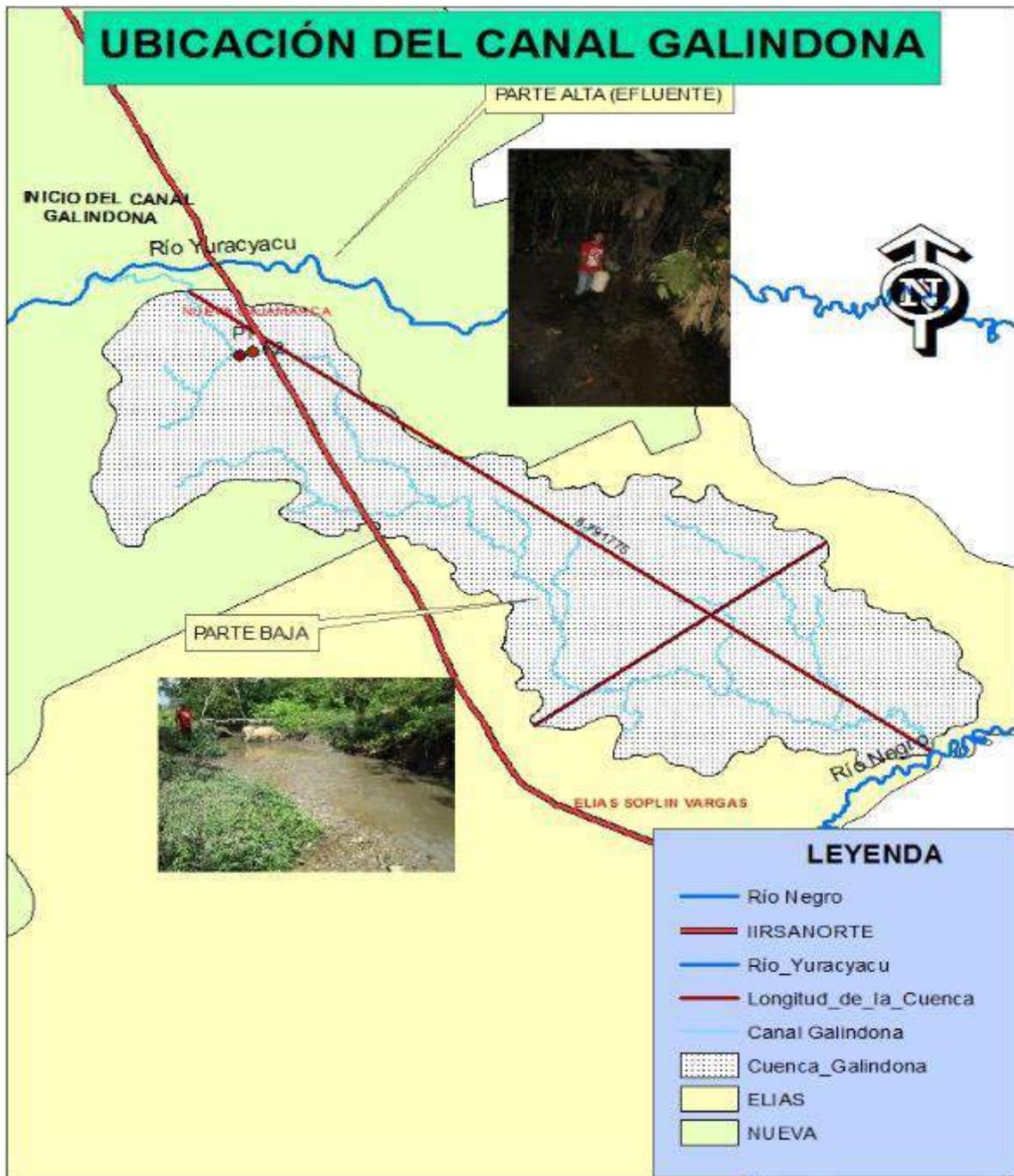
Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2. Plano de ubicación del Camal Municipal de acuerdo a la zona urbana de la ciudad de Nueva Cajamarca



Fuente: Elaboración en AutoCad.

