

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
ESCUELA DE POSGRADO
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE



**TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL
MUNICIPAL PARA MITIGAR CONTAMINACIÓN DEL RIO
HUALLAGA. HUÁNUCO, 2023”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: IMPACTO AMBIENTAL
TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TESISTA: BALLARTE BAYLON ANTONIO ALBERTO

ASESOR: DR. ALEJOS PATIÑO ITALO WILE

HUÁNUCO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

Gracias a Dios por su infinito amor.

Antonio Alberto.

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi familia por su amor incondicional y apoyo a lo largo de mi carrera académica.

Me gustaría agradecer a mi asesor por su orientación profesional y su infinita paciencia en cada paso de mi investigación.

Agradezco a mis amigos y colegas por sus inspiradoras conversaciones, apoyo emocional y amistad a lo largo de los años en que escribí mi tesis.

Antonio Alberto

RESUMEN

El tratamiento de las aguas residuales, permite que exista un control adecuado para la distribución de este recurso, utilizado principalmente en la agricultura a nivel mundial. Sin embargo, se desconoce si existe saneamiento y tratamiento adecuado de las aguas residuales provenientes del camal municipal en la ciudad de Huánuco. Razón por la cual, el objetivo de este estudio fue evaluar la caracterización del agua residual del camal municipal vertida al Rio Huallaga, ubicado en el margen del rio Huallaga de la zona de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco, Perú; además de proponer y analizar un método para la descontaminación del efluente, tanto de sus componentes bióticos y abióticos. Se utilizó el protocolo de monitoreo en el punto de descarga del efluente del agua residual, donde fueron realizadas mediciones 4 veces por cada hora, durante 10 días, de mayo a octubre del 2022, para evaluar PH, temperatura y el caudal; también se realizaron análisis para evaluar parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Los resultados encontrados en relación a los parámetros analizados en el estudio antes del tratamiento fueron: DQO (3362) y DBO (1750) y valores de 2.5×10^6 y 1.1×10^9 para coliformes fecales y totales respectivamente. Por otro lado, los valores encontrados posterior al tratamiento primario y secundarios fueron: DQO (476) y DBO (247) con una relación de 0.51. con lo cual podemos concluir afirmando que las aguas residuales provenientes del camal municipal de Huánuco tienen niveles muy altos de contaminación tanto en materia orgánica reflejados por los valores del DQO y DBO. Además, se pudo observar que el tratamiento primario y secundario resulta insuficiente para alcanzar los valores permitidos y que alcancen el nivel III que corresponde a las aguas destinadas a riego según las normas del Perú, por lo que sugiere que sea realizado un tratamiento adicional para así poder alcanzar las normas establecidas y de esta forma mejorar la producción agrícola de esta zona.

Palabras clave: Efluentes, contaminación, tratamiento.

ABSTRAC

The treatment of residual waters, allows that there is an adequate control for the distribution of this resource, used mainly in agriculture worldwide. However, it is unknown if there is adequate sanitation and treatment of wastewater from the municipal slaughterhouse in the city of Huánuco. For this reason, the objective of this study was to evaluate the characterization of the residual water from the municipal slaughterhouse discharged into the Huallaga River, located on the banks of the Huallaga River in the Amarilis area, province and department of Huánuco, Peru; in addition to proposing and analyzing a method for the decontamination of the effluent, both its biotic and abiotic components. The monitoring protocol was used at the wastewater effluent discharge point, where measurements were made 4 times per hour, for 10 days, from May to October 2022, to evaluate PH, temperature and flow; Analyzes were also carried out to evaluate physical, chemical and microbiological parameters. The results found in relation to the parameters analyzed in the study before treatment were: COD (3362) and BOD (1750) and values of 2.5×10^6 and 1.1×10^9 for fecal and total coliforms respectively. On the other hand, the values found after the primary and secondary treatment were: COD (476) and BOD (247) with a ratio of 0.51. with which we can conclude affirming that the wastewater from the Huánuco municipal slaughterhouse has very high levels of contamination both in organic matter reflected by the COD and BOD values. In addition, it was possible to observe that the primary and secondary withdrawal is insufficient to reach the allowed values and that they reach level III that corresponds to the waters destined for irrigation according to the norms of Peru, for which it suggests that an additional treatment be carried out in order to do so. to be able to reach the established standards and thus improve agricultural production in this area.

Keywords: *Efluentes, pollution, treatment.*

RESUMO

The treatment of residual waters, allows that there is an adequate control for the distribution of this resource, used mainly in agriculture worldwide. However, it is unknown if there is adequate sanitation and treatment of wastewater from the municipal slaughterhouse in the city of Huánuco. For this reason, the objective of this study was to evaluate the characterization of the residual water from the municipal slaughterhouse discharged into the Huallaga River, located on the banks of the Huallaga River in the Amarilis area, province and department of Huánuco, Peru; in addition to proposing and analyzing a method for the decontamination of the effluent, both its biotic and abiotic components. The monitoring protocol was used at the wastewater effluent discharge point, where measurements were made 4 times per hour, for 10 days, from May to October 2022, to evaluate PH, temperature and flow; Analyzes were also carried out to evaluate physical, chemical and microbiological parameters. The results found in relation to the parameters analyzed in the study before treatment were: COD (3362) and BOD (1750) and values of 2.5×10^6 and 1.1×10^9 for fecal and total coliforms respectively. On the other hand, the values found after the primary and secondary treatment were: COD (476) and BOD (247) with a ratio of 0.51. with which we can conclude affirming that the wastewater from the Huánuco municipal slaughterhouse has very high levels of contamination both in organic matter reflected by the COD and BOD values. In addition, it was possible to observe that the primary and secondary withdrawal is insufficient to reach the allowed values and that they reach level III that corresponds to the waters destined for irrigation according to the norms of Peru, for which it suggests that an additional treatment be carried out in order to do so. to be able to reach the established standards and thus improve agricultural production in this area.

Palavras chave:

Efluente, poluição, tratamento.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
ABSTRAC	V
RESUMO	VI
ÍNDICE	VII
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO I. PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.1. Fundamentación del problema	11
1.2. Justificación e importancia de la investigación	12
1.3. Viabilidad de la investigación	13
1.4. Formulación del problema	13
1.4.1 Problema general	13
1.4.2 Problemas específicos	13
1.5. Formulación de objetivos	13
1.5.1 Objetivo general	13
1.5.2 Objetivos específicos	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes de la investigación	15
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1 Efluentes líquidos	16

TRATAMIENTO PRIMARIO	24
TRATAMIENTO SECUNDARIO	25
TRATAMIENTO TERCIARIO	25
2.2.2 CONTAMINACIÓN DE AGUA	40
2.3. Bases conceptuales	61
2.4. Bases filosóficas	64
2.5. Bases epistemológicas	66
2.6. Bases antropológicas	67
CAPÍTULO III. SISTEMA DE HIPÓTESIS	68
3.1. Formulación de Hipótesis	68
3.2. Operación de variable	69
3.3. Definición operacional de variables	70
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	71
4.1. Ámbito	71
4.2. Tipo y Nivel de Investigación	71
4.3. Población y Muestra	72
4.4. Diseño	72

4.5. Técnica e Instrumentos	73
4.5.1 Técnicas	73
4.5.2 Instrumentos:	73
4.6. Técnica para el procesamiento y análisis de datos	76
4.7. Aspectos Éticos	77
CAPÍTULO V. RESULTADOS	78
5.1. Análisis descriptivo	78
5.2. Análisis inferencial	89
5.3. Trabajo de campo	90
5.3.1. Descripción del medio ambiente	90
5.4. Discusión de resultados	98
5.5. Aporte científico de la investigación	100
CONCLUSIONES	101
SUGERENCIAS	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
ANEXOS	108

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de aguas residuales consta de un conjunto de procesos muy completo, ya que el agua contiene una gran cantidad de contaminantes de origen químico, ya que provienen de los procesos de producción de elementos específicos, que en este estudio son los eferentes líquidos del Camal Municipal vertidos al río Huallaga, los mataderos son esencialmente contaminantes determinados para depurar DBO5, grasas, sólidos en suspensión, DQO y microorganismos patógenos, e incluso en algunos casos compuestos de nitrógeno y fósforo, para lo cual realizamos un procesamiento de primer nivel y un procesamiento secundario. Soporte de laboratorio para análisis fisicoquímicos y microbiológicos pre y post tratamiento. Este tratamiento supone que puede funcionar la reutilización de aguas residuales procedentes para actividades agrícolas, que deben asegurar un nivel de calidad suficiente en función del tipo de cultivo para no suponer un riesgo para la salud de las personas que consumen o utilizan estos productos. Los métodos tradicionales de tratamiento de aguas residuales enfatizan la reducción o eliminación de DBO y sólidos suspendidos (SST), mientras que el tratamiento de aguas residuales se enfoca en eliminar bacterias patógenas, incluidas heces y coliformes totales, que no se pudo controlar. Según el Capítulo 8 de la Ley General de Aguas (DL 17752): “Art. 196. No se regarán con aguas residuales las hortalizas de tallo corto y rastreras destinadas al consumo crudo, tratadas o no. La ley regula los niveles de tratamiento para otro tipo de cultivos para aprovechar al máximo las aguas residuales de las plantas de tratamiento (artículo 197).

Esta investigación presenta información en capítulos:

Primero, el problema, justificación, viabilidad, planteamiento del problema y objetivos. La segunda parte incluye los antecedentes relevantes del estudio, fundamentando la teoría, conceptualizando las variables, bases filosóficas, epistemológicas y antropológicas. El tercer paso fue proponer hipótesis y definir variables. La sección 4 examina toda la metodología. La Sección 5 presenta y discute los resultados. Luego se presentan las conclusiones y recomendaciones, con anexos.

CAPITULO I. PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Fundamentación del problema

El agua es un recurso natural esencial para la vida y los ecosistemas, y es vital para el desarrollo social. Los recursos presentes en el océano suponen el 97,5% del agua total de la Tierra, pero el agua dulce sólo supone el 2,5%, de los cuales los glaciares, la nieve y el hielo suponen el 80%, el 19% restante es agua subterránea, y sólo el 1% corresponde a Agua superficial de fácil acceso, la principal fuente son los lagos (52%), la humedad (38%) y los ríos (10%). Entonces podemos ver que este no es un recurso natural al que la sociedad pueda acceder fácilmente¹.

En cuanto al agua dulce, agua utilizada para consumo humano y ecosistemas, se ha observado que está contaminada por agentes químicos y biológicos². Por tanto, se observa la presencia de contaminantes emergentes en el agua potable, que en muchos casos no están adecuadamente regulados, entre los que encontramos pesticidas, productos farmacéuticos, drogas ilícitas, residuos de lavado personal, entre otros³. Como resultado, la calidad del agua potable disminuye, lo que lleva a una disminución de la calidad de vida de la sociedad.

El deterioro de la calidad del agua sigue siendo un problema ambiental hoy en día, y la contaminación del agua dulce es causada principalmente por aguas residuales municipales, aguas residuales industriales y desechos agrícolas de los vertederos. Para abordar este problema de contaminación, a lo largo de los años se han utilizado diferentes métodos de tratamiento del agua; sin embargo, esto sigue siendo un desafío para el saneamiento, principalmente entre las poblaciones rurales⁴.

Por otro lado, la contaminación microbiana del agua se asocia con diferentes tipos de enfermedades infecciosas, entre las que podemos mencionar la diarrea, malaria, dengue, leptosporosis, hepatitis infecciosa A y E. Enfermedades asociadas a la morbilidad; por ejemplo, la diarrea es la tercera causa de muerte en niños

menores de 5 años en el mundo⁵. Además, cabe mencionar que el agua de los ríos utilizada para riego también puede propiciar la propagación de estas enfermedades, como es el caso de las aguas del río Huallaga.

Una de las principales fuentes de agua para riego agrícola en el Valle de Huallaga es el río que lleva su nombre, sin embargo, la falta de saneamiento, agua potable, tratamiento inadecuado de residuos industriales y en definitiva mal tratamiento de aguas residuales en el municipio de Huánuco contribuyen a la contaminación del este río y los productos agrícolas de la región.

Si bien la Ciudad de Huánuco sí está comprometida con el establecimiento de un sistema de agua potable eficiente, de alta calidad y continuo; dejando atrás el tratamiento final de las aguas residuales, especialmente las destinadas a fines industriales, como es el caso del Camal Municipal, que utilizan grandes cantidades de agua y deben ser tratadas para eliminar bacterias patógenas, esta situación es agravada por la falta de infraestructura sanitaria.

Las aguas residuales vertidas al río Huallaga, ya sean industriales, comerciales o municipales, de conformidad con el D.L. Código Ambiental y de Recursos Naturales N° 613, el Código de Aguas, el Código de Salud, el Código de Organización Municipal y las normas del MINSA y DIGESA, se encuentran contaminadas de tal manera que no cumple con las características mínimas para su uso como agua de riego y por lo tanto debe ser tratada para mejorar su calidad antes de ser evacuada al río Huallaga. En esta investigación se pretende sugerir un método de tratamiento de estas aguas residuales del Camal Municipal, utilizado en sus instalaciones, de modo que se puedan cumplir los requisitos marcados por diversas normas legales.

1.2. Justificación e importancia de la investigación

Lo más importante es reducir el impacto de las aguas residuales municipales de la ciudad de Huánuco sobre el río Huallaga sobre el medio ambiente hídrico y atmosférico, así como la contaminación del aire, sin afectar la visión y el paisaje. Alcanzar fines técnicos y económicos de aprovechamiento del agua.

Técnicamente, solucionará este problema y servirá de referencia para la gestión ambiental y económica de las aguas residuales en otras regiones, ya que fomentará la agricultura ecológica autosostenible sin renunciar a la gestión de la salud pública al consumir los productos libres de contaminantes biológicos.

1.3. Viabilidad de la investigación

La investigación está dirigida al municipio de Huánuco y luego a su zona de influencia, incluyendo Tomayquichua, Ambo, San Rafael aguas arriba y Santa María del Valle, Taruca, Acomayo e incluso Tingo María aguas abajo, aunque se contó con el apoyo necesario, excluyendo a los municipios. Fue superado, siendo la investigación factible.

1.4. Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cómo son los tratamientos de los efluentes líquidos del Camal Municipal para mitigar la contaminación en el río Huallaga. Huánuco, 2023?

1.4.2 Problemas específicos

1. ¿Cómo es el tratamiento primario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga?
2. ¿Cómo es el tratamiento secundario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga?

1.5. Formulación de objetivos

1.5.1 Objetivo general

Determinar los tratamientos de los efluentes líquidos del Camal Municipal para mitigar la contaminación en el río Huallaga. Huánuco, 2023.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el tratamiento primario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga.
2. Evaluar el tratamiento secundario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Se describen a continuación los relacionados a la problemática planteada:

Internacionales: Pérez, M. Agabo, C. Muñoz M. Sales D. Solera R⁶. “Aprovechamiento de aguas residuales de los mataderos en el marco de la economía circular Water2REturn, España” concluyeron que: *Se espera que el proyecto Water2REturn alcance altos niveles de recuperación de nutrientes y generación de energía, lo que lo marca como un proyecto de vanguardia que integra las tecnologías más avanzadas en bio procesamiento aplicables a la industria cárnica en los últimos años.*

Nacionales: Vegas, A. Carranza, R⁷. “Estudio bacteriológico del agua potable de la ciudad de Piura” concluyen que: *Debido a deficiencias sanitarias como la falta de tratamiento del agua tributaria, se encontraron claros puntos de contaminación tanto en la fuente de abastecimiento como en el sistema de distribución.*

Locales: Quillatupa J, et al⁸. “Contaminación de Ecosistemas Acuáticos, en Huánuco” concluye que: *Las tres fuentes de contaminación en los ecosistemas acuáticos: natural, aguas residuales municipales y minería, metalurgia e industria. Teniendo en cuenta estos antecedentes, es perfectamente legítima la pregunta de realizar actividades para mitigar la contaminación del río Huallaga proveniente de efluentes de mataderos o mataderos municipales de manera que el agua del río pueda ser utilizada como agua de categoría III y pueda usarse para riego aguas abajo (Colpa Baja, Huachog, etc.) productos para consumo de animales, por lo que tiene usos agrícolas.*

En este estudio, realizado por el Distrito de Salud de Huánuco, se evalúa la incidencia de enfermedades gastrointestinales provocadas por el consumo de hortalizas regadas con agua del río Huallaga de Huánuco, el cual recibe emisiones contaminantes de la población Huánuco, específicamente son emisiones de

carácter biológico, heces y aguas residuales, líquidos provenientes de la industria cárnica en los mataderos de la ciudad de Huánuco.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Efluentes líquidos

1. **Concepto.** - En el campo de la ingeniería ambiental, las aguas residuales líquidas son un tipo de aguas residuales formadas por residuales líquidos generadas por actividades humanas como la agricultura, la industria y las redes de aguas pluviales⁹; derivando desechos siguientes:

Descarga del lavado de residuos grasos.

Las emisiones son ricas en materia orgánica.

Descarga de sal de sodio (fosfato, borato).

Emisiones que contienen hidróxido de sodio e hidróxido de potasio.

Emisiones asociadas a la saponificación de ácidos grasos.

Las emisiones de estas industrias tienen valores de pH extremos, dependiendo de su fuente.

Las emisiones procedentes del lavado de materias grasas son muy ácidas (pH entre 1 y 2).

Los efluentes de la reacción de saponificación de los ácidos grasos en las fábricas de jabón son altamente alcalinos (pH cercano a 13).

Los principales problemas causados por el desperdicio excesivo de detergente.

2. Entre los principales temas podemos mencionar los siguientes puntos:

1. Espuma: En plantas de tratamiento de agua puede causar problemas operativos, afectando la sedimentación primaria al devorar partículas, retardando la sedimentación, dificultando la dilución del oxígeno

atmosférico en el agua y cubriendo las superficies de trabajo con sedimentos que contienen altas concentraciones de tensioactivos¹⁰.