### Apéndice 3. Ubicación geográfica del canal Galindona



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 4. Hoja de registro en campo



REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: \_\_\_\_\_  
 AAA/ALA: \_\_\_\_\_

REALIZADO POR: \_\_\_\_\_  
 RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

Punto de monitoreo	Descripción origen/ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas <sup>1</sup>		Altura msnm	Fecha	Hora	pH	T	OD	COND	Caudal <sup>2</sup> profundidad m³/s o m	Observaciones <sup>3</sup>
						°C	mg/L					µS/cm				
P1	Punto N°1 aguas arriba	Nuevos Cajamarc	Nuevos Cajamarc	Rioja	San Martín	9342143	244565	875	2017/03/07	5:30am	X	X	X	0.62 m	Caudal moderado	
P2	Punto N°2 aguas abajo	Nuevos Cajamarc	Nuevos Cajamarc	Rioja	San Martín	9342179	244685	875	2017/03/07	5:38	X	X	X	0.57 m	Caudal moderado	
P1	Punto N°3 aguas arriba	Nuevos Cajamarc	Nuevos Cajamarc	Rioja	San Martín	9342170	244685	875	2017/03/18	4:50am	X	X	X	1.02 m	Caudal aumentado	
P2	Punto N°2 aguas abajo	Nuevos Cajamarc	Nuevos Cajamarc	Rioja	San Martín	9342179	244685	875	2017/03/18	5:10	X	X	X	1.05 m	Caudal aumentado	
P1	Punto N°1 aguas arriba	Nuevos Cajamarc	Nuevos Cajamarc	Rioja	San Martín	9342170	244685	875	2017/04/08	4:58	X	X	X	0.72	Caudal moderado	
P2	Punto N°2 aguas abajo	Nuevos Cajamarc	Nuevos Cajamarc	Rioja	San Martín	9342179	244685	875	2017/04/08	5:12	X	X	X	0.68	Caudal moderado	



(1) Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en el sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en el sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.  
 (2) Para el caso de cuerpo lótico, indicar el caudal. Para el caso de cuerpo léntico o marino-costero, indicar la profundidad.  
 (3) Las observaciones en campo se refieren, entre otros, a características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.

Firma del responsable del monitoreo

Fuente: ANA (2016).

Apéndice 5. Etiqueta para muestras de agua

ANEXO II  
ETIQUETA PARA MUESTRA DE AGUA



Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar	Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar.
Nombre laboratorio: CERPER SA	Nombre laboratorio: CERPER SA.
Código punto de monitoreo: P1	Código punto de monitoreo: P2
Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial	Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial
Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am	Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am
Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar.	Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar
Parámetro requerido: DBO5	Parámetro requerido: DBO5
Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:	Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar	Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar
Nombre laboratorio: Cerper. SAC.	Nombre laboratorio: Cerper. SAC.
Código punto de monitoreo: P1	Código punto de monitoreo: P2
Tipo de cuerpo de agua: Canal - aguas superficiales	Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial
Fecha de muestreo: 03-07-12 Hora: 5:30 am	Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am
Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar	Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar.
Parámetro requerido: SST	Parámetro requerido: SST*
Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:	Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar	Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar.
Nombre laboratorio: Cerper. SAC.	Nombre laboratorio: Cerper. SAC.
Código punto de monitoreo: P1	Código punto de monitoreo: P2
Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial	Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial
Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am	Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am
Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar.	Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar.
Parámetro requerido: Fosforo Total	Parámetro requerido: Fosforo Total.
Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:	Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar	Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar
Nombre laboratorio: Cerper. SAC.	Nombre laboratorio: Cerper. SAC.
Código punto de monitoreo: P1	Código punto de monitoreo: P2
Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial	Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial
Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am	Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am
Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar.	Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar
Parámetro requerido: Nitrogeno Total.	Parámetro requerido: Nitrogeno Total.
Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:	Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar	Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar
Nombre laboratorio: Cerper. SAC.	Nombre laboratorio: Cerper. SAC.
Código punto de monitoreo: P1	Código punto de monitoreo: P2
Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial	Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial
Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am	Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am
Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar.	Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar
Parámetro requerido: DBO	Parámetro requerido: DBO
Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:	Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar	Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar
Nombre laboratorio: Cerper. SAC.	Nombre laboratorio: Cerper. SAC.
Código punto de monitoreo: P1	Código punto de monitoreo: P2
Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial	Tipo de cuerpo de agua: Canal - Galindona
Fecha de muestreo: 03-07-18 Hora: 5:30 am	Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 05:30 am
Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar	Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar
Parámetro requerido: DBO	Parámetro requerido: DBO
Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:	Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:
Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar	Solicitante/cliente: Cleiler Nolasco Salazar
Nombre laboratorio: Cerper. SAC.	Nombre laboratorio: Cerper. SAC.
Código punto de monitoreo: P1	Código punto de monitoreo: P2
Tipo de cuerpo de agua: Canal - agua superficial	Tipo de cuerpo de agua: Canal Galindona
Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am	Fecha de muestreo: 03-07-17 Hora: 5:30 am
Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar	Muestreado por: Cleiler Nolasco Salazar
Parámetro requerido: Coliformes Termo Tolerantes	Parámetro requerido: Coliformes Termo Tolerantes
Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:	Preservada: <input checked="" type="checkbox"/> NO Tipo reactivo:

Fuente: ANA (2016).





Apéndice 8. Ficha para la conservación y preservación de muestras de agua en función del parámetro evaluado

ANEXO VII  
CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRA DE AGUA EN FUNCIÓN DEL PARÁMETRO EVALUADO



PARÁMETRO	TIPO DE RECIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
<b>Químico-Físicos</b>			
Oxígeno disuelto	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	Inmediatamente
	Botellas de vidrio Winkler	Fijar el oxígeno. Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	4 días
pH	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	24 horas
Temperatura	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	Inmediatamente
Conductividad eléctrica	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> .	24 horas
Turbiedad	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente <i>in situ</i> . Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
Bicarbonatos	Plástico o vidrio		14 días
Carbonatos	Plástico o vidrio		14 días
Cianuro libre	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a pH>12. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	7 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cianuro WAD			14 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cianuro total	Plástico o vidrio	Agregar NaOH a pH>12. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	14 días (24 horas si está presente sulfuro)
Cloruros	Plástico o vidrio		1 mes
Color	Plástico o vidrio	Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	5 días
Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días	Plástico o vidrio	Llenar recipiente y sellar sin burbujas. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
	Plástico	Congelar por debajo de -18° C. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	1 mes (6 meses si >50 mg/L)
Demanda química de oxígeno	Plástico o vidrio	Acidificar a pH 1 - 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6 meses
	Plástico	Congelar por debajo de -18° C.	6 meses
Dureza	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Fluoruros	Plástico, pero sin PTFE		1 mes
Olor	Vidrio	Se puede realizar un análisis cualitativo <i>in situ</i> .	6 horas
Silicatos	Plástico		1 mes
Sólidos disueltos totales	Plástico o vidrio		7 días
Sólidos suspendidos totales	Plástico o vidrio		2 días
Sulfatos	Plástico o vidrio		1 mes
Sulfuros	Plástico	Fijar el sulfuro al agregar 2 ml de solución de acetato de zinc. Si el pH no está entre 8,5 y 9,0, agregar NaOH. Si se sospecha que el agua ha sido clorada, por cada 1000 ml de muestra agrega 80 mg de Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 5H <sub>2</sub> O al recipiente tras la recolección de la muestra (o tras el muestreo).	7 días
Sulfuro de hidrógeno			

Fuente: ANA (2016).