2. Toxicidad agrícola: Cuando se utilizan aguas residuales que contienen detergentes para el riego, el suelo y los cultivos pueden contaminarse. Por ejemplo, se ha observado que el ABS inhibe el crecimiento de plantas como los girasoles en un 70% en concentraciones tan bajas como 10 ppm. 100% a 40 ppm¹².
3. Toxicidad para la vida acuática: No es posible dar valores límite de toxicidad porque la susceptibilidad de cada organismo varía según la especie, el tamaño, el tipo de detergente y otros factores físicos del medio ambiente¹².
4. Eutrofización: La abundancia de nutrientes en las aguas superficiales conduce al florecimiento de la microflora, especialmente de algas. Introduciendo grandes cantidades de detergentes, de los cuales alrededor del 50% en peso son fosfatos, que son excelentes nutrientes para las plantas, y estos se añaden a los nutrientes ya presentes en la masa de agua, se acelera el proceso de eutrofización y solo se necesitan unos pocos pasos durante décadas. El aumento de nutrientes provenientes de las emisiones puede acelerar el crecimiento de algas, que pueden descomponerse debido al crecimiento bacteriano, y reducir la vida acuática de los peces, ya que la descomposición de algunas algas puede producir un consumo significativo de oxígeno y provocar condiciones anaeróbicas. Todos estos procesos significan la degradación de la calidad del agua y de la vida vegetal y animal en la masa de agua. Esto puede crear olores y sabores desagradables en el agua¹².
5. Desperdicio de fósforos: Otra desventaja del uso de grandes cantidades de fosfato en los detergentes es que es uno de los elementos importantes necesarios para el crecimiento de los cultivos alimentarios y se utiliza ampliamente en fertilizantes que contienen formas fosfato de fósforo. Sin embargo, las fuentes de fosfato son limitadas y pueden disminuir en el

futuro hasta tal punto que afecte la producción de alimentos. Desde este punto de vista, el uso excesivo de fosfatos en los detergentes constituye un desperdicio de uno de los recursos más importantes de la naturaleza y es también una fuente importante de contaminación¹².

6. El papel de las enzimas activas: Como se mencionó anteriormente, algunos detergentes contienen enzimas que atacan sustratos orgánicos específicos. Los problemas surgen cuando se utilizan cantidades excesivas de estos detergentes y las enzimas activas se desechan en los desagües, cuando estos detergentes llegan al cuerpo de agua causan daños a los organismos al actuar directamente sobre ellos o sobre los nutrientes que componen su dieta. Otros efectos secundarios producidos por los detergentes incluyen efectos en los procesos de tratamiento de aguas residuales como: cambios en la demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos, efectos corrosivos en ciertas partes mecánicas de la planta, interferencia durante los procesos de limpieza, determinación de cloración y oxígeno disuelto en los detergentes. Algunos aditivos pueden interferir con la formación de flóculos (aglomeraciones de partículas en suspensión)¹².

TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES

1. Concepto

El tratamiento de aguas residuales consta de una serie de procesos muy completos y complejos, ya que el agua contiene una gran cantidad de contaminantes de origen químico, ya que provienen del proceso de producción de elementos específicos, que pueden ser ya plásticos, esponjas, metales, etc. A continuación, nombraremos y describiremos detalladamente los procesos más comunes en el tratamiento fisicoquímico y biológico de esta agua, teniendo en cuenta los sistemas de alcantarillado y otros sistemas donde se mezcla agua doméstica con agua industrial, en adelante nos referiremos a ellos como aguas residuales¹¹.

2. Historia

Los métodos de purificación de residuos se remontan a la antigüedad y se han encontrado instalaciones de tratamiento de aguas residuales en sitios prehistóricos de Creta y en antiguas ciudades Asirias. Los romanos construyeron tuberías de drenaje que todavía funcionan. Aunque su función principal era el drenaje, la costumbre romana de arrojar residuos a la calle hacía que grandes cantidades de materia orgánica viajaran con el agua de escorrentía. Las excavaciones subterráneas privadas y, más tarde, las letrinas se utilizaron por primera vez en Europa durante la Baja Edad Media. Cuando estos están llenos, el personal vacía el lugar por cuenta de los propietarios. El contenido de los pozos negros se utiliza como fertilizante en las granjas cercanas o se vierte en cursos de agua o terrenos no urbanizados¹².

Siglos más tarde se retomó la costumbre de construir canalones, principalmente en forma de zanjas abiertas o zanjas en las calles. Inicialmente estaba prohibido arrojar basura en ellos, pero en el siglo XIX se creía ampliamente que eliminar los excrementos humanos a través de las alcantarillas sería beneficioso para la salud pública al garantizar su rápida desaparición. Este tipo de sistema fue desarrollado por Joseph Bazalgette entre 1859 y 1875 para desviar aguas pluviales y residuales al bajo Támesis en Londres. Con la introducción del suministro municipal de agua y de fontanería doméstica, surgieron los retretes y los primeros sistemas sanitarios modernos. A pesar de las reservas al respecto porque desperdician recursos, plantean riesgos para la salud y son costosos, muchas ciudades los construyen de todos modos¹⁴.

A principios del siglo XX, algunas ciudades e industrias comenzaron a reconocer los problemas de salud causados por el vertido de desechos directamente a los ríos. Esto llevó a la construcción de instalaciones de depuración. Aproximadamente el mismo año, se introdujeron fosas sépticas como mecanismo para tratar las aguas residuales domésticas en zonas suburbanas y rurales. Para el tratamiento de instalaciones públicas se utilizó

por primera vez la tecnología de filtrado percolador. El proceso de lodos activados desarrollado en el Reino Unido durante la segunda década de este siglo representó una importante mejora, por lo que comenzó a utilizarse en muchos lugares del país y del mundo. Desde la década de 1970, la cloración se ha utilizado ampliamente en el mundo industrializado como un paso más importante en el procesamiento químico¹⁴.

3. Transporte de agua residual

Las aguas residuales se transportan a través de tuberías desde la fuente hasta las instalaciones de tratamiento y generalmente se clasifican según el tipo de agua residual que fluye a través de las tuberías. Los sistemas que transportan agua de lluvia y aguas residuales domésticas al mismo tiempo se denominan sistemas combinados. Suelen operar en pueblos más antiguos de zonas urbanas. A medida que las ciudades crecieron y se implementó el tratamiento de aguas residuales, las aguas residuales domésticas se separaron de los desagües pluviales a través de una red separada de tuberías. Esto es más eficiente porque excluye grandes cantidades de líquido representadas por el agua de escorrentía. Permite una mayor flexibilidad en la operación de las plantas de tratamiento y evita la contaminación provocada por fugas o derrames cuando las tuberías no son lo suficientemente grandes para transportar el flujo combinado. Para reducir costos, algunas ciudades, como Chicago, han encontrado otra solución al problema del desbordamiento: en lugar de construir redes separadas, construyen grandes embalses (en su mayoría subterráneos) para almacenar el exceso de flujo y luego bombear el agua cuando ya no esté saturado¹³.

Las instalaciones domésticas suelen utilizar para las conexiones tuberías de arcilla, hierro fundido o PVC con un diámetro de 8 a 10 cm. Las líneas de alcantarillado con tuberías de mayor diámetro pueden tenderse a lo largo de las calles hasta una profundidad de 1,8 metros o más. Las tuberías más pequeñas suelen estar hechas de arcilla, hormigón o cemento, y las más grandes, de cemento armado con o sin revestimiento. A diferencia de lo que

ocurre en las tuberías de agua, la circulación de las aguas residuales en las alcantarillas se debe más a la gravedad que a la presión. Las tuberías deben tener una pendiente que permita una velocidad de flujo de al menos 0,46 m por segundo porque a velocidades más bajas el material sólido tiende a sedimentarse. Una tubería de drenaje principal de aguas pluviales es similar a una tubería de drenaje de alcantarillado, solo que su diámetro es mucho mayor. En algunos casos, como en los sifones y en las tuberías de estaciones de bombeo, el agua circula bajo presión¹⁵.

Las alcantarillas municipales generalmente drenan en interceptores que se pueden conectar para formar una línea de conexión que finalmente llega a una planta de tratamiento de aguas residuales. Los interceptores y las líneas de conexión suelen estar contruidos con ladrillos u hormigón armado y, en ocasiones, tienen hasta 6 m de ancho¹⁵.

4. Naturaleza de las aguas residuales

El origen, composición y cantidad de la basura están relacionados con los hábitos de vida de las personas. Cuando se agregan desechos al agua, el líquido resultante se llama agua residual¹⁴.

Origen y cantidad:

Las aguas residuales incluyen aguas residuales domésticas, aguas residuales industriales, aguas residuales subterráneas y aguas residuales meteorológicas, estos tipos de aguas residuales suelen denominarse aguas residuales domésticas, aguas residuales industriales, aguas residuales de infiltración y aguas residuales de lluvia, respectivamente. Las aguas residuales domésticas son el resultado de las actividades diarias de las personas. Las emisiones industriales varían en cantidad y naturaleza, según el tipo de industria, la gestión del uso del agua y el grado de tratamiento que reciben las emisiones antes de su descarga¹⁶.

Composición:

La composición de las aguas residuales se analiza mediante diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido de sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y el pH. Los residuos sólidos incluyen sólidos disueltos y sólidos suspendidos. Los sólidos disueltos son productos que pueden atravesar el papel de filtro y los sólidos en suspensión son productos que no pueden atravesar el papel de filtro. Los sólidos suspendidos se dividen a su vez en sedimentables y no sedimentables según la cantidad de miligramos de sólidos depositados en 1 litro de agua residual en una hora. Todos estos sólidos se pueden dividir en sólidos volátiles y sólidos fijos, donde los sólidos volátiles son generalmente productos orgánicos y los sólidos fijos son sustancias inorgánicas o minerales¹⁵.

La concentración de materia orgánica se mide mediante análisis de DBO5 y DQO. La DBO5 se refiere a la cantidad de oxígeno que utilizan los microorganismos para descomponer la materia orgánica en las aguas residuales en cinco días a una temperatura de 20°C. Asimismo, la DQO es la cantidad de oxígeno necesaria para que el dicromato oxide la materia orgánica en una solución ácida y la convierta en dióxido de carbono y agua. El valor de DQO es siempre superior al de DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente¹⁷.

La DBO5 se utiliza comúnmente para examinar la carga orgánica de aguas residuales municipales e industriales biodegradables, tratadas y no tratadas. La DQO se utiliza para comprobar la carga orgánica en aguas residuales que no son biodegradables o contienen compuestos que inhiben la actividad microbiana. El pH mide la acidez de una muestra de aguas residuales. El contenido típico de materia orgánica de estas aguas es 50% de carbohidratos, 40% de proteínas y 10% de grasas; el pH varía entre 6,5 y 8,0¹⁶.

No es fácil caracterizar la composición de los residuos industriales en función del rango típico de valores dado por el proceso de fabricación. La concentración de residuos industriales se revela por el número de personas o equivalentes de población (EP) necesarias para producir la misma cantidad de residuos. Este valor suele expresarse como DBO5. Para determinar la PE, se utilizó un promedio de 0,077 kg por persona por día a 20 °C DBO durante 5 días. Por ejemplo, un matadero tiene una población equivalente entre 5 y 25 PE por animal¹⁸.

La composición de la infiltración depende de la naturaleza del agua subterránea en el canal de infiltración. El agua de lluvia desperdiciada contiene altas concentraciones de bacterias, oligoelementos, petróleo y productos químicos orgánicos¹⁷.

5. Sistema de tratamiento de las aguas residuales

Según el medio de eliminación de los contaminantes

Los contaminantes de las aguas residuales se pueden eliminar por medios físicos, químicos y biológicos. A menudo, el sistema de tratamiento o la etapa del proceso es una combinación de estos. A efectos de clasificación, se consideran los efectos dominantes¹⁸.

Procesos físicos

Los métodos de procesamiento que se centran en fenómenos físicos (aplicación de gravedad, fuerza centrífuga, retención física, etc.) se denominan procesos físicos. Este grupo puede incluir: remoción de sólidos, desengrasado, molienda, sedimentación, flotación, evaporación, desinfección y absorción¹⁹.

Procesos químicos

Los tratamientos que eliminan contaminantes mediante la adición de productos químicos u otras reacciones químicas se denominan procesos químicos. Estos incluyen: floculación y coagulación, neutralización,

oxidación, reducción, intercambio iónico, absorción y desinfección (cloro, ozono)²¹.

Procesos biológicos

Los métodos de tratamiento que eliminan contaminantes mediante actividad biológica se denominan procesos biológicos. El tratamiento biológico se utiliza principalmente para eliminar la materia orgánica biodegradable (coloidal o disuelta) presente en las aguas residuales. Básicamente, estas sustancias se convierten en gases, que pueden escapar a la atmósfera, y en tejido celular biológico, que luego puede eliminarse mediante sedimentación. Entre ellos mencionamos: lodos activados, lechos bacterianos, lechos de turba, lagunas, biopans y sistemas de aplicación al suelo²¹.

Según fase depuradora

Podemos clasificar los sistemas de tratamiento de aguas residuales según el rendimiento alcanzado durante el proceso de depuración o según la etapa de depuración en la que se encuentre el sistema de tratamiento de aguas residuales. Esta clasificación es probablemente la más utilizada, aunque como en el caso anterior no siempre es posible estructurar el tratamiento en etapas concretas, o por extensión adoptar las etapas de depuración para denominar el proceso completo²¹.

6. Tratamiento de efluentes

TRATAMIENTO PRIMARIO

Las aguas residuales que ingresan a las plantas de tratamiento contienen sustancias que pueden obstruir o dañar bombas y maquinaria. Estos materiales se retiran mediante rejillas o varillas verticales y se incineran o entierran tras su recogida manual o mecánica. Luego, el agua residual pasa a través de un triturador, donde las hojas y otros materiales orgánicos se trituran para su posterior procesamiento y eliminación²⁰.

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Una vez que se eliminan físicamente del 40 al 60 por ciento de los sólidos suspendidos y la DBO5 se reduce del 20 al 40 por ciento en el tratamiento primario, el tratamiento secundario reduce el contenido orgánico del agua. Normalmente, los procesos microbianos utilizados son aeróbicos, es decir, los microorganismos funcionan en presencia de oxígeno disuelto. De hecho, el tratamiento secundario significa aprovechar y acelerar el proceso natural de eliminación de residuos. En presencia de oxígeno, las bacterias aeróbicas convierten la materia orgánica en formas estables como dióxido de carbono, agua, nitratos y fosfatos y otras sustancias orgánicas. La generación de nueva materia orgánica es un resultado indirecto del proceso de tratamiento biológico y debe eliminarse antes de que el agua se descargue al arroyo receptor. Existe una variedad de procesos alternativos para el tratamiento secundario, incluidos filtros percoladores, lodos activados y lagunas de oxidación²¹.

TRATAMIENTO TERCIARIO

Si el agua descargada requiere un mayor grado de tratamiento que el que pueden proporcionar los procesos secundarios, o si las aguas residuales van a ser reutilizadas, se requiere un tratamiento avanzado de las aguas residuales. El término tratamiento terciario suele ser sinónimo de tratamiento avanzado, pero no son exactamente lo mismo. El tratamiento terciario generalmente se usa para eliminar el fósforo, mientras que el tratamiento avanzado puede incluir pasos adicionales para mejorar la calidad de las aguas residuales mediante la eliminación de contaminantes persistentes. Algunos procesos pueden eliminar más del 99% de los sólidos suspendidos y reducir la DBO5 en un grado similar. Los sólidos disueltos se reducen mediante procesos como la ósmosis inversa y la electrodiálisis. La eliminación de amoníaco, la desnitrificación y la precipitación de ácido fosfórico reducen el contenido de nutrientes. Si se pretende reutilizar las aguas residuales, la desinfección por tratamiento con ozono se considera el

método más fiable, además de la cloración extrema. Dados los esfuerzos por conservar el agua mediante la reutilización, el uso de estos y otros métodos de eliminación de desechos puede generalizarse en el futuro²³.

La descarga final del agua tratada se produce de diversas formas. La más común es la descarga directa a ríos o lagos receptores. En partes del mundo que enfrentan una creciente escasez de agua para uso doméstico e industrial, las autoridades están comenzando a reutilizar el agua tratada para recargar acuíferos, irrigar cultivos no alimentarios, procesos industriales, recreación. En uno de esos proyectos en una planta de demostración de reutilización de agua potable en Denver, Colorado, el proceso de tratamiento incluyó un tratamiento primario y secundario tradicional, seguido de una limpieza con cal para eliminar los compuestos orgánicos suspendidos. Durante este proceso, se crea un medio alcalino (pH alto) para mejorar el proceso. En el siguiente paso, utiliza la recarbonatación para devolver el pH a neutro. Luego, el agua se filtra a través de capas de arena y carbón, y el amoníaco se elimina mediante ionización. Los pesticidas permanecen en suspensión son absorbidos por el filtro de carbón activado granular²³.