ANEXO VII  
**CONSERVACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRA DE AGUA EN FUNCIÓN  
 DEL PARÁMETRO EVALUADO**



PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
<b>Nutrientes</b>			
Fosfatos	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Filtrar <i>in situ</i> . Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub>	1 mes
		Congelar por debajo de -18° C.	1 mes
Fósforo total	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> o HNO <sub>3</sub>	1 mes
		Congelar por debajo de -18° C.	6 meses
Nitrógeno amoniacal	Plástico o vidrio	Filtrar <i>in situ</i> .	24 horas
	PE	Filtrar <i>in situ</i> . Acidificar a pH 3±0,5 con HNO <sub>3</sub>	14 días
	Vidrio o PTFE	Filtrar <i>in situ</i> . Acidificar a pH 1 - 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.	14 días
	Plástico	Congelar por debajo de -18° C.	1 mes
Nitratos	Plástico o vidrio	Filtrar <i>in situ</i> .	4 días
Nitritos	Plástico o vidrio	Filtrar <i>in situ</i> .	4 días
Nitrógeno total	Plástico o vidrio	Filtrar <i>in situ</i> .	4 días
	Plástico	Acidificar a pH 1 - 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	1 mes
<b>Metales y metaloides</b>			
Corrida de metales totales	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub>	1 mes
Corrida de metales disueltos	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Filtrar <i>in situ</i> . Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub>	1 mes
Aluminio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub>	1 mes
Antimonio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> . Se debería usar HCl si se usa la técnica de hidruros para análisis.	1 mes
Arsénico	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> . Se debería usar HCl si se usa la técnica de hidruros para análisis.	6 meses
Bario	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub>	1 mes
Berilio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub>	1 mes
Boro	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub>	6 meses
Cadmio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub>	6 meses
Calcio	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> .	1 mes
Cobalto	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub>	1 mes
Cobre	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub>	6 meses
Cromo	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HNO <sub>3</sub>	6 meses
Cromo hexavalente	Plástico o vidrio		24 horas
Hierro	PE-HD o PTFE / PFA o FEP	Acidificar a pH 1 - 2 con HCl o HNO <sub>3</sub> .	1 mes

Fuente: ANA (2016).

Apéndice 9. Tabla de análisis físico-químico y microbiológico del agua residual del Camal Municipal Cantón Baños

Parámetro	Unidad	Resultado	Valor límite Permisible Por las TULAS	Incertidum Bre (k=2)
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	>1X10 <sup>6</sup>	<sup>8</sup> Remoción < al 99.9%	□ 30%
pH	-	6.31	5-9	□ 10%
*Nitrógeno Total	mg/L	47	15	-
*Demanda Bioquímica Oxígeno	de mg/L	265	100	-
*Demanda Química Oxígeno	de mg/L	557	250	□ 3%
*Sólidos Totales	mg/L	412	1600	□ 12%
*Sólidos *Suspendidos Totales	mg/L	110	100	-
* Sólidos Sedimentables	ml/L	0.8	1	-
*Temperatura	□C	18	<35	-

Fuente: (Lara, 2011).

Apéndice 10. Localización del Camal Municipal de la ciudad de Nueva Cajamarca



Fuente: Elaboración propia

## Apéndice 11. Fotografías

### Monitoreo de flora



### Presencia de carroñeros en el área de influencia



### Levantamiento de coordenadas de la zona de influencia



## Área de estudio de la investigación



## Identificación visual de la calidad del agua del canal Galindona



## Medición del caudal, método del correntómetro



### Identificación de fauna en el área de influencia



### Medición del caudal con el método transversal



### Canal Galindona en tiempos de avenidas



### Utilización del recurso hídrico en la parte baja del canal Galindona



### Identificación de macroinvertebrados del canal Galindona



### Identificación de especies acuáticas en río Yuracyacu



Medición del efluente del Camal por el método volumétrico



Muestreo de agua del canal Galindona



Calidad del efluente vertido al canal Galindona



Apéndice 12. Informe de ensayo laboratorio CERPER S.A. mes de marzo punto 1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003  
INFORME DE ENSAYO N° 1-03829/17