TABLA DE VALORES STANDART

TRATAMIENTO	% REDUCCIÓN		
	DBO ₅	SST	Coniformes
Sólo cloración	15-30	-	90-95
Tratamiento previo	15-30	15-30	10-25
Decantación primaria	25-40 35	50-70 65	25-75 25-35
Efluente 1º + cloración	-	-	99
Fosas sépticas - tanques Imhoff	17-60	37-85	10-90
Físico – químico (fluoración)	70-80 50-75	80-90 70-85 65-90	80-90 40-60 99
Fangos activos (aireación prolongada)	75-95 85-99 96	83-99	90
Fangos activos (convencional)	85-95 75-90	85-92	90-98 90

Lechos bacterianos	80-90 60-95	70-92 52-90	90-95 80-90
Efluente 2° + cloración	-	-	98-99
Lagunas aerobias	80-95 60-96 70-90 95	70-90	99-99,99
Lagunas facultativas	80-95 60-95 90	50-90	99-99,99
Lagunas anaerobias	50-86 50-60 90	60-80	99-99,99
Lechos de turba	60-85 85-90	85-90 90	99,5
Biodiscos	70-97 85	75-97	85
Filtro verde (irrigación)	90-99 99	95-98 98 99-100	95-98 98 99-100
Filtro verde (escorrentía)	92-96 96	95	99,5
Infiltración – percolación	80-99 85-98	95	95
<i>Fuente: Planta de demostración de reutilización de agua potable en Denver, Colorado.</i>			

7. Fosa séptica

El proceso de tratamiento de aguas residuales comúnmente utilizado para manejar los desechos domésticos es un tanque séptico: un pozo de cemento, ladrillo o metal en el que se depositan los sólidos y se elevan los flotadores. El líquido parcialmente clarificado fluye a través de salidas sumergidas hasta zanjas subterráneas llenas de rocas, a través de las cuales puede fluir y filtrarse en el suelo, donde sufre oxidación aeróbica. Los materiales flotantes y los sólidos sedimentados pueden almacenarse desde seis meses hasta varios años, tiempo durante el cual se descomponen. Equipos de tratamiento de agua industrial no convencional - etapas físicas y químicas. Por sus propias características, las aguas industriales tienen una cierta carga

contaminante y deben ser tratadas antes de su vertido. Dada la diversidad de procesos productivos industriales existentes, se produce una gran cantidad de elementos contaminantes, cada uno de los cuales requiere de un tratamiento especializado²².

Sin embargo, los procesos fisicoquímicos reúnen un conjunto de tecnologías adecuadas para tratar la mayoría de los contaminantes presentes en las aguas industriales de una manera sencilla y económica²⁴.

El proceso incluye principalmente:

- Reducción de oxidación
- neutralizar
- ajuste del pH
- Solidificación
- Floculación
- Precipitación
- Filtración/Concentración
- Tratamiento de lodos

Estos procesos se ejecutan de forma automática, y su seguimiento y monitorización se realiza mediante procesos lógicos controlados. Dependiendo de los caudales a tratar, las plantas fisicoquímicas pueden operar como procesos continuos, discontinuos o híbridos. Los lodos separados deben deshidratarse previamente antes de depositarse en un vertedero autorizado. Este proceso de deshidratación se realiza mediante elementos filtrantes. Los filtros prensa son la alternativa más utilizada debido a su asequibilidad y simplicidad de operación²⁴.

Para determinar las dimensiones de este dispositivo, deberá proporcionarnos:

- Análisis del agua a tratar
- Parámetros requeridos durante el vertido

- Tráfico pendiente

8. Aireador de turbina

Aplica aire u oxígeno al agua para tratar las aguas residuales y las aguas residuales de decantación primaria recogidas en barriles o tanques de aireación. A través del sistema de aireación, se agrega oxígeno al tanque de lodos activados y el tanque de lodos activados se agita al mismo tiempo para lograr una mezcla completa de agua residual y lodos. Hay ventiladores de eje horizontal y de eje vertical. Debido a la corriente eléctrica generada por el aireador, los sólidos quedan suspendidos, consiguiendo un alto rendimiento de nitrificación y desnitrificación. Por tanto, son equipos ideales para procesos de biohomogeneización²³.

La capacidad de circulación del aireador dispersa el oxígeno por todo el objeto y evita la sedimentación en el fondo del tanque. Cada aireador debe realizar las siguientes funciones:

- ✓ Suministrar oxígeno.
- ✓ Dispersión de oxígeno en líquidos.
- ✓ Agitar y mezclar el lodo activado.
- ✓ Evite asentarse en el fondo de la piscina.

Cuando el rotor se mueve con un movimiento circular, el agua es aspirada verticalmente y descargada radialmente a una altura cercana al nivel del agua en el tanque de agua. El aporte de oxígeno se produce principalmente en la zona turbulenta que se origina en la superficie del agua, donde el intercambio agua-aire se renueva constantemente. Además, durante este proceso de flujo turbulento, las burbujas se reintroducen en el líquido y se empujan hacia el fondo del tanque. Se requieren aireadores flotantes cuando cambian los niveles del agua²⁵.

9. Puente compacto de asentamiento primario y secundario

Este es el proceso de separar la materia sólida no disuelta del agua cruda mediante gravedad. En ocasiones este proceso no es físicamente

posible y debemos recurrir a métodos químicos para separar las partículas y decantarlas. Cuando las aguas residuales se utilizan para la decantación, se suele denominar decantación primaria. Cuando se cumplen determinadas condiciones, esta operación es muy eficaz ya que puede reducir la demanda bioquímica de oxígeno en las aguas residuales entre un 30% y un 35%. En las grandes depuradoras es necesario utilizar una nueva decantación para eliminar más lodos, denominada decantación secundaria²⁴.

10. Tratamiento de aguas residuales de mataderos

Las plantas de tratamiento de aguas residuales de mataderos están diseñadas esencialmente para depurar contaminantes identificados por DBO₅, grasas, sólidos en suspensión, DQO y microorganismos patógenos, e incluso compuestos de nitrógeno y fósforo en algunos casos. Lo más recomendable es diseñar un sistema de tratamiento que considere un pretratamiento (rejillas y trampas de grasa), un tratamiento primario (físico o fisicoquímico) y un tratamiento secundario (biológico). Sin embargo, la solución adoptada por cada planta puede variar en función de cargas contaminantes, concentraciones, disponibilidad de espacio, requisitos de emisiones, etc. El proceso fisicoquímico mencionado es la floculación²⁵.

El tratamiento debe incluir aireación y homogeneización porque las actividades del matadero y de procesamiento varían a lo largo del día y puede haber picos de flujo y cargas contaminantes que el equipo de purificación no puede absorber. En este caso, se recomienda que la capacidad de homogeneización sea mayor a la requerida para tratar adecuadamente el agua residual para evitar estos potenciales problemas por operación discontinua, así como posibles vertidos accidentales que de otro modo terminarían en el agua residual. Punto de fluidez sin purificación adecuada. El tanque de homogeneización debe tener capacidad suficiente y contar con agitación y/o aireación para evitar fermentaciones innecesarias, especialmente en el fondo del tanque

donde pueden sedimentar los sólidos. Por tanto, los elementos básicos necesarios para la implementación de esta tecnología son el propio tanque de homogeneización, el dispositivo de agitación y/o el soplador (si tiene función de aireación)²⁷.

Los principales procesos de tratamiento que se pueden utilizar para el vertido de aguas residuales de los mataderos se describen brevemente²⁷ a continuación:

Preprocesamiento: Fue la primera operación para tratar residuos líquidos. Se trata de retener sólidos y grasas transportados por el agua que, por su tamaño y características, pueden impedir el correcto funcionamiento de la depuradora²⁷.

Rejas: Dispositivo con aberturas de tamaño uniforme en las que quedan atrapadas las partículas gruesas descargadas. El paso libre entre varillas es de 50 a 100 mm para sólidos gruesos y de 12 a 20 mm para sólidos finos. Los principales parámetros de diseño son: tipo de residuo a tratar, caudal de descarga, paso libre entre varillas, volumen de sólidos retenidos y pérdida de presión. La elección de un sistema de limpieza de parrillas debe basarse en la importancia de la depuradora, la naturaleza de las emisiones a tratar y, por supuesto, la situación financiera²⁷.

Trampa de grasa: Consiste en un estanque rectangular en el que el material graso es empujado hacia la superficie y capturado por deflectores²⁷.

Tratamiento primario: Implica la separación de grandes cantidades de sólidos en suspensión contenidos en aguas residuales mediante procesos físicos y/o químicos²⁷.

Homogeneización: Requiere de un estanque con aireador con una capacidad de aproximadamente el 60% del caudal diario, donde se

homogeneizan el caudal máximo, el pH y la temperatura para producir un efluente con características uniformes²⁷.

Flotación: Se utiliza para eliminar sólidos en suspensión y grasas residuales, es más eficiente que las barras y trampas. Se realiza con aire disuelto y se puede mejorar la eficacia añadiendo flocculantes químicos (sales de aluminio, sales de hierro, etc.). Los lodos de flotación tienen un alto contenido de proteínas y grasas y pueden utilizarse como alimento para animales después de la pasteurización o el procesamiento en plantas de reciclaje²⁷.

Tecnología de membrana: No sólo se utilizan para eliminar parte de la materia orgánica de las aguas residuales producidas en los mataderos, sino que también permiten recuperar materiales reutilizables que actualmente se desechan, así como la reutilización del agua. Sin embargo, como método de tratamiento de aguas residuales, esta tecnología es demasiado cara y se vuelve competitiva con los sistemas de tratamiento tradicionales sólo cuando la tierra es escasa y cara, hay materia orgánica valiosa en el arroyo que se puede recuperar o las aguas residuales necesitan ser recicladas o un proceso de reposición. Aguas residuales generadas durante el proceso, dependiendo del tamaño de las partículas a filtrar, se pueden utilizar tecnologías de ósmosis inversa, ultrafiltración, microfiltración y filtración²⁷.

Procesamiento secundario: La finalidad del tratamiento biológico es eliminar la materia orgánica biodegradable presente en los residuos líquidos. Incluye la oxidación biológica de los sólidos suspendidos restantes y de los sólidos orgánicos disueltos, medida como reducción de DBO5 en las aguas residuales. La selección de un sistema de tratamiento secundario depende de muchos factores, entre ellos: requisitos de aguas residuales (estándares de descarga), sistema de

pretratamiento seleccionado, disponibilidad de terreno, regulaciones ambientales locales y la viabilidad económica de la planta²⁷.

Tratamiento anaeróbico: Las aguas residuales de la industria cárnica pueden tratarse en lagunas cerradas o reactores. Este método de tratamiento requiere poco espacio y tiene bajos costos operativos, pudiendo el biogás generado ser reutilizado o vendido en el proceso productivo²⁷.

Tratamiento aeróbica: A estas aguas residuales se les pueden aplicar todos los métodos de tratamiento aeróbico existentes: lodos activados, tanques de aireación, filtros percoladores o contactores biológicos rotativos (RBC). La aplicación del tratamiento secundario debe tener en cuenta la generación de olores. El tratamiento de lodos activados de baja carga suele ser el más recomendado debido a su alto contenido en compuestos orgánicos y nitrógeno. El sistema se aplica en zanjas de aireación, permitiendo la biodegradación de materiales orgánicos combinada con la nitrificación y posterior desnitrificación. Instale la entrada de líquido en el fondo del tanque de aireación para evitar la dispersión de olores²⁷.

Tratamiento físico y químico: El tratamiento físico y químico se basa principalmente en la instalación de celdas de flotación, que suelen ser de acero inoxidable y pueden montarse sin mucho trabajo. Aunque no se trata de una depuración per se, el sistema fisicoquímico sí mejora la calidad de la mayoría de las aguas residuales orgánicas, y por supuesto elimina correctamente los sólidos en suspensión y las grasas²⁷.

Esto se logra agregando los reactivos necesarios al agua para unir (flocular) los materiales y hacerlos flotar para que puedan ser arrastrados fuera del agua en la superficie de la celda de flotación. De nuevo, para realizar correctamente este tratamiento en aguas residuales de matadero, el sistema debe ir precedido de un cribado o decantación

de sólidos y una pequeña cámara de homogeneización para evitar grandes diferencias en el agua de entrada. Uno de los principales problemas asociados con la instalación de dichos dispositivos de pretratamiento en el agua de matadero es la generación de lodos residuales. Estos volúmenes son muy grandes porque la carga contaminante sólo se separa y, además, el lodo se enriquece con todos los reactivos añadidos. Además, al no verse afectados biológicamente, tienden a producir olores. Además, estos lodos no son aptos para uso agrícola y muchas veces hay que enviarlos a vertedero, lo que genera costes económicos. A medida que aumentan los controles y requisitos regulatorios, estos sistemas de pretratamiento deben mejorar su desempeño para reducir las cargas orgánicas en el agua, lo que se logra aumentando los volúmenes de reactivos y el tiempo del personal, lo que aumenta los costos operativos. Para ello se insertaron líneas de tratamiento biológico en algunas instalaciones sin abandonar instalaciones físicas y químicas e incorporando sistemas biológicos de bajo consumo energético²⁷.

Tratamiento secundario mediante biorreactores secuenciales²⁷:

Una de las opciones a seguir recientemente recomendadas, sobre todo por el mejor rendimiento de eliminación de compuestos nitrogenados y la ausencia de hinchazón, es la línea de tratamiento, que es la siguiente:

- 1.- Recibir la descarga en un pozo de bombeo y bombearla hasta la criba mediante una bomba sumergible.
- 2.- Tamiz mediante criba rotativa de 0,5 mm. Luz de malla.
- 3.- Homogeneizar el efluente de estanques equipados con dispositivos de agitación mediante mezcladores sumergibles para evitar sedimentaciones, olores y mantener los sólidos en suspensión antes de su bombeo a tratamiento biológico.
- 4.- Tratamiento Biológico RDS: El Sequencing Batch Reactor (RDS) o Sequencing Batch Reactor (SBR) en inglés es un sistema de tratamiento de lodos activados que opera mediante un procedimiento de llenado-

vaciado. En este tipo de reactor, el agua residual se añade a un único reactor que trabaja por lotes, repitiendo un ciclo (secuencia de llenado, reacción, sedimentación y vaciado) en el tiempo.

Desde una perspectiva económica, no se requieren tanques de sedimentación secundarios y, en algunos tipos de RDS, se elimina el sistema de bomba de retorno de lodos, proporcionando ahorros potenciales en la construcción de plantas de tratamiento de RDS. Además, las plantas de tratamiento RDS normalmente se diseñan sin tanques de sedimentación primaria, lo que añade un factor adicional de ahorro de capital²⁷.

Prevención de la contaminación²⁷: Para reducir la contaminación durante la producción, se recomiendan las siguientes medidas:

- Separe todos los desechos sólidos (como heces, cabello, cueros, carne y huesos) y los líquidos concentrados (como sangre, grasa, jugos intestinales y contenido estomacal) del agua de descarga para reducir las cargas de aguas residuales. Esto minimiza la carga de residuos líquidos y el impacto negativo de ciertos compuestos en el tratamiento biológico posterior. Si grandes cantidades de sangre entran accidentalmente en cursos de agua, terrenos o plantas de tratamiento, las consecuencias para los organismos y el funcionamiento del propio sistema de tratamiento pueden llegar a ser graves debido a un aumento repentino de la DQO (la DQO de la sangre es de aproximadamente 375.000 mg de oxígeno/litro). Por ello, se debe evitar al máximo su incorporación a las emisiones, controlando e instalando el llenado de los depósitos de manera uniforme.
- Minimizar el consumo de agua durante la producción, utilizar agua presurizada para limpiar los equipos y mejorar el flujo del proceso de producción.

- Separe el agua de refrigeración del agua de proceso y del agua de limpieza y haga circular el agua de refrigeración.
- Controlar el uso de detergentes y desinfectantes en la limpieza.
- Los sólidos se recuperan mediante la instalación de rejillas en los canales de recolección, reduciendo así su concentración en el efluente líquido. Las grasas también se pueden recolectar y reprocesar como subproducto.
- Reciclar sangre y procesarla para obtener subproductos útiles. La sangre contaminada se envía a una planta de reciclaje de subproductos.
- Evite, siempre que sea posible, el transporte húmedo (bombeo) de productos de desecho como intestinos, plumas, etc.
- Limpieza de intervención de equipos y áreas de producción previa a la limpieza húmeda para reducir el nivel de contaminantes en el agua.
- Retire la mayor cantidad posible de heces del corral y del rumen como desechos sólidos.
- Establecer buenos sistemas de recolección (secado), almacenamiento, transporte y aplicación de estiércol. Siempre que se incorpore estiércol al suelo, éste deberá permanecer bajo una capa de al menos 20 cm de suelo para evitar que lleguen a la superficie las larvas de mosca que eclosionan en el estiércol.
- Recuperar el aceite usado procedente del mantenimiento de vehículos y equipos y entregarlo a empresas especializadas en refinación de petróleo. Para reducir la emisión de sustancias olorosas se pueden tomar las siguientes medidas: • Mejorar la higiene operativa.
- Todas las fuentes de emisión de olores deben estar aisladas y bien ventiladas. Se debe utilizar una chimenea lo suficientemente alta como para diluir el olor, preferiblemente después del tratamiento del aire de ventilación.

- Retire con frecuencia los materiales que crean olores desagradables.
- Mantener un inventario mínimo de materias primas y almacenarlas en un área fresca, cerrada y bien ventilada.
- Acortar el tiempo de sacrificio.
- Pasteurizar las materias primas para detener los procesos biológicos que crean olores.
- Intente operar en un sistema cerrado o bajo vacío.

AGUA: El agua es uno de los recursos naturales más importantes, presente en todos los aspectos de la vida en la Tierra. Prácticamente todas las actividades humanas están relacionadas con el agua: población, agricultura, ganadería, industria, minería, producción de energía, transporte, actividades recreativas, etc. El agua constituye dos tercios del peso total del cuerpo humano y nueve décimas partes del peso de las plantas. Una persona puede sobrevivir con 5 litros de agua al día. Sin embargo, teniendo en cuenta la higiene personal y del hogar, el consumo medio de agua por persona y día es de 60/70 litros. A esto hay que sumar las necesidades hídricas de la ganadería, la agricultura y la industria, que en algunos países ascienden hasta los 500 litros diarios por habitante. Toda actividad realizada por el ser humano requiere agua. Cuanto más desarrollado es un país, más agua necesita ya que sus actividades industriales y agrícolas requieren agua y el nivel socioeconómico exige otros cuidados en cuanto a higiene diaria²⁶.