Registro N° LE - 003

Pág. 1/1

Solicitante : NOLASCO SALAZAR CLEILER OSMAR  
Domicilio legal : Jr. Roja N° S/N Barrio La Unión – Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín  
Producto Declarado : AGUA RESIDUAL  
Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 5 L.  
Muestras proporcionadas por el Solicitante  
Forma de Presentación : En frascos de plástico y vidrio, cerrados, preservados y refrigerados.  
Identificación de la muestra : P1 - 17002153  
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 04/03/17 4:36 AM  
COORDENADAS WGS84  
NORTE 9342150 / ESTE 244585  
Fecha de recepción : 2017 - 03 - 07  
Fecha de inicio del ensayo : 2017 - 03 - 07  
Fecha de término del ensayo : 2017 - 03 - 13  
Ensayo realizado en : Laboratorio de Microbiología / Ambiental  
Identificado con : H/S 17002153 ( EXMA-27614-2016 )  
Validez del Documento : Este documento es válido solo para las muestra descrita.

**Análisis Físico Químico:**

Ensayos	Resultados
Aceites y grasas (mg/L) (L.D: 0,50 mg/L)	< 0,50
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L) (L.D: 2,00 mg/L)	9,00
Fósforo total (mg/L) (L.D: 0,002 mg/L)	0,241
Demanda Química de Oxígeno (mg O <sub>2</sub> /L) (L.D: 10,0 mg O <sub>2</sub> /L)	11,1
Sólidos suspendidos totales (mg/L) (L.D: 5,00 mg/L)	18,18
Nitrógeno total (mg/L) (L.D: 0,030 mg/L)	2,731
pH	7,36
Temperatura (°C)	23,80

L.D. Límite de detección

**Análisis Microbiológico:**

Ensayo	Resultado
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1.400

**Métodos:**

**Coliformes termotolerantes:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 9221 E-1, 22 nd Ed. 2012. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform. Procedures. Thermotolerant coliform direct test (EC - Medium).  
**Sólidos Suspendidos:** SMEWW- APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22 nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.  
**Nitrógeno total:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-N C., 22 ST Ed. 2012. Total Nitrogen. Persulfate Method.  
**Demanda Bioquímica de Oxígeno:** SMEWW-APHA AWWA-WEF, Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012. Biochemical oxygen demand (BOD). 5 Day BOD Test.  
**Demanda Química de Oxígeno:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 5220 D, 22 nd Ed. 2012. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed-Reflex, colorimetric method.  
**Aceites y Grasas:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 5520 B, 22 nd Ed. 2012. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-gravimetric method.  
**Fósforo total:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 22 nd Ed. 2012. Phosphorus. Ascorbic Acid Method.  
**pH:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H<sup>+</sup> B, 22 nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.  
**Temperatura:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part. 2550 B, 22 nd Ed. 2012. Temperature. Laboratory and Field Method.

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
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.

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

QUIM. GLORIA REYES ROBLES  
COP N° 400  
SUBGERENTE DE LABORATORIOS  
CHIMBOTE

Callao, 17 de Marzo de 2017  
RT

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
info@cerper.com - www.cerper.com

Urb. José Carlos Manátégui s/n  
Centro Cívico, Nuevo Chimbote  
T. (043) 311 048

PIURA  
Urb. Angamos IE Av. Panamericana  
Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Fuente: Tomado y adaptado de los resultados de Laboratorio CERPER S.A.

Apéndice 13. Informe de ensayo laboratorio CERPER S.A. mes de marzo punto 2.



**CERPER**  
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

**INFORME DE ENSAYO N° 1-03830/17**

Pág. 1/1

Solicitante	:	NOLASCO SALAZAR CLEILER OSMAR
Domicilio legal	:	Jr. Rioja N° 5/N Barrio La Unión – Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín
Producto Declarado	:	AGUA SUPERFICIAL
Cantidad de muestra para ensayo	:	01 muestra x 5 L. Muestras proporcionadas por el Solicitante
Forma de Presentación	:	En frascos de plástico y vidrio, cerrados, preservados y refrigerados.
Identificación de la muestra	:	P2 - 17002433 FECHA Y HORA DE MUESTREO: 04/03/17 4:20 AM COORDENADAS WGS84 NORTE 9342169 / ESTE 244681
Fecha de recepción	:	2017 - 03 - 07
Fecha de inicio del ensayo	:	2017 - 03 - 07
Fecha de término del ensayo	:	2017 - 03 - 13
Ensayo realizado en	:	Laboratorio de Microbiología / Ambiental
Identificado con	:	H/S 17002433 ( EXMA-03560-2017 )
Validez del Documento	:	Este documento es válido solo para la muestra descrita.