Agua potable: Para ser apta para el consumo humano, el agua debe cumplir ciertos parámetros que determinarán su calidad²⁷. En nuestro país estos parámetros son regulados por el MINSA - DIGESA con base en los parámetros establecidos por la OMS y la OPS, que son los mismos que: - Parámetros físicos: temperatura, densidad, turbidez, sólidos disueltos y suspendidos, y características sensoriales (color, olor y sabor)

- Parámetros químicos inorgánicos: oxígeno, nitrógeno, metales alcalinotérreos, metales pesados, halógenos, sílice, pH, fósforo, azufre, carbono.
- Parámetros químicos orgánicos: biodegradables y no biodegradables.
- Parámetros biológicos: organismos patógenos y eutróficos.

VALORES PARA AGUA POTABLE EN REDES DE DISTRIBUCIÓN

Calidad Microbiología		
Coniformes Totales	Nº/100 ml	Entre 0.2 y 0.5 mg/l Cloro
Coniformes Fecales	Nº/100 ml	Resid. libre después 30min
Calidad Inorgánica		
Arsénico	mg/l	0.05
Cadmio	mg/l	0.005
Cianuro	mg/l	0.1
Cromo	mg/l	0.05
Fluor	mg/l	1.5
Mercurio	mg/l	0.01
N-Nitrato	mg/l	10
Plomo	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.01
Calidad Organoléptica		
Aluminio	mg/l	0.2
Cloruros	mg/l	250
Cobre	mg/l	1.0
Color	UCV	15
Dureza	mg/l	500
Fierro	mg/l	0.3
Manganeso	mg/l	0.1
Ph	unidad	6.5-8.5
Sodio	mg/l	200
Sulfato	mg/l	400
Residuos disueltos	mg/l	1000
Turbiedad	UTN	5
Cinc	mg/l	5.0

Fuente: OPS

Producir agua potable todos los días: La producción de agua en el municipio de Huánuco es de aproximadamente 350 litros/segundo, con un promedio diario (24 horas) total de 30,240 metros cúbicos. 2.

Consumo de agua potable per cápita Huánuco tiene 280.300 habitantes y el consumo per cápita es de aproximadamente 65 litros/día²⁸.

CONSUMO DE AGUA DIARIO EN UNA CASA QUE VIVEN CINCO PERSONAS

Ducha diaria	100 LITROS
Descarga inodora (4 veces diarias x 5)	120 LITROS
Cocina (alimentos, infusiones, bebida)	20 LITROS
Higiene personal	40 LITROS
Higiene del hogar	45 LITROS
TOTAL	325 Litros
<i>Fuente: Ecoosfera</i>	

Fuentes y composición de las aguas residuales de los mataderos: Para realizar el trabajo en el matadero y mantener las condiciones higiénicas se consume una gran cantidad de agua, aproximadamente cinco litros por kilogramo de animales vivos. Para las aves, se estima que cada animal requiere de 5 a 10 litros de agua²⁹.

CONSUMO MEDIO DE AGUA (L/PIEZA)	
Vacuno	500- 1000
Porcino	250 – 550
<i>FUENTE: Escuela Organización Industrial. Sevilla. Abril 2008</i>	

Otros autores indican los siguientes intervalos de uso del agua: La Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Industria Cárnica Española (GMTD) de 2005, elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente, establece que el consumo de agua en los mataderos españoles se sitúa en el rango de 1-6,4 metros cúbicos por tonelada de canales. (3,4 m³/t canal promedio). Este valor incluye la cantidad total de agua de cualquier fuente y para cualquier propósito, es decir, la cantidad de agua utilizada en la propia zona del matadero y la cantidad de agua utilizada

en operaciones auxiliares. Estos índices de consumo de agua son inferiores a los valores citados en estudios de otros países, 2,6-20 m³/ton canal. El consumo de agua aumenta significativamente cuando se realiza una operación de acondicionamiento de subproductos (tripería) dentro de la misma instalación industrial. Gran parte del agua utilizada en los mataderos acaba como agua residual³⁰.

2.2.2 CONTAMINACIÓN DE AGUA

La contaminación del agua se produce cuando materias extrañas, como microorganismos, desechos domésticos, productos químicos o aguas residuales industriales, especialmente de mataderos, ingresan al medio ambiente, provocando que la calidad del agua se deteriore³¹.

- 1. Principales fuentes de contaminación:** Las fuentes de contaminación se dividen en fuentes naturales y fuentes artificiales (las fuentes de contaminación acuática se pueden dividir principalmente en fuentes urbanas, fuentes industriales y agrícolas, fuentes ganaderas, etc.). En el primer caso, la contaminación natural se produce por una serie de procesos que forman parte del ciclo hidrológico, en los que el agua absorbe sustancias de la atmósfera cuando se producen precipitaciones o escorrentías, arrastrando consigo todo tipo de sustancias. La segunda situación se debe a acciones humanas que vierten sustancias nocivas a cursos de agua, océanos, ríos, lagos, etc. producto del desarrollo de actividades económicas³³.
- 2. Contaminación natural:** Ocurre sin intervención humana, como la descomposición de materia orgánica (animales y plantas muertos en el agua), la presencia de microorganismos, parásitos, insectos, algas, etc.; sedimentos, productos de la erosión del suelo, etc³³.
- 3. Contaminación provocada por el hombre:** Las principales fuentes de cambios en la calidad del agua debido a las actividades humanas son los desechos domésticos (aguas residuales), los desechos agrícolas y los

desechos industriales, incluidas las aguas residuales minerales concentradas y líquidas de los mataderos.³².

4. **Contaminación doméstica:** La mayoría de las ciudades vierten aguas residuales a cursos de agua naturales, con o sin tratamiento previo. Los principales indicadores para establecer este tipo de contaminación son: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto, nitrógeno, fósforo, sulfuro de hidrógeno, coliformes fecales, pH, turbidez, color, olor³³.
5. **Fuente de contaminación procedente de la agricultura y la ganadería:** La calidad de los desechos animales es similar a la de los desechos humanos. La esorrentía agrícola puede ser una causa importante de degradación de la calidad del agua en muchos sistemas acuáticos. Las fuentes de estos escurrimientos pueden clasificarse como desechos animales, escurrimientos de procesos de fabricación y productos químicos agrícolas³⁵.
6. **Contaminación de fuentes industriales:** El agua generada por las actividades industriales es una fuente importante de contaminación. La mayoría de las industrias utilizan distintas cantidades de agua en diferentes procesos de fabricación. Las principales industrias contaminantes son: el petróleo, el carbón, la industria química y de derivados de la celulosa, y ahora la industria cárnica³⁵.
7. **Contaminación de fuentes mineras:** Este tipo de contaminación es causada por las actividades humanas de extracción y procesamiento de minerales; agua de lluvia contaminada por polvo y/o humo de fundiciones y relaves, que eventualmente se deposita en ríos y océanos³⁵.
8. **Contaminación de otras fuentes:** En este grupo se pueden señalar las consecuencias debidas a la navegación, propagación de radiactividad artificial, actividades recreativas, etc. Los barcos en el mar o en los ríos

emiten residuos como combustible (cenizas, productos derivados del petróleo) y lubricantes³⁵.

FUENTES Y COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LOS MATADEROS

Para realizar el trabajo en el matadero y mantener las condiciones higiénicas se consume una gran cantidad de agua, aproximadamente cinco litros por kilogramo de animales vivos. Para las aves, se estima que cada animal requiere de 5 a 10 litros de agua.

Otros autores indican los siguientes intervalos de consumos de agua:

CONSUMO MEDIO DE AGUA (L/PIEZA)	
Vacuno	500- 1000
Porcino	250 – 550
<i>FUENTE: Escuela Organización Industrial. Sevilla. Abril 2008</i>	

La Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Industria Cárnica Española (GMTD) de 2005, elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente, establece que el consumo de agua en los mataderos españoles se sitúa en el rango de 1-6,4 metros cúbicos por tonelada de canales. (3,4 m³/t canal promedio)³⁴.

Este valor incluye la cantidad total de agua de cualquier fuente y para cualquier propósito, es decir, la cantidad de agua utilizada en la propia zona del matadero y la cantidad de agua utilizada en operaciones auxiliares. Estos índices de consumo de agua son inferiores a los valores citados en estudios de otros países, 2,6-20 m³/ton canal. El consumo de agua aumenta significativamente cuando se realiza una operación de acondicionamiento de subproductos (tripería) dentro de la misma instalación industrial. Gran parte del agua utilizada en los mataderos acaba como agua residual³⁶.

Principales agentes de contaminación del agua

Los principales contaminantes del agua son las aguas residuales, el petróleo, los materiales radiactivos, los minerales inorgánicos y los productos químicos. Las aguas residuales contienen mayoritariamente materia orgánica que requiere oxígeno, por lo que actúa como desoxigenante del agua cuando se descompone y también puede producir olores desagradables. Los hidrocarburos son especialmente nocivos para las aguas: se propagan en el océano formando películas que muchas veces acaban invadiendo playas y acantilados, afectando a peces, aves y vegetación. Productos químicos como pesticidas, tensioactivos (detergentes), minerales inorgánicos y otros compuestos también causan una contaminación grave cuando son arrastrados por las tormentas y las escorrentías de las tierras agrícolas. Estos agentes también se originan en operaciones mineras, carreteras y demoliciones urbanas.

FASES DEL PROCESO DE LOS MATADEROS³⁵

1. Estabulación: El efluente que se produce son excrementos y orina de ganado (purines), así como el estiércol que queda tras la limpieza. La siguiente tabla muestra la carga promedio involucrada en esta fase:

Animal	Peso animal	Producción heces y orina (kg/día)	DBO5 (g/día)
Vacuno de carne	340	20,3	544
Cerdos Finalizados	91	5,90	177
Ovino	45	1,8	41

FUENTE: Escuela Organización Industrial. Sevilla. Abril 2008

2. Desangrado: La sangre se descarga con altas cargas orgánicas y de nitrógeno. La sangre proporciona una DQO total de 375.000 mg/L y una gran cantidad de nitrógeno con una relación carbono/nitrógeno de aproximadamente 3:4. Se estima que finalmente se excreta entre el 15% y el 20% de la sangre, lo que equivale a 1 a 2 kg de DBO5 por 1.000 kg de

peso corporal vivo, que aumenta a 5,8 kg de DBO5/tonelada de peso corporal vivo si la sangre se excreta por completo³⁷.

- 3. Escaldado:** Verter aguas residuales con alta carga orgánica, alta temperatura y gran volumen de agua (18 a 36 litros por cerdo). En esta etapa, se pela la carne de cerdo, por lo que la secreción contendrá mucho pelo y sólidos en suspensión. El escaldado es una operación posterior a la flebotomía y el agua transportará residuos orgánicos como cabello, sangre y grasa superficial, proporcionando una carga de 0,25 kg DBO5/tonelada de peso vivo, y el desollado tiene una carga estimada de 0,4 kg DBO5/tonelada de peso vivo³⁷.
- 4. Lavado de canales:** Los residuos y productos de desinfección con altas cargas orgánicas tienen grandes emisiones³⁷.
- 5. Limpieza de equipo:** La limpieza de equipos e instalaciones producirá emisiones con altas cargas orgánicas y grandes emisiones. Además, pueden estar presentes altas concentraciones de agentes de limpieza y desinfectantes, que pueden afectar a la manipulación posterior (pueden formar espuma)³⁷.

Otras formas de contaminación de las aguas

El calor es una forma menor de contaminación que debe tenerse en cuenta. Esto sucede cuando las aguas residuales domésticas de las cocinas y el agua de refrigeración de las fábricas y centrales eléctricas se vierten en ríos u otros canales, provocando un aumento de la temperatura del agua y afectando a la vida que crece en el agua. Por ejemplo, el agua residual de la matanza de cerdos se escalda durante el proceso de lavado, por lo que el agua del río Huallaga se contamina térmicamente.

La contaminación del receptor (Río Huallaga) es ocasionada por el matadero debido al impacto del procesamiento en las etapas iniciales de la industria cárnica: la ubicación de las fuentes de agua contaminada y las opciones de control y tratamiento.

Las fuentes de contaminación del agua se dividen básicamente en actividades domésticas, zonas urbanas, zonas industriales, agricultura y ganadería. Las emisiones industriales pueden tener efectos más o menos importantes en función de sus características, como su contenido en sustancias orgánicas e inorgánicas y la demanda bioquímica de oxígeno.

Existe más de una opción para controlar estos residuos:

- 1) Procesado en la planta de producción.
- 2) Una vez finalizado el tratamiento en la fábrica, se descargará al sistema de purificación de la ciudad.
- 3) La depuración se completa dentro de la propia planta y puede reutilizarse o descargarse en cualquier corriente o cuerpo de agua sin mayor intervención.

Contaminación por detergentes

El detergente es un producto cuyos ingredientes están especialmente formulados para operaciones de limpieza aprovechando el fenómeno del lavado. La detergencia, a su vez, se define como el proceso de desprender el suelo del sustrato sobre el que está retenido y llevarlo a un estado disuelto o disperso. Los detergentes están formados por un grupo de sustancias con diferentes propiedades fisicoquímicas, cada una de las cuales tiene una función específica: complementar todo el proceso de lavado, facilitar su fabricación, otorgar al producto un conjunto de propiedades que favorecen su aceptación comercial. Para lograr estos objetivos, los detergentes suelen estar compuestos por: Uno o más tensioactivos: constituyen los llamados materiales activos, auxiliares, potenciadores, aditivos y cargas³⁶.

Los primeros detergentes fueron sulfatos de alcoholes, luego alquilbencenos sulfonados, posteriormente reemplazados por largas cadenas alifáticas (generalmente muy ramificadas). Los resultados son positivos porque continúan produciendo una rica espuma cuando se usan en agua muy dura porque no forman sales insolubles con el calcio y otros ingredientes en el

agua dura. Dado que se ha demostrado que los detergentes emulsionan las grasas con mayor eficacia que el jabón, su uso se ha popularizado, pero, paradójicamente, crean graves problemas de contaminación porque muchos de ellos no son degradables. Basta mirar los rápidos ríos que transportan agua municipal para comprender cómo en ellos se elevan verdaderas montañas de espuma. Para evitarlo, se han realizado esfuerzos para sustituir las cadenas laterales ramificadas (R) por cadenas rectas biodegradables³⁸.

El lavado industrial en Europa se suele realizar a altas temperaturas, entre 90 y 95°. Por su parte, en Estados Unidos se hace entre 50 y 60°, en México a temperatura ambiente y en nuestro país. Las diferentes condiciones de temperatura durante el lavado plantean problemas a los fabricantes de detergentes. Deben asegurarse de que el detergente se disuelva en el agua a la temperatura adecuada. Los detergentes más comunes en Estados Unidos no se disuelven fácilmente en agua fría. Los blanqueadores como el perborato funcionan bien cuando están calientes y deben reforzarse con un activador cuando se usan en frío porque el blanqueador pierde efectividad en agua tibia. Las enzimas ayudan a los detergentes que contienen esta fórmula a eliminar manchas de sangre, manchas de huevos, manchas de frutas y más. Los fabricantes de detergentes europeos y japoneses añaden enzimas a la mayoría de sus productos³⁸.

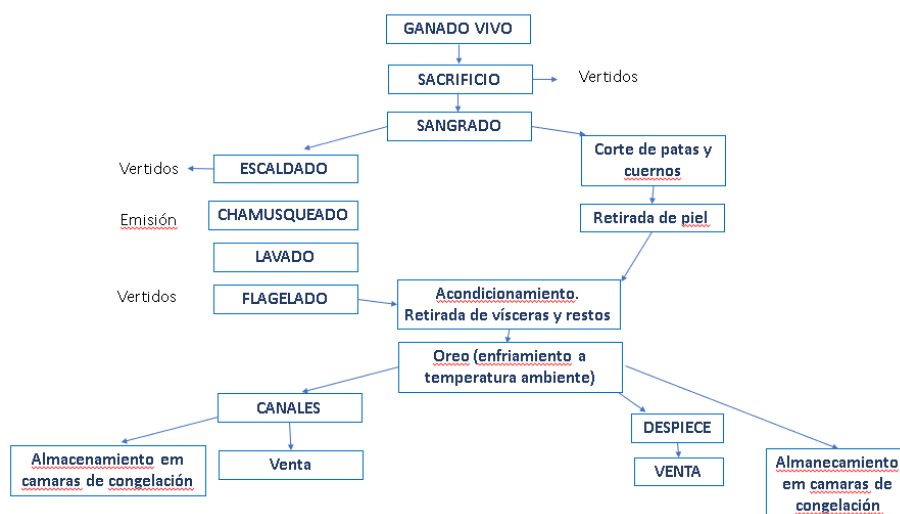
Entre las sustancias que se añaden a los detergentes para mejorar sus propiedades se encuentran aquellas que protegen los tejidos de la fijación del polvo en el suelo o en la atmósfera. Una sustancia que tiene estas propiedades es la carboximetilcelulosa, que es muy eficaz en algodón y otros tejidos celulósicos, pero no en tejidos sintéticos. Para este último, es útil utilizar entre un 1% y un 6% de ácido poliacrílico o poliacrilato. Los ácidos carboxílicos aíslan la dureza del agua al reaccionar con las sales metálicas presentes en el agua. El tripolifosfato de sodio es un excelente agente quelante que se ha utilizado durante muchos años con excelentes resultados. Lamentablemente, en Estados Unidos se comenzaron a observar los efectos de la eutrofización de las aguas, por lo que su uso quedó severamente restringido³⁸.

La misma situación ocurre en Europa, donde también se observan daños por eutrofización, un fenómeno en el que los nutrientes aumentan tanto que cuando las materias primas orgánicas entrantes (detergentes) se descomponen, el oxígeno disuelto disminuye, cambiando la vida en el agua. La industria del jabón y los detergentes que ayuda a mantener nuestro mundo libre de suciedad es enorme. En 1984, sólo América Latina produjo 2,7 millones de toneladas de 24 millones de toneladas. Los detergentes pueden estar en forma líquida, granular o aerosol. Contienen tensioactivos que reducen la tensión superficial y permiten una mejor penetración en la superficie. Según su carga se pueden clasificar en aniónicos, no iónicos, catiónicos y anfóteros. A menudo contienen sales inorgánicas como ingredientes para mantener el pH y unirse al calcio y otros minerales del agua dura, interfiriendo con la limpieza³⁸.

Un matadero es un lugar donde se sacrifican los animales y constituye la primera etapa del proceso de industrialización de la carne, considerando la canal como producto final del proceso. Mediante una serie de operaciones, incluido el tratamiento térmico, los cortes de carne y despojos se transforman para formar el producto cárnico cocido. Entre ellos podemos mencionar el jamón y la paleta cocidos, los embutidos y los embutidos. Antes de la operación de cocción, el producto se envasa al vacío en bolsas plásticas y se coloca en moldes. El proceso de cocción se realiza por etapas: primero se mantiene la temperatura por debajo de la temperatura de coagulación de la proteína (60°C) y luego se eleva hasta alcanzar los 70°C. El jamón se envasa de forma que el agua de escaldado y/o enfriamiento no entre en contacto con el alimento. La cocción se puede realizar con agua, vapor o aire caliente, y los resultados son aún mejores cuando el calor lo aporta vapor o aire. Por ello, es muy común el uso de estufas de vapor o aire caliente. Los productos crudos curados pueden obtenerse a partir de cortes cárnicos enteros, como el jamón, la paleta o el lomo, o de carnes magras y grasas que han sido sometidas a operaciones de picado y amasado, como los embutidos. A todos se les ha añadido sal para encurtir, así como especias y otros ingredientes. Luego se

someten a un proceso de secado natural o artificial hasta que el producto sea estable a temperatura ambiente y alcance las propiedades organolépticas adecuadas. Para los jamones y paletas curados, los jamones se curan con sal seca en el interior a 1-3°C y alta humedad (90%), el tiempo de curación depende del peso del jamón. Es importante mantener la temperatura entre 0 y 5°C en esta etapa, ya que por debajo de esta temperatura la sal no penetra, mientras que por encima de esta temperatura se favorece la contaminación microbiana. Los dos sistemas de salazón más utilizados son el salado en montón y el salado en recipientes. Aunque húmeda, se ha intentado salar utilizando salmuera o inyectando salmuera³⁸.

A continuación, se muestra una visión general de los diferentes procesos productivos que se pueden llevar a cabo en los mataderos de vacuno y porcino. El diagrama refleja estos procesos:



Contaminantes del agua

1. Orgánicos

Grasas y aceites. - Sustancias que se encuentran en las aguas naturales debido a su composición en el plancton y otras formas de vida acuática. La mayoría de los aceites y grasas son insolubles en agua. Las grasas y los aceites a menudo indican contaminación por materia orgánica y desechos domésticos e industriales. Algunas fracciones del petróleo tienen baja solubilidad y pueden formar una capa delgada en la superficie del agua³⁷.

2. Inorgánicos

Sólidos totales. - Los sólidos totales se componen de sólidos disueltos y sólidos suspendidos. El primero generalmente se forma a partir de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos, calcio, etc.; el segundo suele ser producto de la erosión del suelo, desechos inorgánicos y plancton³⁹.

Oxígeno disuelto. - El contenido de oxígeno en el agua debe estar en equilibrio con la atmósfera y es función de la temperatura y la salinidad del agua. Una falta total de oxígeno puede provocar una descomposición anaeróbica de la materia orgánica y producir olores desagradables³⁹.

Nutrientes. - Los nutrientes favorecen el desarrollo de la flora y fauna acuática. Se caracterizan por sulfatos, fosfatos y compuestos nitrogenados³⁹.

Se ha establecido que ciertos elementos en bajas concentraciones son esenciales para el buen funcionamiento de la vida y los sistemas biológicos; sin embargo, en mayores cantidades, estos elementos son catalogados como "tóxicos" y pueden provocar reacciones fisiológicas anormales en animales y humanos:

Aluminio. - Es un coagulante utilizado en sistemas de purificación de agua. De hecho, no es un elemento tóxico.

Arsénico. - Este elemento rara vez se encuentra por su origen natural, sino que es resultado de actividades mineras o agrícolas (pesticidas).

Boro. - Un elemento esencial para el crecimiento agrícola y puede ser perjudicial si está presente en grandes cantidades. Una pequeña cantidad puede actuar como catalizador. El boro puede reducir, retrasar o eliminar la germinación; causar la muerte de las plantas; producir clorosis; maduración prematura, etc., lo que resulta en una reducción de la cosecha.

Bario. - Es un elemento abundante en la naturaleza, pero en el agua natural su contenido no es significativo para distintos fines.

Bromo. - Es un elemento muy parecido al cloro. En la naturaleza, existe como bromuro de mercurio (BrAg) y es lentamente soluble en soluciones de amoníaco. Se utiliza habitualmente para desinfectar piscinas y rara vez se encuentra en agua natural.

Calcio. - En la naturaleza, este elemento suele estar asociado al carbonato cálcico, que es fácilmente soluble en agua siempre que sea rico en iones H^+ .

Cobalto. - Es un elemento, como el bario el rubidio o el titanio, que debe estar presente en las aguas naturales en concentraciones superiores a 0,001 ppm. Aunque el cobalto es esencial para el desarrollo animal, se aporta al organismo a través de los alimentos y no del agua.

Hierro. - Las aguas naturales contienen cantidades variables de hierro, aunque en abundancia las proporciones son pequeñas. Suele ocurrir cuando el agua fluye a través de sedimentos naturalmente porosos, aguas residuales de operaciones de limpieza de metales y vertidos de soluciones ácidas de minas.

HG. - Es el único metal líquido a temperatura ambiente. Es un elemento altamente tóxico que es transportado por los ríos hacia los océanos en cantidades cada vez mayores.

El mercurio generalmente no está presente en las aguas naturales y su presencia indica contaminación por desechos industriales de plantas procesadoras de metales, desechos de plantas farmacéuticas o químicas, pesticidas, herbicidas y fungicidas, y desechos orgánicos como el fenilmercurio y el alquilmercurio.

Plata. - Utilizado como desinfectante, con propiedades bactericidas, sus numerosas aplicaciones provienen de laboratorios de fotografía y química. Es un ejemplo de la distribución a gran escala de metales pesados tóxicos en el medio ambiente global.

El plomo en el agua a menudo indica la presencia de desechos industriales, mineros o de fundición o el deterioro de accesorios y tuberías que contienen plomo.

Potasio. - El principal uso de los compuestos de potasio es como fertilizante. La solubilidad de las sales de potasio es mayor, generalmente del mismo orden de magnitud que las sales de sodio.

3. Físicos³⁹

Temperatura, Densidad, Turbidez, Sólidos Disueltos y en Suspensión, y los Caracteres Organolépticos (color, olor y sabor).

4. Bacteriológicas

El agua contaminada alberga una gran cantidad de microorganismos que pueden provocar las llamadas epidemias del agua. En el análisis es interesante conocer el número de E. coli en 100 ml. agua. Este es un indicador válido de la presencia de bacterias patógenas, que pueden ser vectores de muchas enfermedades.



Fuente: Investigador



Fuente: Investigador

5. Contaminación de las aguas en el Perú

La contaminación y la contaminación de las aguas peruanas son tan antiguas como el desarrollo de las ciudades, pues los ríos y océanos son los puntos de disposición final de las descargas de aguas residuales. Como resultado, las vías fluviales y océanos de nuestro país son receptores de desechos líquidos generados por las ciudades. La actividad minera que se realiza en nuestras montañas por encima de los 4000 metros sobre el nivel del mar es casi el nacimiento de arroyos que formarán ríos que desembocarán en las cuencas del Pacífico o del Atlántico durante el proceso tecnológico de obtención de minerales, utilizando una serie de reactivos químicos para decantar los minerales³⁸.

Contaminación de las aguas superficiales Es claro que en el Perú la principal fuente de contaminación de las vías fluviales son los residuos generados por la industria y la minería, los cuales son muy importantes para el desarrollo del país, especialmente como fuente de divisas, y al mismo tiempo, en este caso, el deseo de expandirse es casi imposible de controlar, lo que lleva a la contaminación de la mayoría de las vías fluviales, incluidos los océanos. Las actividades mineras son una fuente importante de contaminación de las aguas superficiales en el Perú. Otra fuente de contaminación es la agricultura, que utiliza fertilizantes y pesticidas químicos, algunos de los cuales están prohibidos en otros países)⁴⁰.

Por otro lado, las aguas residuales urbanas e industriales se vierten a ríos, lagos y océanos sin tratamiento, provocando contaminación. La contaminación de las aguas superficiales también se da en zonas donde actividades como la extracción de petróleo o la extracción de oro de los ríos (selvas) y ahora los mataderos son la primera etapa de la industria cárnica. Probablemente la vía fluvial más contaminada de nuestro país es el río Rímac, especialmente el tramo comprendido entre Chosica y su desembocadura en el mar, lo que tiene graves consecuencias no sólo para la salud de las personas que viven en sus alrededores, sino también para otros usos del agua⁴⁰.

De particular interés es el río Huallaga, que es la principal fuente de agua de riego para la ciudad de Huánuco. Aguas arriba hay plantas procesadoras de minerales que vierten aguas residuales al río, generando serios problemas para otros usos, especialmente la agricultura. El tema también es delicado porque el río Huallaga, aguas abajo de la ciudad y antes de su desembocadura en el río Marañón, tiene otros usos, particularmente en la agricultura. Finalmente, tras ser vertido al océano, arrastrando la gran cantidad de iones metálicos que contiene, lógicamente tendrá un enorme impacto sobre la flora y la fauna marina, cuyo alcance se desconoce, aunque la zona en cuestión está acostumbrada a desarrollar actividades de pesca artesanal.

A lo largo de su recorrido se encuentran un gran número de desagües domésticos e industriales que desembocan directamente en él, así como vertidos de basura y otros desechos, lo que modifica la calidad de sus aguas hasta el punto de constituir un auténtico recolector a cielo abierto en la última parte de la ciudad, especialmente durante las épocas grandes del año, parte del tiempo durante la estación seca.

6. Impacto en la salud humana

La contaminación del agua puede afectar gravemente a la salud humana. Algunos elementos químicos son muy peligrosos para los seres vivos por ingestión, como el mercurio, el arsénico o el plomo, que pueden llegar a la cadena alimentaria cuando las plantas los absorben a través del agua de riego o de acuíferos subterráneos; por ejemplo, algunos fertilizantes contienen cadmio, que al ser ingerido en ciertas cantidades pueden causar diarrea aguda y daño hepático y renal; los nitratos (nitratos) presentes en el agua potable pueden causar enfermedades y riesgo de muerte en los niños³⁹.

7. El agua como vehículo de transmisión de enfermedades⁴⁰

El agua del río está contaminada. A veces el agua potable no es pura. El agua es un vector de enfermedades. E. coli puede provocar trastornos digestivos más o menos graves, que van desde una simple diarrea hasta graves trastornos biliares y del tracto urinario. Otra bacteria, la Salmonella, también se propaga

cada vez más a través de los ríos. Son responsables de la fiebre tifoidea, la paratifoidea y la salmonelosis. De hecho, los tratamientos diseñados para desinfectar el agua pueden matar rápidamente estas bacterias. No ocurre lo mismo con los virus, donde los procedimientos actuales (cloración y ozonización) tienen mucho menos impacto.

Sin embargo, el agua bombeada por la depuradora tiene niveles muy elevados de virus. La hepatitis viral (ictericia infecciosa) es la más común: su forma benigna puede cursar con una serie de trastornos digestivos; la mortalidad sigue siendo alta en pacientes con enfermedades hepáticas y en los ancianos. Es un ciclo mortal: durante el período de incubación, los pacientes eliminan grandes cantidades del virus. Luego se encuentran en el agua de alcantarillado. Inmediatamente desembocan en los ríos y luego reaparecen en el agua potable a través de estaciones depuradoras.

El Dr. Leda, director del Instituto de Biología Acuática del Instituto Pasteur de Lille, cree que vivimos entre bacterias y virus. Sin embargo, no estamos enfermos. Bacterias, virus y parásitos alcanzan un equilibrio que favorece las formas de vida avanzadas. Se cree que el mecanismo de autodefensa de la inmunidad natural humana puede tener el efecto de obligar a los humanos a ingerir pequeñas cantidades de agua contaminada como si fuera una vacuna. La cuestión es, sin embargo, ¿sabes hasta dónde puedes llegar con esta ingesta?

MEDIDAS PARA CONTROL DE TRANSMISION DE ENFERMEDADES	
Abastecimiento de agua	✓ Selección de fuentes no contaminadas, por ejemplo, pozos acuíferos profundos.
	✓ Tratamiento del agua cruda (cloración).
	✓ Reemplazo de abastecimientos contaminados por otros más confiables y seguros.
	✓ Protección de cuencas.
	✓ Control de calidad de agua.

Disposición sanitaria de excretas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Protección de los sistemas de abastecimiento de agua. ✓ Protección del medio ambiente. ✓ Apoyo a las actividades de control de los sistemas de abastecimiento de agua y de disposición de excretas. ✓ Destrucción, disposición, aislamiento o disolución de residuos fecales.
Educación sanitaria	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Higiene personal. ✓ Protección del medio ambiente. ✓ Apoyo a las actividades de control de los sistemas de abastecimiento de agua y de disposición de excretas.

Enfermedades microbiológicas transmitidas por el agua

Son enfermedades causadas por microorganismos patógenos presentes en el agua y entran al organismo a través de la boca. Están asociados con la contaminación por desechos humanos. Se caracteriza por propagarse fácilmente a través de otras vías como las manos o los alimentos. En esta categoría están:

1. Fiebre tifoidea: Es una enfermedad infecciosa aguda causada por *Salmonella typhi*. Se transmite a través de la leche, el agua o los alimentos contaminados con las heces de una persona infectada o portadora. Los portadores son personas sanas que están infectadas asintómicamente y eliminan bacterias *Bacillus* con regularidad. Los escenarios de transmisión epidemiológica se pueden simplificar con el acrónimo DAME (Dingers, Food, Flies and Excrement). Tras llegar al intestino, estos microorganismos viajan hasta los ganglios linfáticos mesentéricos, desde donde pueden ingresar al estómago, al hígado o continuar por el torrente sanguíneo, provocando graves daños en el bazo o el cerebro. Los síntomas de esta enfermedad son: dolor de cabeza, escalofríos, insomnio, debilidad y aumento gradual de la temperatura corporal⁴¹.

2. Cólera: Es una enfermedad infecciosa grave endémica en la India y en algunos países tropicales, aunque también pueden producirse brotes en países con climas templados. Los síntomas del cólera son diarrea y pérdida de líquidos y sales minerales en las heces. Los casos graves desarrollan diarrea muy intensa con heces típicas de "agua de arroz", vómitos, sed extrema, calambres musculares y, a veces, colapso circulatorio. En estos casos, los pacientes pueden morir a las pocas horas del inicio de los síntomas. Si se deja que se desarrolle de forma natural, la tasa de mortalidad superará el 50%, pero con el tratamiento adecuado, la tasa de mortalidad no llegará al 1%⁴².

El organismo que causa la enfermedad es *Vibrio cholerae*, una bacteria descubierta en 1883 por el médico y bacteriólogo alemán Robert Koch. La única vía de infección es a través del agua y los alimentos contaminados por las heces de pacientes de cólera, que contienen la bacteria. Por tanto, las medidas de control sanitario son las únicas medidas eficaces para prevenir esta enfermedad. En el siglo XIX, las epidemias de cólera se extendieron por Europa y Estados Unidos hasta que se mejoraron los sistemas de distribución de agua potable y alcantarillado. El control del cólera sigue siendo un importante problema de salud en muchos países asiáticos⁴⁴.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 78% de la población de los países en desarrollo carece de agua potable adecuada y el 85% de la población no tiene sistemas de tratamiento de aguas residuales. La epidemia más reciente ocurrió en Calcuta (India) en 1953; en Vietnam del Sur entre 1964 y 1967; entre los refugiados bangladesíes que emigraron a la India durante la guerra civil en 1971; y en Perú en 1991. La epidemia de 1971 mató a 6 500 personas⁴³.

El tratamiento consiste en líquidos orales o intravenosos y sales minerales (rehidratación). Gracias a las actividades de difusión llevadas a cabo por la

Organización Mundial de la Salud, en muchos lugares del mundo están disponibles preparados diluidos con los ingredientes adecuados compuestos de sodio, potasio, cloruro, bicarbonato y glucosa. Casi todos los pacientes se recuperan en un plazo de tres a seis días. Algunos estudios experimentales sugieren que las bacterias del cólera producen una toxina que estimula la secreción de líquido en el intestino delgado. Esta toxina es responsable de la pérdida masiva de líquidos que se produce en el cólera. La búsqueda de vacunas más eficaces sigue dos líneas de investigación diferentes: utilizar toxinas inactivadas o utilizar vacunas bacterianas vivas atenuadas que no son capaces de producir toxinas⁴⁵.

3. Disentería amebiana

Es causada por el parásito (la ameba) *Entamoeba histolytica* y es endémica en muchos países tropicales, pero se debe más a la falta de higiene que al clima o al calor. Es el tipo de disentería más común en Filipinas, Indonesia y el Caribe, y también puede ocurrir en algunos países con climas templados. La disentería amebiana se transmite a través del agua, alimentos frescos contaminados y portadores humanos sanos. Las moscas pueden transferir quistes amebianos de las heces de un paciente a los alimentos. Cuando la enfermedad se vuelve crónica, la ameba puede penetrar la pared intestinal y colonizar el hígado, formando un absceso hepático. En raras ocasiones, se puede formar un absceso amebiano en otra parte. Si no se controla, puede producirse la muerte⁴⁴.