**Análisis Físico Químico:**

Ensayos	Resultados
Aceites y grasas (mg/L) (LD: 0.50 mg/L)	< 0,50
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L) (LD: 2.00 mg/L)	23
Fósforo total (mg/L) (LD: 0.002 mg/L)	1,374
Demanda Química de Oxígeno (mg O <sub>2</sub> /L) (LD: 10,0 mg O <sub>2</sub> /L)	66,1
Sólidos suspendidos totales (mg/L) (LD: 5.00 mg/L)	170
Nitrógeno total (mg/L) (LD: 0.030 mg/L)	23,285
pH	6,84
Temperatura (°C)	24,00

LD: Límite de detección

**Análisis Microbiológico:**

Ensayo	Resultado
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	230 000

**Métodos:**

**Coliformes termotolerantes:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 9221 E-1, 22 nd Ed. 2012. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform, Procedure. Thermotolerant coliform direct test (EC - Medium).

**Sólidos Suspendidos:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22 nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.

**Nitrógeno total:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-N C, 22 ST Ed. 2012. Total Nitrogen. Persulfate Method.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012. Biochemical oxygen demand (BOD). 5 Day BOD Test.

**Demanda Química de Oxígeno:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 5220 D, 22 nd Ed. 2012. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, colorimetric method.

**Aceites y Grasas:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 5520 B, 22 nd Ed. 2012. Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-gravimetric method.

**Fósforo total:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 22 nd Ed. 2012. Phosphorus, Ascorbic Acid Method.

**pH:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H<sup>+</sup> B, 22 nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.

**Temperatura:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part. 2550 B, 22 nd Ed. 2012. Temperature. Laboratory and Field Method.

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este Informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
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.

**CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.**

Callao, 17 de Marzo de 2017  
RT

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
info@cerper.com - www.cerper.com

**ING. ROSA PALOMINO LOO**  
C.I.P. N° 40392  
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIO

Urb. José Carlos Mariátegui s/n  
Centro Cívico, Nuevo Chimbote  
T. (043) 311 048

PIURA  
Urb. Angamos IE Av. Panamericana  
Nro. 0 M2-A Lote - 02 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Fuente: Tomado y adaptado de los resultados de Laboratorio CERPER S.A.

Apéndice 14. Informe de ensayo laboratorio CERPER S.A. mes de mayo punto 1 y 2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 1-08139/17

Pág. 1/2

Solicitante : **NOLA5CO SALAZAR, CLEILER OSMAR**  
 Domicilio legal : Jr. Rioja Nro. S/n Barrio la Unión - Nueva Cajamarca - Rioja - San Martín  
 Producto declarado : **AGUA SUPERFICIAL**  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 2 muestras x 12 L aprox  
**Muestra proporcionada por el solicitante**  
 Identificación de la muestra : Según se indica  
 Forma de Presentación : En frasco de plástico y vidrio, cerrado, refrigerado y preservado  
 Fecha de recepción : 2017 - 05 - 18  
 Fecha de inicio del ensayo : 2017 - 05 - 18  
 Fecha de término del ensayo : 2017 - 05 - 26  
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental / Microbiología  
 Identificado con : **H/S 17006434 (EXMA-08911-2017)**  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita

**Análisis Ambiental:**

Ensayos	LD	Unidad	Resultados	
			PTO 1	PTO 2
Aceites y Grasas	0,50	mg/L	< 0,50	< 0,50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2,00	mg/L	< 2,00	< 2,00
Demanda Química de Oxígeno	10	mg O <sub>2</sub> /L	< 10	< 10
Fosforo Total	0,002	mg/L	0,657	4,72
Nitrógeno Total	0,030	mg/L	3,205	7,018
Sólidos Suspendedos	5,00	mg/L	15,85	57,1
Temperatura	-	°C	21,65	21,80
pH	-	-	7,05	7,03

LD: Límite de detección

**Análisis Microbiológico:**

Ensayo	Unidad	Resultados	
		PTO 1	PTO 2
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	490	70 000



CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla Callao  
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE  
Urb. José Carlos Mariátegui s/n  
Centro Cívico, Nuevo Chimbote  
T. (043) 311 049

PIURA  
Urb. Angamos IE Av. Panamericana  
Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63181

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Fuente: Tomado y adaptado de los resultados de Laboratorio CERPER S.A.

Apéndice 15. Informe de ensayo laboratorio CERPER S.A. mes de agosto punto 1 y 2



**CERPER**  
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



INACAL  
DA - Perú  
LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO

Registro N. LE - 003

**INFORME DE ENSAYO N° 1-12757/17**

Pág. 1/2

Solicitante : **NOLASCO SALAZAR, CLEILER OSMAR**

Domicilio legal : Jr. Rioja Nro. S/N Barrio La Unión - Nueva Cajamarca - Rioja - San Martín

Producto declarado : **AGUA SUPERFICIAL**

Cantidad de Muestras para el Ensayo : 2 muestras x 5,5 L c/u  
**Muestra proporcionada por el solicitante**

Identificación de la muestra : **Fecha y hora de muestreo: 08/08/2017 - 06:02**  
Según se indica

Forma de Presentación : En frasco de plástico y vidrio, cerrado, preservado y refrigerado

Fecha de recepción : 2017 - 08 - 09

Fecha de inicio del ensayo : 2017 - 08 - 09

Fecha de término del ensayo : 2017 - 08 - 14

Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental / Microbiología

Identificado con : **H/S 17010514 (EXMA-13904-2017)**

Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

---

**Análisis Físico Químico:**

Ensayos	LD	Unidad	Resultados	
			PTO 1	PTO 2
Aceites y Grasas	0,50	mg/L	<0,50	<0,50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2,00	mg/L	42,00	43,0
Demanda Química de Oxígeno	10	mg O <sub>2</sub> /L	14,8	145
Fósforo Total	0,002	mg/L	0,706	0,980
Nitrógeno Total	0,03	mg/L	3,50	17,8
Sólidos Suspendidos Totales	5,00	mg/L	5,80	24,30
Temperatura	-	°C	21,8	21,7
pH	-	-	7,26	7,07

LD: Límite de detección

**Análisis Microbiológico:**

Ensayo	Unidad	Resultados	
		PTO 1	PTO 2
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	17 000	7 000



**CALLAO**  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 801, La Parla - Callao  
T. (011) 319 8000  
info@cerper.com - www.cerper.com

**AREQUIPA**  
Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
Miraflores - Arequipa  
T. (054) 265572

**CHIMBOTE**  
Urb. José Carlos Mariátegui s/n  
Centro Cívico, Nuevo Chimbote  
T. (043) 311 048

**PIURA**  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

\*EL USO INCORRECTO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*

Fuente: Tomado y adaptado de los resultados de Laboratorio CERPER.S.A.

Apéndice 16. Autorización municipalidad para el desarrollo de la investigación



## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVA CAJAMARCA

PROVINCIA DE RIOJA - SAN MARTÍN "PRIMER DISTRITO ANDINO AMAZÓNICO"

*Gente Joven... Ideas Renovadas... Grandes Cambios"*

### AUTORIZACION PARA LA DESARROLLAR PROYECTO DE TESIS

EL QUE SUSCRIBE:

GERENTE MUNICIPAL DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVA CAJAMARCA, PROVINCIA DE RIOJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN, OTORGA LA PRESENTE AUTORIZACIÓN:

A: **CLEILER NOLASCO SALAZAR**

Identificado con DNI N° 47350254, Bachiller de la escuela profesional de ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Sedes Sapientae – Nueva Cajamarca-Rioja-San Martín. Para desarrollar proyecto de tesis titulado: **"Influencia del Vertido del Efluente Líquido Generados por el Camal Municipal de Nueva Cajamarca en el Ecosistema Acuático Canal Galindona"**.