4. Disentería basilar

Esta forma de disentería, producida por algunas bacterias inmóviles del género *Shigella*, también es más común en zonas tropicales con condiciones sanitarias deficientes, pero debido a que es más contagiosa, se producen epidemias en todo el mundo. Se trata de una diarrea autolimitada que rara vez se extiende más allá del intestino; sin embargo, la enfermedad puede ser grave, especialmente en niños y ancianos. La disentería bacilar se transmite a través de agua y alimentos contaminados. Las heces de

portadores enfermos y sanos contienen grandes cantidades de bacterias. Las moscas transportan las bacterias en sus patas, en su saliva y en sus heces, y las depositan en los alimentos; aparentemente las hormigas también pueden transmitir la enfermedad. Para el tratamiento de la disentería bacilar es fundamental la reposición correcta de agua y electrolitos. Como antibióticos se utilizan sulfonamidas, tetraciclinas y estreptomicina⁴⁶.

5. Gastritis

La enfermedad es causada por la ingestión de alimentos de mala calidad o agua contaminados con sustancias tóxicas u organismos patógenos. Esta enfermedad produce inflamación de la mucosa gástrica. Sus síntomas son diarrea, dolor de estómago, pérdida de apetito, náuseas, vómitos, acidez de estómago y pirosis (aumento de la temperatura corporal)⁴⁶.

6. Gastro enteritis

La enfermedad es causada por una infección provocada por el consumo de agua o alimentos contaminados con bacterias, virus, hongos o sustancias tóxicas como plomo, arsénico o hierro. La gastroenteritis consiste en la inflamación de la mucosa intestinal (enteritis) o la inflamación de la mucosa intestinal y del estómago (gastroenteritis). Los síntomas de la enfermedad son debilidad, pérdida de apetito, náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, fiebre y malestar general⁴⁶.

7. Enfermedades químicas transmitidas por el agua

Son enfermedades relacionadas con la ingestión de agua que contiene concentraciones nocivas de sustancias tóxicas. Estas sustancias pueden ser de origen natural o artificial, normalmente en un lugar específico. Algunos ejemplos son: Metahemoglobinemia en bebés que consiste en metahemoglobina presente en la sangre, que es producto de la oxidación incompleta de la hemoglobina, esto es causado por beber agua con alto contenido de nitrato. Fluorosis endémica crónica: Es causada por altos niveles de flúor en el agua, y sus síntomas son manchas de color amarillo

parduzco o casi negras en los dientes permanentes de los niños. Las altas concentraciones de metales pesados en el agua pueden producir efectos cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos⁴⁶.

IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

- 1. Fuentes de impacto ambiental:** A partir de un conocimiento detallado de los componentes ambientales, se han identificado y evaluado diferentes impactos ambientales relacionados con las actividades en el municipio de Huánuco.

Las principales fuentes de impacto son:

a) Aguas residuales. b) Residuos sólidos municipales. c) Tugurización.

- 2. Identificación de Impacto Ambiental**

Los impactos de las actividades comerciales, industriales y domésticas se manifiestan en diferentes componentes del entorno físico, biológico, socioeconómico y de interés humano. Se ha identificado lo siguiente: Desde una perspectiva biológica, el bajo río Huallaga es considerado un río muerto entre el inicio del caudal urbano. La contaminación por detergentes está asociada al uso doméstico, el impacto se refleja en los cuerpos de agua, la flora y la fauna. En los ríos, las altas concentraciones de contaminantes sobre las plantas afectan su desarrollo vegetativo hasta su eliminación.

- 3. Impacto en el entorno socioeconómico**

Infraestructuras de servicios industriales, plantas industriales, infraestructuras viales, redes de energía (líneas de alta tensión), canales de agua industriales y otras instalaciones de riesgo (tanques de combustible). El impacto sobre el medio biológico, la infraestructura física de la fuga ha deteriorado la cobertura vegetal, que se calcula en un total de 2 734 hectáreas, correspondientes al área irrigada, y se ha producido una reducción importante de la vegetación natural.

4. Impacto del medio biológico

Los gases y olores tóxicos que se producen casi dentro de la ciudad cuando se vierten a los ríos afectan la salud de la población, provocando enfermedades respiratorias y oculares⁴⁵.

La fuente de aguas residuales son los habitantes de Huánuco, el 50% de los cuales no cuenta con servicios de drenaje, por lo que utilizan sanitarios y fosas sépticas. Carga contaminante: nitratos, coliformes, bacterias, etc. La descarga al río Huallaga es de 175 litros/segundo

Efectos sobre el medio físico, el agua vertida a los cursos de agua afecta su calidad al incorporar materia orgánica, elementos patógenos y minerales y cambiar el pH.

Efectos sobre el ambiente biológico: La descarga de aguas residuales en cuerpos de agua naturales puede tener impactos negativos en los hábitats acuáticos debido a la acumulación de sólidos, la descomposición de materia orgánica que resulta en una reducción del oxígeno disuelto y la presencia de sustancias tóxicas para los peces. Como resultado, la flora y la fauna acuáticas y las aves se ven afectadas.

El vertido de aguas residuales del camal municipal sin ningún tratamiento al río Huallaga rodeada de las casas de los pueblos jóvenes Las Moras, Huayopampa, La Esperanza, generan focos de contaminación que afectan la salud humana. Parte de la población tiene contacto directo con ellas. Caso similar sucede en la margen izquierda del río, donde son vertidas las aguas servidas de Hospital Hermilio Valdizan y de ESSALUD.

IMPACTO DE LOS DETERGENTES EN EL MEDIO AMBIENTE

Los estudios han demostrado que los fosfatos en los detergentes pueden causar eutrofización en lagos, ríos y zonas costeras, razón por la cual algunas zonas de Estados Unidos han prohibido el uso de fosfatos en los detergentes. La industria de los detergentes ha adoptado la posición de que los fosfatos de los detergentes presentes en las aguas residuales pueden eliminarse mediante un tratamiento especial en plantas de tratamiento de residuos. El problema comienza cuando se desechan los detergentes fosfatados y los fosfatos se llevan a las alcantarillas. La mayoría de las plantas de tratamiento de aguas residuales no están diseñadas para eliminar los fosfatos, por lo que se vierten al medio acuático a través de las aguas residuales. Se estima que alrededor del 50% de los fosfatos en las aguas residuales provienen de detergentes, y el porcentaje restante proviene de compuestos de fósforo en desechos humanos y animales y fertilizantes fosfatados. El problema de los fosfatos es que actúan como nutrientes para las algas y plantas acuáticas, lo que provoca la degradación de las masas de agua naturales.

2.3. Bases conceptuales⁴⁶

- 1. Afluente.** - Líquido que ingresa a un proceso de tratamiento
- 2. Agua para consumo humano.** - Es el agua que se utiliza en la vida diaria con fines domésticos. Comúnmente conocida como agua potable, debe cumplir con las condiciones de ser incolora, de agradable sabor, suave y libre de microorganismos, con un valor de pH de 8.0+/-0.5 y un contenido máximo de cloro residual de 0.5ppm
- 3. Agua residual.** - Agua utilizada por comunidades o industrias que contengan materiales orgánicos e inorgánicos disueltos o suspendidos.
- 4. Aguas residuales domésticas.** - Agua doméstica comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros desechos generados por actividades humanas.

5. **Aireación.** - El proceso de transferir oxígeno del aire al agua por medios naturales o artificiales.
6. **Contaminación del agua potable.** - Las impurezas o sustancias extrañas presentes en el agua potable se identifican mediante análisis físicos, químicos y biológicos, utilizando laboratorios e instrumentos para medir la composición del agua.
7. **Contaminación del agua.** - Vertido o incorporación de sustancias o impurezas de cualquier tipo que afecten a los sistemas acuáticos.
8. **Contaminación inorgánica.** - Hay dos fuentes: Naturales: Son aquellos que provienen de aguas residuales típicamente utilizadas para uso doméstico. Minero-Metalúrgico-Industrial: Es el más crítico por los relaves, escorias y aguas residuales que se generan durante los procesos industriales.
9. **Contaminantes orgánicos.** - Estos contaminantes provienen de aguas residuales, a menudo utilizadas en aplicaciones domésticas.
10. **Contaminación.** - La presencia de cualquier tipo de impurezas o sustancias extrañas en el ambiente, o cualquier cambio en las condiciones físicas, químicas o biológicas de dicho ambiente, afectando gravemente la vida.
11. **Demanda de oxígeno bioquímico.** - La cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para estabilizar la materia orgánica en condiciones específicas de tiempo y temperatura (5 días a 20°C).
12. **Demanda de oxígeno química.** - Medición de la cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación química de la materia orgánica en aguas residuales utilizando permanganato de potasio o dicromato de potasio como agente oxidante.
13. **Efluente.** - Líquidos producidos durante procesos de tratamiento o para usos específicos.

- 14. Emisor.** - Canal o tubería que conduce aguas residuales desde un sistema de alcantarillado hasta una planta de tratamiento o desde una planta de tratamiento hasta un punto de disposición final.
- 15. Lodo activado.** - Los lodos, compuestos principalmente por biomasa y una cierta cantidad de sólidos inorgánicos, se reciclan desde el fondo del tanque de sedimentación secundaria al tanque de aireación en el tratamiento de lodos activados.
- 16. Mitigar.** - Reducir la intensidad, gravedad o importancia de algo, especialmente de algo extraño o que no sea de su composición natural.
- 17. Muestra compuesta.** - Las fracciones de muestras individuales generalmente se combinan dentro de las 24 horas y sus volúmenes fraccionarios se determinarán en función de la proporción del flujo de aguas residuales en cada momento de muestreo.
- 18. Muestras en sitio.** - Muestras tomadas al azar en un momento determinado, cuyo uso es obligatorio para comprobar parámetros que habitualmente no se pueden guardar.
- 19. Oxígeno disuelto.** - Concentración de oxígeno disuelto en el líquido.
- 20. Parámetros biológicos patógenos.** - Organismos eutróficos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO).
- 21. Parámetros físicos.** - Son la temperatura, densidad, turbidez, sólidos disueltos y suspendidos y características sensoriales (color, olor y sabor).
- 22. Parámetros químicos.** - Inorgánicos Oxígeno, nitrógeno, metales alcalinotérreos, halógenos, sílice, pH, fósforo, azufre, carbono inorgánico, metales pesados.

- 23. Parámetros químicos orgánicos biodegradables.** - (hidratos de carbono, grasas y proteínas) y no biodegradables (pesticidas, ciertos detergentes, hidrocarburos y productos químicos persistentes).
- 24. Plantas de tratamiento.** - Infraestructura y procesos para la depuración de aguas residuales.
- 25. Procesamiento inicial.** - El proceso de acondicionamiento de aguas residuales para su posterior tratamiento.
- 26. Salud Física.** - Un estado completo de salud física, mental y social y de salud orgánica funcional en su máxima expresión y no simplemente la ausencia de enfermedad. Estos se obtendrán mediante un examen físico de los sistemas anatómicos y fisiológicos. Asimismo, se someterán a análisis específicos en el laboratorio, por ejemplo: sangre, orina, secreciones gastrointestinales, etc.
- 27. Tratamiento biológico.** - Proceso de tratamiento que potencia la acción de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica existente.
- 28. Tratamiento primario.** - Eliminación de sólidos suspendidos a granel, excluidos coloides y sólidos disueltos.

Tratamiento secundario. - Niveles de tratamiento para eliminar materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión.

2.4. Bases filosóficas⁴⁷

El agua es fuente de vida. Entonces, cuando el destino lo llamó, tendido en la hierba mojada, A ambos lados del río cantan cisnes blancos.

Dido a Eneas, Hildas VII, Ovidio:

"Esto es agua". La historia comienza cuando dos alevines nadan junto a un pez viejo y sabio, que agacha la cabeza y dice: "*Buenos días, chicos. ¿Cómo está el agua?*" Un pez mira al otro y le pregunta: "*¿Qué diablos es el agua?*". "*Foster*

Wallace anima a los estudiantes a pensar en los peces y el agua". Las reflexiones sobre el agua implican inevitablemente, en primer lugar, *la idea de fuente, de creación*. No es un invento como un robot, sino una *creación*. El agua es fuente de vida. El pescado viejo puede responder a los alevines, y la respuesta será puramente mediterránea. Pero ese es exactamente el punto de Foster Wallace: "El hecho es que, en las trincheras de la lucha diaria de la existencia adulta", señaló, "las verdades evidentes pueden ser cruciales".

El agua es la fuente, antes que todas las formas. Lo que los griegos llamaban "arché", que significa "fuente" o "principio", es el elemento del que se componen todas las cosas y que determina la correcta existencia de cada entidad.

El presocrático Tales de Mileto fue el primero en tener esta idea, lo que significa que sabíamos que el agua era esencial antes de saber algo sobre química. De hecho, sabemos más sobre el espacio que sobre las profundidades del océano, y los peligros de explorar el espacio son menos abrumadores que la presión abrumadora de explorar las profundidades. La naturaleza misteriosa del abismo, tan rica para poetas y filósofos, sigue siendo insondable para la ciencia.

Aristóteles señaló este concepto "primordial" en la *Metafísica* cuando habló del "*agua como fuente de vida*". "Entonces creían que nada realmente nace ni muere, porque esta primera naturaleza siempre está ahí. *El agua nos permite ver la muerte y el renacimiento, la purificación, el eterno retorno y los ciclos*".

La *moralia* de Plutarco, sobre Tales de Mileto: "*Todas las cosas se originan en el agua, y todas las cosas se resuelven en el agua*". Todo germen fértil tiene un comienzo, y es húmedo; por eso se dice que todo proviene de la humedad. Su segundo argumento acerca de que el agua es la fuente de vida es que las plantas prosperan con agua y sin ella se marchitarán.

Los humanos nacemos casi en un noventa por ciento hechos de agua. Para los adultos normales, el 60 por ciento es así. Pero en la vejez, esta proporción cae a alrededor del 50 por ciento. Cuando la muerte se cierne sobre nosotros, empezamos a deshidratarnos.

El tercer argumento de Tales, según Plutarco, fue: *“El fuego del que están compuestos el sol y las estrellas se nutre de la exhalación del agua”*. Sí, y el mundo mismo. Hace apenas una década, los científicos determinaron que la presencia de agua interestelar era necesaria para evitar el sobrecalentamiento cuando nacían el Sol y otras estrellas del universo. *“Nuestro sol libera vapor de agua sobrecalentado para equilibrar su temperatura”*. Fueron necesarios dos milenios y medio para que la ciencia alcanzara esta comprensión filosófica racional del agua.

2.5. Bases epistemológicas

El objetivo principal de una comunidad epistémica es llegar a consensos para definir y compartir el marco cognitivo de los problemas percibidos por sus miembros, así como alternativas para resolverlos⁴⁸.

Determinar el nivel de tratamiento requerido según la institución receptora o su probabilidad de utilizar las aguas residuales. La selección de un proceso de tratamiento de aguas residuales debe basarse en la definición de objetivos de calidad de las aguas residuales, estos deben ser compatibles con el propósito de la instalación receptora.

En los casos en que se utilicen aguas residuales para el riego de cultivos, la calidad del efluente de la planta de tratamiento deberá determinarse de acuerdo con el tipo de cultivo que se realiza aguas abajo del río Huallaga.

El Reglamento Nacional de Construcción en su Norma S090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (RM N°048-97-MTC/15VC del 27 de enero de 1997) establece: *“Antes de proceder al diseño preliminar o definitivo de una planta de tratamiento de aguas residuales, un requisito básico es realizar un estudio de la instalación receptora. El estudio del cuerpo receptor debe tener en cuenta las condiciones más adversas. Se determinará el grado de tratamiento de acuerdo con los estándares de calidad de la instalación receptora.”* Para aquellos que utilicen efluentes provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales, *“El grado de tratamiento se determinará con base en los requisitos de calidad para cada uso*

establecidos en la norma". En ambos casos, los requisitos de calidad para las instituciones receptoras y el uso de aguas residuales son determinados por la autoridad sanitaria (es decir, el Ministerio de Salud) a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). La Ley General de Aguas (D.L. N° 17752 / DS N° 261-69-AP / DS N° 007-83-SA) donde establece límites máximos y mínimos en función del uso del cuerpo de agua y la descarga de aguas residuales tratadas o no tratadas. El impacto no debe exceder el valor especificado por la ley.

2.6. Bases antropológicas⁴⁹

La contaminación industrial puede parecer un fenómeno moderno, pero un equipo internacional de investigadores ha descubierto que la *"Primera contaminación de los ríos se produjo hace unos 7 000 años, durante la Edad del Bronce"*, cuando los humanos se encontraban en las primeras etapas del desarrollo metalúrgico. Neolítico. Se trata de un río en la región de Fernand Valley (sur de Jordania) donde Russell Adams, del Departamento de Antropología de la Universidad de Waterloo en Canadá, y sus colegas encontraron evidencia de una contaminación temprana por la quema de cobre. El estudio, arroja luz sobre un momento decisivo en la historia en el que los humanos comenzaron a pasar de fabricar herramientas de piedra a fabricarlas de metal. Este período, conocido como Calcolítico o Edad del Bronce, fue el período de transición entre el Neolítico tardío o Edad de Piedra y la Edad del Bronce temprana. *"Estas personas estaban experimentando con fuego, experimentando con cerámica y experimentando con mineral de cobre, y esos tres ingredientes fueron parte de la producción temprana de metal de cobre a partir del mineral"*, dijo Adams, y agregó: *"La innovación tecnológica y la proliferación de la adopción de metales y utilizar como marcadores sociales es el comienzo del mundo moderno"*. En aquella época, los humanos fabricaban cobre mezclando carbón vegetal y cobre azul verdoso, que abunda en la región del Jordán.

CAPÍTULO III. SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1. Formulación de Hipótesis

Hipótesis	Símbolo	Formulación
General	Hⁱ	Los métodos de tratamientos de los efluentes líquidos del Camal Municipal para mitigar la contaminación en el río Huallaga. Huánuco, 2023 son efectivos.
	H⁰	Los métodos de tratamientos de los efluentes líquidos del Camal Municipal para mitigar la contaminación en el río Huallaga. Huánuco, 2023 no son efectivos.
Hipótesis	Símbolo	Formulación
Específicas	HEⁱ₁	El método de tratamiento primario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga es efectivo.
	HE⁰₁	El método de tratamiento primario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga no es efectivo.
	HEⁱ₂	El método de tratamiento secundario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga es efectivo.
	HE⁰₂	El método de tratamiento secundario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga no es efectivo.