Se expide la presente autorizacion en merito al procedimiento administrativo iniciado mediante el expediente con Registro de Mesa de Partes N° 1967, de fecha 24 de febrero de 2017.

El trabajo realizado no genera compromiso alguno para con la Municipalidad, de indole laboral u otros.

Nueva Cajamarca, 27 de febrero de 2017.

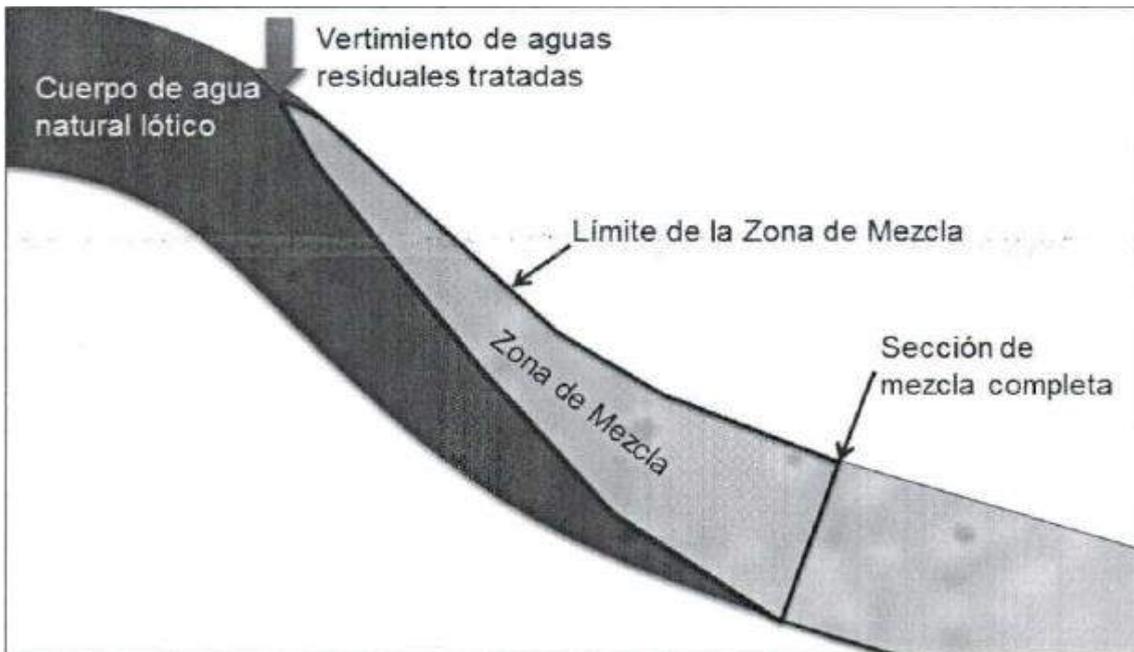
MUNICIPALIDAD DISTRITAL NUEVA CAJAMARCA

*Lic Arturo Mederos Guevara*  
GERENTE MUNICIPAL

*Nueva Cajamarca Progresista y Emprendedora Ciudad*

Esq. Jr. Huallaga con Bolognesi N° 103 Nueva Cajamarca Telf. 042-556411 Telefax 042-556397  
Pag. web: [www.nuevacajamarca.gob.pe](http://www.nuevacajamarca.gob.pe) / E-mail: [muni@nuevacajamarca.gob.pe](mailto:muni@nuevacajamarca.gob.pe)

Apéndice 17. Zona de mezcla en cuerpos naturales de agua lóaticos



Fuente: ANA (2017).