3.2. Operación de variable

VARIABLES	DIMENSION	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	TIPO
VARIABLE INDEPENDIENTE					
Tratamiento de los efluentes líquidos	Primario	Primario	Fuerza de gravedad (sedimentación y decantación)	SI - NO	CUALITATIVO NOMINAL
	Secundario	Secundario	Proceso natural (medios físicos y químicos)		
VARIABLE DEPENDIENTE					
Mitigar la contaminación en el río Huallaga	Contaminación	Aguas	- DQO	SI - NO	CUALITATIVO NOMINAL
		Aguas superficiales	- Carga orgánica (DBO)		
		Aguas residuales	- Coliformes fecales		
		Detergentes al medio ambiente	- Coliformes totales		

3.3. Definición operacional de variables

Variable Independiente: Efluentes líquidos

Variable Dependiente: Contaminación

3.1.1. Efluentes líquidos vertidas a los ríos:

Las aguas residuales son una masa de agua desechable que fluye a un río importante. También se refiere al vertido de aguas residuales⁵⁰.

3.1.2. Contaminación:

La contaminación del agua se produce cuando materias extrañas como microorganismos, desechos, productos químicos o aguas residuales industriales (especialmente aguas residuales de mataderos) ingresan al medio ambiente, provocando el deterioro de la calidad del agua⁵¹.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. **Ámbito**

EL Camal Municipal de Huánuco está ubicada en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, en la región Huánuco. A 1 920 metros sobre el nivel del mar, a 409 kilómetros de la ciudad de Lima, accesible por vía terrestre (7 horas de viaje) y aérea (35 minutos de vuelo), latitud sur: 9° 9' 1", longitud: 76° 2' 3 del centro del área del proyecto".

4.2. **Tipo y Nivel de Investigación**

Nivel: La investigación fue de nivel aplicativo tal como lo anota la autora Graciela Pardo⁵², porque permitió aplicar un método de descontaminación de los efluentes al río Huallaga.

Tipo de estudio:

- A. De acuerdo con el periodo en que se captó la información: Prospectivo
- B. De acuerdo con la evolución del fenómeno que se estudió: Longitudinal
- C. De acuerdo con la interferencia del investigador en el estudio: Experimental.

Enfoque: Cuantitativo porque nos permitió expresar los resultados en datos cuantitativos (numéricos).

Método:

Este trabajo de investigación utilizó un método híbrido (mixto) de **campo y laboratorio**, recolectando muestras de aguas residuales relacionadas con el saneamiento ambiental del matadero y del sitio a través de instrumentos, y obteniendo datos de laboratorio. Los resultados realizados en la estación de monitoreo de aguas residuales involucraron análisis, síntesis y otros análisis de las propiedades químicas, físicas y microbianas de las aguas residuales, así como métodos de contribución específicos como la asistencia estadística.

4.3. Población y Muestra

Descripción de la Población: Incluye todos los puntos de drenaje de aguas residuales de los cauces Municipales del Camal al río Huallaga de Huánuco.

Muestra y método de muestreo: para este estudio estuvo compuesta por aguas residuales vertidas a los alcantarillados del río Huallaga proveniente del Camal Municipal de Huánuco, mediante **muestreo no probabilístico intencional** que cumple con criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión y exclusión:

Para la caracterización completa de las aguas residuales, se desarrolló un programa de monitoreo para conocer completamente las características de las aguas residuales, determinando sus condiciones fisicoquímicas, temperatura, pH, condiciones bacteriológicas y caudales correspondientes (trabajo de campo), según resultados fueron incluidos en el estudio.

Unidad de análisis: Efluentes

Unidad de muestreo: Efluente primaria y secundaria

Marco muestral: Lista de Efluente primaria y secundaria

4.4. Diseño

Según R.H Sampieri, el diseño de un experimento real es un diseño con sólo un grupo de pre y post, y su fórmula es:

Grupos	VI		VD
G.E.	O ₁	X	O ₂ ...

Donde:

GE = Grupo experimental

X = Tratamiento primario y secundario del agua

O = Medición a los sujetos de un grupo

4.5. Técnica e Instrumentos

4.5.1 Técnicas

Observación. – Se realizó mediante un examen físico, químico y microbiológico de cada muestra de agua recolectada en la salida del colector de la estación de muestreo para caracterizar la situación. Para ello, el laboratorio de la UNHEVAL preparó un ambiente con instrumentos, materiales y reactivos adecuados al caso. Esto ayudó con el análisis. Las muestras se caracterizaron en base a análisis físicos, químicos y microbiológicos.

4.5.2 Instrumentos:

Guía de observación u hoja de registro. – Tuvieron el siguiente contenido:

1). Monitoreo de agua: Para caracterizar completamente las aguas residuales, se desarrolló un programa de monitoreo que permitiera un conocimiento integral de las características de las aguas residuales, determinando sus condiciones fisicoquímicas, temperatura, pH, condiciones bacteriológicas y caudales correspondientes. El monitoreo se realizó en el punto de descarga de aguas residuales del Camal Municipal de Huánuco según el esquema de monitoreo establecido en este estudio. (anexo 2).

2). Medición de caudales: Para cada caudal determinado se tomaron las mediciones de caudal cada hora durante 10 días de acuerdo con las instalaciones reglamentarias del año 2009 que operan entre 4 y 8 horas, requiriendo cuatro sesiones de monitoreo con una frecuencia horaria. Toma de muestras para determinar el pH, la temperatura y el caudal: 8 a.m., 9 a.m., 10 a.m., 11 a.m. (anexo 3).

3). Medición de parámetros fisicoquímicos: Se realizó mediante la preparación de “muestras compuestas” consistentes en grandes volúmenes

de aguas residuales recolectadas cada hora durante la operación; en estaciones de monitoreo y en horarios designados según parámetros establecidos para tal fin. (anexo 4).

4). Medición de parámetros microbiológicos: Para fines de muestreo, se determinó que los análisis de parámetros microbianos fueron realizados simultáneamente en todos los sitios. (anexo 5).

5). Metodología para la preparación de la muestra completa: Definimos “muestra compuesta” como aquella que, por su composición, refleja cambios en el flujo (viento) y concentración de materia orgánica en las aguas residuales del alcantarillado del Camal Municipal durante la operación de cada estación. El procedimiento fue el siguiente:

- a. Recoger muestras de aguas residuales cada hora a las 08:00, 09:00, 10:00 y 11:00 am, y determinar el caudal en ese momento.
- b. El volumen total de la muestra compuesta (V_m) fue de 2 litros
- c. La cantidad extraída de cada muestra (V_i) fue proporcional al caudal instantáneo correspondiente al tiempo de muestreo, según relación incluida. (anexo 6).

Materiales:

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron elegidos de manera que nos permitiera trabajar de manera ordenada y fueron codificados para una mejor investigación, siendo.

- a. Tubo de ensayo.
- b. Termómetro.
- c. Frasco para analizar.
- d. KIT HACH equipo de análisis de agua.
- e. Equipos de absorción atómica.
- f. Equipos químicos.

- g. Medidor de pH.
- h. Balanza.
- i. Colorímetro.
- j. Turbidímetro.
- k. Respirómetro (DBO5).
- l. DQO.
- m. Equipos para análisis microbiano de agua (autoclave - microscopio).

4.5.1.1. Validación de los instrumentos

Guía de Observación (anexo7):

1	Víctor QUISPE SULCA	Aplica
2	María del Pilar MELGAREJO FIGUEROA	Aplica
3	Ibeth Catherine FIGUEROA SÁNCHEZ	Aplica

4.5.1.2. Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos

La fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se realizó la prueba del coeficiente “Alfa de Cronbach”, con resultado de 0,991 > 0,8 mínimo aceptable, entonces el instrumento pasa la prueba de confiabilidad, por la cual se pudo aplicar.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,991	18

4.6. Técnica para el procesamiento y análisis de datos

Para la realización de este trabajo de investigación se seguirán los siguientes procedimientos:

1. La gestión de los trámites administrativos se realizó en el Camal Municipal de la Ciudad de Huánuco para la obtención de las autorizaciones correspondientes.
2. Determinamos las medidas de control.
3. Obtuvimos las muestras correspondientes para medir las variables.
4. Ejecutamos el método experimental.
5. La primera fase fue medir los resultados.
6. Los resultados fueron medidos en la segunda fase.
7. En el plan de tabulación se elaboró en una matriz de datos para incorporar la información de cada ítem considerado en el instrumento al programa Microsoft Excel y luego fue exportada al programa estadístico SPSS.
8. El procesamiento de datos se realizó mediante métodos manuales y electrónicos en una computadora personal Core i9 utilizando el paquete estadístico SPSS V 27 para Windows.

Para el análisis de los datos se consideró dos fases:

Etapa de descripción: Utilice la distribución de frecuencias para presentar la información con tablas y galería fotográfica apropiada, en contraste con la teoría y los antecedentes del estudio, con el enfoque en lograr los objetivos de la investigación para respaldar mejor el trabajo actual del estudiar.

Fase de inferencial: Se utilizó una tabla de doble entrada para para mostrar las variables de estudio y se utilizó la prueba estadística deductiva t de Student para muestra pareadas.

4.7. Aspectos Éticos

Se garantizaron los principios básicos de confidencialidad de la información y anonimato de los participantes (entrevistas), para ello se brindó el “consentimiento informado”. Los datos recopilados fueron tratados de forma confidencial y anónima por parte del investigador. De esta forma se cumplieron los protocolos establecidos en la Declaración de Helsinki.

CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1. Análisis descriptivo

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos hallados antes del tratamiento primario y secundario de las muestras de efluentes líquidos del Camal Municipal de Huánuco.

Categoría: Parámetro	Meses			
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1 Caudal (m ³ /día) ⁽¹⁾	30,872 l/s	30,872 l/s	30,872 l/s	30,872 l/s
2 pH ⁽¹⁾	7,20	7,20	7,15	7,25
3 Temperatura ⁽¹⁾	24,7 °C	25 °C	25 °C	25 °C
4 Sólidos suspendidos totales (SST)	2250 mg/l	2350 mg/l	2150 mg/l	2450 mg/l
5 Cloruros	- . - Mg/l	- . - Mg/l	- . - mg/l	- . - mg/l
6 Aceites y grasas	250 mg/l	210 mg/l	210 mg/l	210 mg/l
7 DQO	2400 mg/l	2500 mg/l	2500 mg/l	2500 mg/l
8 DBO5	0,63 mg/l	0,73 mg/l	0,73 mg/l	0,73 mg/l
9 Carga orgánica (DBO5) total	325 mg/l	345 mg/l	330 mg/l	315 mg/l
10 Sólidos sedimentables (SS)	2500 mg/l	2500 mg/l	2500 mg/l	2500 mg/l
11 Coliformes fecales NMP/100 ml	2,4 x 10 ⁶	2,6 x 10 ⁶	2,7 x 10 ⁶	2,5 x 10 ⁶
12 Coliformes totales NMP/100 ml	1,3 x 10 ⁹	1,4 x 10 ⁹	1,6 x 10 ⁹	1,4 x 10 ⁹

Fuente: Análisis de laboratorio_ Unheval

Interpretación:

Como se puede observar, la composición es típica de composiciones procedentes de mataderos de animales, constituida por aproximadamente un 95% de agua y un 5% de sólidos en peso seco. El líquido en sí no es más que un vehículo de innumerables sustancias y microorganismos orgánicos e inorgánicos eliminados durante el sacrificio de animales para consumo humano. Aproximadamente el 80% de los sólidos son orgánicos (proteínas, carbohidratos, grasas y materiales del intestino de los animales beneficiarios) y el 20% son inorgánicos (suelo, sales).

Por otro lado, como se puede observar en la muestra compuesta aquí, la concentración de contaminantes fisicoquímicos indicados en los protocolos de las distintas estaciones se puede observar que la DBO y la DQO, que miden la concentración de materia orgánica, en DBO se expresa a una temperatura de 20°C, la cantidad de oxígeno que utilizan los microorganismos para descomponer la materia orgánica en las aguas residuales en cinco días. La DQO es la **cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica mediante dicromato en una solución ácida y convertirla en dióxido de carbono y agua**. Como se observa en el análisis, los valores de DQO son siempre **superiores** a los de DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente. La DBO5 se utiliza comúnmente para examinar la carga orgánica de aguas residuales municipales e industriales biodegradables, tratadas y no tratadas. La DQO se utiliza para controlar la carga orgánica de las aguas residuales y del agua industrial, que no es biodegradable o contiene compuestos que inhiben la actividad microbiana. El contenido típico de materia orgánica de estas aguas es 50% de carbohidratos, 40% de proteínas y 10% de grasas.

Los sólidos suspendidos totales o residuos no filtrables en muestras de aguas residuales industriales se definen como la fracción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio y posteriormente secados a 103-105°C hasta peso constante.

Sólidos suspendidos totales SST es la cantidad de sólidos que quedan en suspensión después de que el agua se ha sedimentado durante 10 minutos. Se mide en ppm. o mg/L.

Método de tratamiento primario de los efluentes líquidos del Camal Municipal vertidas al río Huallaga.

La tarea de este proceso es separar físicamente los sólidos en suspensión que no quedaron retenidos en el tratamiento anterior (pre tratamiento). Esta fase es obligatoria para las emisiones de ciudades e industrias con una población de más de 50 000 personas.



Mediante el pretratamiento se eliminan las partes de contaminación más evidentes: Objetos de gran tamaño, trapos, palos, hojas, arena, grasas y materiales similares, que llegan flotando o suspendidos del colector de entrada ubicado en el área de procesamiento. Una línea de pretratamiento tradicional consta de etapas como cribado, triturado y desengrasado.

El principal proceso en el **tratamiento primario** es la sedimentación-decantación, un fenómeno provocado por la **fuerza de gravedad** que provoca que las partículas en suspensión más pesadas que el agua se separen y sedimenten. Normalmente, en los llamados sedimentadores dinámicos, los lodos se arrastran periódicamente para su eliminación mediante un puente móvil con rascadores que recorren el fondo. En los llamados decantadores circulares gigantes, el agua entra por el centro y drena por la

periferia, mientras que los lodos son arrastrados hasta el pozo de la bomba, donde son eliminados mediante una limpieza periódica.

Otros procesos de tratamiento primario incluyen mecanismos de flotación por aire, donde se eliminan los sólidos en suspensión con una densidad cercana al agua, así como aceites y grasas, creando burbujas de aire muy finas que arrastran las partículas a la superficie para su posterior eliminación. El tratamiento primario elimina aproximadamente el 90% de la materia sedimentada y el 65% de la materia suspendida en las aguas residuales del canal. De esta forma, la DBO5 se reduce **aproximadamente un 35%.**

El agua tratada se recolecta a través de los vertederos circundantes y luego ingresa a operaciones de tratamiento posteriores o se descarga al aire libre para su eliminación. Por tanto, el decantador centrífugo primario puede: Eliminar espuma y materia flotante, obtener lodos concentrados, eliminar olores desagradables oxigenando los lodos.

Método de tratamiento secundario de los efluentes líquidos del Camal Municipal vertidas al río Huallaga.

Es responsable de la eliminación de la materia orgánica biodegradable presente en las aguas residuales del alcantarillado municipal de Huánuco y no eliminada durante el tratamiento primario. Se trata de provocar el desarrollo de microorganismos capaces de absorber materia orgánica. El tratamiento secundario más utilizado de las aguas residuales municipales implica un proceso biológico aeróbico seguido de decantación, conocido como tratamiento secundario.

Los procesos biológicos pueden ocurrir a través de diferentes procedimientos. Los más comunes son un proceso llamado lodo activado y un proceso llamado lecho bacteriano o percolador. Existen otros procesos de depuración aeróbica utilizados principalmente para aguas residuales industriales y/o domésticas a pequeña escala: Sistemas de lagunas, filtros verdes, lechos de turba o contactores biológicos rotativos. Se llaman tecnologías blandas, pero nos centramos en las dos primeras: Lodos activados y lechos bacterianos.

Lodo activado: Consiste en un proceso continuo en el que las aguas residuales se estabilizan biológicamente en tanques o lagunas de activación y se mantienen en condiciones aeróbicas. El efluente de los tanques de sedimentación primarios fluye hacia estos tanques de lodos activados, que requieren oxígeno para el metabolismo microbiano. Este aporte se consigue mediante turbinas o difusores dispuestos dentro del estanque. En este último caso, el suministro de aire se realiza mediante un turbocompresor.

El sistema consiste en desarrollar cultivos bacterianos dispersos en forma de flóculos y alimentarlos junto con el agua a depurar. La agitación evita la sedimentación y homogeneiza la mezcla de flóculos bacterianos y agua residual (**licor de mezcla**). Después de un tiempo de contacto suficiente (5-10 horas), el licor mezclado se envía a un clarificador (**decantador secundario**) para separar el agua purificada del lodo. Una parte de este último se recicla al tanque de aireación para mantener una concentración suficiente de biomasa activa. Se deben asegurar los nutrientes

necesarios para que el sistema funcione correctamente. Se trata principalmente de nitrógeno y fósforo.

Una vez que el agua tratada pasa por estos tanques de aireación y digestores bacterianos, el agua residual pasa por un decantador centrífugo de dos etapas. Estos decantadores son el paso final para conseguir un efluente altamente clarificado, estable y con bajo contenido de DBO5 y sólidos en suspensión (menos del 10% respecto al agua que entra al proceso).

Mientras que el tratamiento biológico puede reducir la DBO5 del efluente entre un 75-90%, la reducción de DBO5 de los lodos es mucho menor, por lo que suele ser necesario un tratamiento posterior de dichos lodos.

Para verificar el proceso se debe mantener un equilibrio entre los microorganismos mantenidos en el reactor y los alimentos contenidos en las aguas residuales, por lo que es necesario depender de la cantidad de agua residual que ingresa a la planta de tratamiento.

En los **lodos activados**, los microorganismos utilizados para la depuración se concentran en un pequeño espacio para formar flóculos bacterianos. El tratamiento se realiza en tanques de aireación circulares o rectangulares.

Lecho bacteriano: Son tanques redondos llenos de piedras o materiales sintéticos que forman filtros con una gran cantidad de orificios diseñados para biodegradar la materia orgánica de las aguas residuales.

El agua para tratar se pulveriza sobre el lecho filtrante mediante un brazo giratorio equipado con una boquilla y forma una membrana que cubre el material filtrante, que está formado por bacterias, protozoos y hongos que se alimentan de materia orgánica y que constituyen el agua residual del filtro. A medida que el agua residual fluye a través de la membrana, se extrae de ella la materia orgánica y el oxígeno disuelto. El oxígeno disuelto en el líquido se proporciona absorbiendo aire entre los espacios del lecho. El material del lecho tiene una gran superficie específica y una alta porosidad, y normalmente está hecho de diversas formas de piedra caliza, grava, escoria o

materiales plásticos artificiales. Este tipo de sistema de depuración se utiliza habitualmente en localidades pequeñas y tiene la ventaja respecto a los lodos activados de que no requiere ningún aporte energético.

Los principales microorganismos de los lodos activados: El mecanismo general de los sistemas de lodos activados está representado por las siguientes reacciones biológicas:

Materia orgánica + microorganismos + O₂ → CO₂ + H₂O + NH₃/NH₄⁺ + microorganismos + energía.

La biodegradación (oxidación de la materia orgánica disuelta en agua) se realiza mediante microorganismos que forman flóculos en el tanque de activación.

Los flóculos individuales son la unidad ecológica y estructural de los lodos activados y constituyen el núcleo del desarrollo de los procesos de depuración biológica. El tamaño medio de los flóculos oscila entre 100 y 500 micras. A medida que aumenta el tamaño del flóculo, el oxígeno en su interior disminuye, creando una zona anóxica donde pueden crecer bacterias metanogénicas anaeróbicas, iniciando así el proceso de digestión anaeróbica de los lodos.

Hay dos componentes en el flóculo de lodos activados, llamados componentes biológicos y componentes abióticos. Los principales componentes biológicos están compuestos por una variedad de microorganismos:

Bacterias: son los componentes principales y básicos del flóculo. Son esencialmente heterótrofos: bacilos gramnegativos del género *Pseudomonas*, como las micelas cinéticas (principalmente especies de *Mycobacterium*); *Pseudomonas* o *Comamonas*; Bacterias filamentosas no septadas, como las *Flavobacterias* *Cytophaga*; o hidrogenoproteobacterias, como las *Alcaligenes* (con capacidades desnitrificantes). Entre las bacterias Gram positivas podemos encontrar: *Arthrobacter* (*corinebacterias* con *morfogénesis cocobacteriana*, muy abundantes en el suelo) y *Bacillus* (*bacilos aerobios* formadores de esporas). Por otro lado, un flóculo "ideal" contiene una colección de bacterias filamentosas que se desarrollan en equilibrio con otras bacterias.

Lo descrito hasta ahora constituye la "estructura básica" del flóculo de lodos activados. Sin embargo, se puede encontrar un gran número de bacterias autótrofas, normalmente bacterias nitrificantes Gram negativas como *Nitrosomonas* o *Nitrobacter*, o no *Sulforodacteria* como *Rhodospirillum* o *Rhodobacter*.

Hongos: Los lodos activados generalmente no favorecen el crecimiento de hongos, aunque ocasionalmente se pueden observar algunos hongos filamentosos como *Geotrichum*, *Penicillium* o *Cephalosporium* en los flóculos de lodos activados.

Protozoos: Los principales microorganismos eucariotas presentes en los lodos activados son los protozoos ciliados libres (*Paramecios*), estacionarios (*Vorticella*) o rastreros (*Aspidisca Euplotes*), que están presentes en altas densidades y desempeñan un papel vital en el proceso de depuración y acondicionamiento del resto de las comunidades bióticas. Mejoran la calidad de las aguas residuales y regulan la biomasa bacteriana al aprovecharse de las bacterias dispersas en la mezcla. Otros protozoos presentes son los flagelados *Bodo* o *Pleuromonas*, y el género de amebas de la clase *Sarcodicoccus*.

Metazoos: Aunque en los tanques de activación pueden estar presentes organismos multicelulares como nematodos, anélidos, crustáceos o ácaros, los organismos multicelulares más comunes son los rotíferos (*Lecane*, *Philodina* o *Notommata*). Eliminan bacterias libres y posibles patógenos (*Salmonella*, bacterias fecales, etc.) y producen mocos que mantienen los flóculos junto con los exopolisacáridos producidos por la bacteria *Zooglea ramigera*.

Algas microscópicas: Aunque no suelen formar parte del flóculo, pueden aparecer en aguas residuales que contienen grandes cantidades de materia orgánica. Los más comunes son *Cosmarium* y *Pediastrum* (algas verdes); *Euglenophyta* y *Pinnularia*.

La presencia de diferentes organismos determina el grado de presencia de DBO₅, ya que cada grupo observado requiere ciertas condiciones de oxígeno.

El componente abiótico de los flóculos está formado por partículas orgánicas e inorgánicas procedentes de aguas residuales, así como polímeros extracelulares

(principalmente polisacáridos producidos por algunos de los microorganismos mencionados anteriormente) que desempeñan un papel importante en la floculación biológica de los lodos activados.

Microorganismos filamentosos en lodos activados en problema de floculación: En prácticamente todos los lodos activados existen microorganismos filamentosos que forman una red de macroestructuras llamadas flóculos. Por tanto, se puede decir que se trata de componentes normales de la población de lodos, aunque en determinadas condiciones pueden competir con las bacterias formadoras de flóculos, provocando una serie de efectos sobre la estructura de los flóculos. Por un lado, su ausencia puede producir pequeños flóculos pegajosos, produciendo un agua residual final turbia. En cambio, si el número de filamentos es mayor podemos encontrarnos con dos tipos de problemas biológicos:

a) Esponjas filamentosas o “hinchazones”: El lodo activado se sedimenta lentamente y no es denso, o se sedimenta mal porque la proliferación excesiva de bacterias filamentosas hace que el lodo se hinche o se vuelva esponjoso. Este es un fallo de la macroestructura floculenta.

b) Bioespumante o espumado: Los microorganismos filamentosos producen una espuma espesa y coloreada (de color blanco a marrón) y, en muchos casos, abundante materia flotante en la sedimentación secundaria.

Hay alrededor de treinta especies de microorganismos filamentosos que se encuentran comúnmente en los lodos de todo el mundo, de los cuales sólo unas pocas son muy comunes.

Estos incluyen lo siguiente:

Química de la oxidación del azufre organismos sintróficos: *Beggiatoa*, *Thiotrix*.

Bacterias Gram negativas envainadas: *Sphaerotilus*.

Cianobacterias: Células de tipo IV que producen células heteromórficas, como *Anabaena* o *Nostoc*.

Bacterias grampositivas: Bacilos formadores de esporas (*Bacillus*), cocos formadores de filamentos (*Streptococci*) y micobacterias formadoras de filamentos cortos (*Nocardia*).

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos hallados después del tratamiento primario y secundario de las muestras de efluentes líquidos del Camal Municipal de Huánuco.

Categoría: Parámetro	Meses			
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1 Caudal (m ³ /día) ⁽¹⁾	30,872 l/s	30,872 l/s	30,872 l/s	30,872 l/s
2 pH ⁽¹⁾	7,20	7,20	7,15	7,25
3 Temperatura ⁽¹⁾	24,7 °C	25 °C	25 °C	25 °C
4 Sólidos suspendidos totales (SST)	2250 mg/l	2350 mg/l	2150 mg/l	2450 mg/l
5 Cloruros	- . - Mg/l	- . - Mg/l	- . - mg/l	- . - mg/l
6 Aceites y grasas	250 mg/l	210 mg/l	210 mg/l	210 mg/l
7 DQO	570 mg/l	445 mg/l	445 mg/l	445 mg/l
8 DBO5	0,47 mg/l	0,53 mg/l	0,53 mg/l	0,53 mg/l
9 Carga orgánica (DBO5) total	270 mg/l	240 mg/l	240 mg/l	240 mg/l
10 Sólidos sedimentables (SS)	2500 mg/l	2500 mg/l	2500 mg/l	2500 mg/l
11 Coliformes fecales NMP/100 ml	1,8 x 10 ⁶	1,8 x 10 ⁶	1,8 x 10 ⁶	1,8 x 10 ⁶
12 Coliformes totales NMP/100 ml	4,0 x 10 ⁹	4,0 x 10 ⁹	5,0 x 10 ⁹	4,0 x 10 ⁹

Fuente: Análisis de laboratorio_ Unheval

5.2. Análisis inferencial

Categorías:	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		T calculado	gl	T tabular	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior				
DQO. Antes / después	2,500 mg/l	1,000	,500	,909	4,091	5,000	3	3,18	,015
Carga orgánica (DBO5) total. Antes/ después	3,250 mg/l	1,500	,750	,863	5,637	4,333	3	3,18	,023
Coliformes fecales NMP/100 ml. Antes/ después	2,500 mg/l	1,291	,645	,446	4,554	3,873	3	3,18	,030
Coliformes totales NMP/100 ml. Antes/ después	-2,250 mg/l	,500	,250	-3,046	-1,454	-0,900	3	3,18	-3,00

Fuente: Elaboración Estadística

Interpretación: Se evidencia, los valores hallados $t > 3,18$ (tabla) y en la significancia bilateral P valor $< 0,05$; motivo por el cual se rechaza la hipótesis nula y se afirma que: Los métodos de tratamientos de los efluentes líquidos del Camal Municipal para mitigar la contaminación en el río Huallaga. Huánuco, 2023 son efectivos en el tratamiento primario y secundario, a excepción en los coliformes totales.

5.3. Trabajo de campo

5.3.1. Descripción del medio ambiente

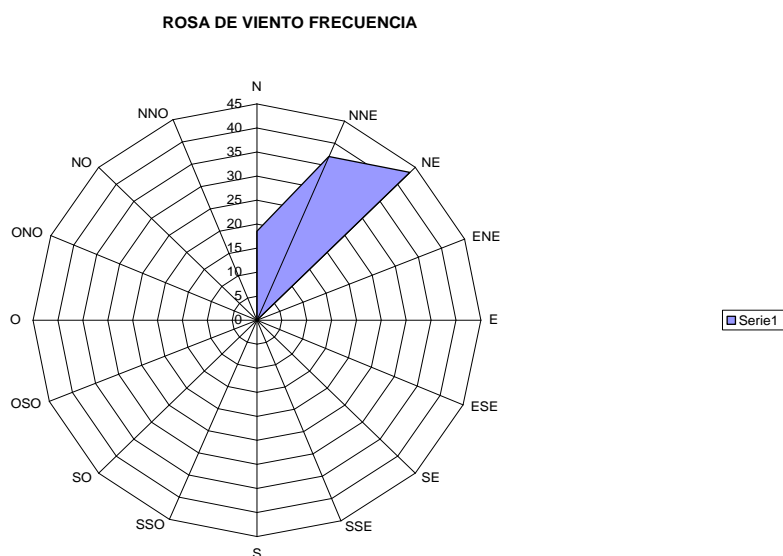
Ambiente Físico:

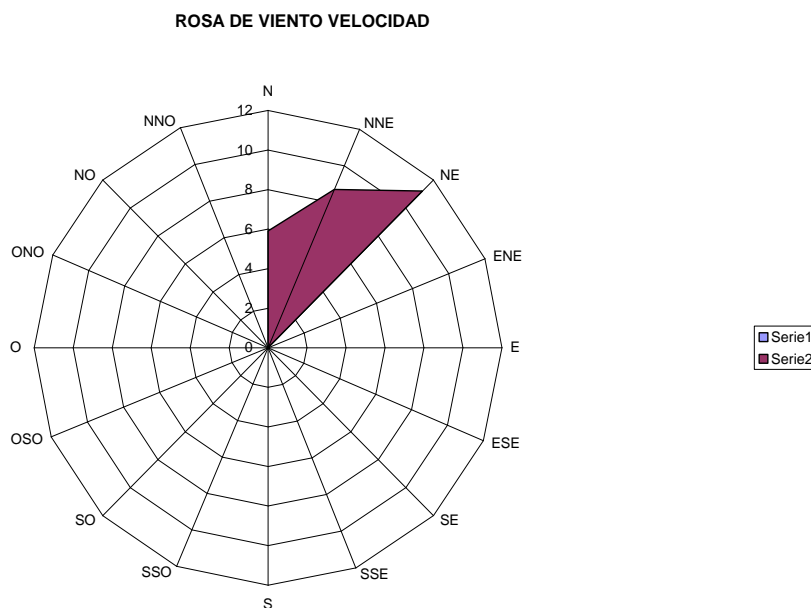
5.3.1.1. Clima, humedad, vientos, evaporación y calidad del aire

El clima es cálido, templado, tropical y seco, con temperaturas que oscilan entre una máxima de 30°C y una mínima de 12°C; de igual manera, la temperatura promedio de mayo a noviembre durante el periodo de estudio fue de 24°C, lo cual es normal para meses secos.

Las precipitaciones varían desde trazas en los meses secos hasta varios milímetros en los meses más húmedos, con 1 800 mm en 2023, lo que indica un año bastante húmedo. La humedad relativa (HR) oscila entre el 83% y el 75% en los meses húmedos y secos respectivamente.

La velocidad media del viento es de 6,47 m/s, aumenta significativamente por la tarde, alcanzando un máximo de 15,52 m/s, y disminuye a 5 m/s temprano en la mañana. Estos vientos son de categoría 4 según la escala de Beaufort, están fuera de los límites y son típicos de "*vientos con tendencias fuertes*" y las principales direcciones de elevación de polvo (ver diagrama de la rosa de los vientos) son del NE (43,5%), NNE (37 %) y N (18,5%):





Los tipos de viento analizados en esta sección son interesantes desde una perspectiva potencial de dispersión de olores porque son vientos de rápida difusión que ayudan a dispersar los olores del medio ambiente. Sin embargo, debido a la dirección principal de los olores, dependiendo de la instalación de la planta de tratamiento propuesta, tienden a fluir hacia zonas densamente pobladas. Se estima que el impacto de la evaporación es mínimo debido al momento en que ocurre y al volumen de agua tratada, es decir, no se espera que la evaporación cause un cambio percibido en la operación del sistema o en su capacidad para tratar el agua.

Con la excepción de los estacionamientos, no hay instalaciones industriales en Huánuco que estén libres de emisiones de gases y de cualquier contaminación evidente del aire provocada por el hombre; por otro lado, el monitoreo de la calidad del aire muestra que el valor de las partículas suspendidas (polvo) es bastante grande, pero inferior al valor permitido según las normas nacionales. El nivel máximo permisible (LMP) de MEM: 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de lo cual se puede inferir que el nivel de contaminación del aire se encuentra dentro de límites aceptables (Tabla 3):

Tabla 3. Monitoreo de la calidad del aire

Año 2023	Nivel medido ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Promedio mensual	LMP del MEM
Enero	148.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Febrero	147.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Marzo	137.80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Abril	141.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mayo	146.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Junio	148.54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Julio	152.12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Agosto	158.24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Septiembre	156.68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Octubre	145.65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Noviembre	141.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Diciembre	141.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Guía de observación_ Investigador

5.3.1.2. Geología

La ubicación de la planta de tratamiento propuesta se encuentra dentro del canal municipal, la geología es del período Cretácico Medio a Superior, con restos calizos y calcáreos. Los suelos cuaternarios se forman a partir de suelos orgánicos ricos en materia orgánica que se asientan sobre afloramientos de restos de morrenas y calizas. La capacidad productiva de estos suelos es muy baja en términos del uso potencial de la tierra, y debido a aparentes deficiencias en los factores del suelo, el riego no es posible y los cultivos se realizan en pequeñas parcelas familiares con muy poco rendimiento. Se observó que estas áreas actualmente no se utilizan para ningún propósito

social o económico, excepto para el cultivo de pan y actividades recreativas y deportivas extremas.

El área de estudio se caracteriza por tener grandes cantidades de agua de lluvia y agua del río Huallaga, el área del proyecto tiene escorrentía de acuíferos de arroyos cercanos y está clasificada como zona árida. Por otro lado, se observó que existe agua superficial (Río Huallaga) cerca del área del proyecto y el nivel freático supera los 3 metros debido a perforaciones superiores a los 3 metros.

5.3.1.3. Características de las aguas del río Huallaga

Ubicación del receptor de agua de tratamiento: El receptor del agua tratada fue el río Huallaga, y el punto principal de descarga de las aguas residuales tratadas primaria y secundaria (según corresponda) se ubica en la margen derecha del río Huallaga, después del Camal Municipal, en Huánuco.

Dotación de agua potable a camales municipales y residentes para satisfacer la demanda de agua potable de la población, SEDA HUANUCO brinda un sistema de abastecimiento que proporciona agua tratada (agua potable) cuya fuente es el Río Higuera y distribuida a la población a través de la red con un caudal promedio de 420 litros/segundo habitante. La red proporciona 36.288 metros cúbicos de agua potable por día, suministra agua para las operaciones de los camales municipales y repone los niveles de agua en el nivel freático.

Caracterización de aguas residuales: Actualmente existe un punto de descarga que vierte directamente al río Huallaga sin ningún tratamiento, y considerando que sólo el 50% del agua utilizada proviene del sistema de captación subterránea, el valor promedio del caudal por vaca beneficiada es de 150 litros/vaca/día.

Tabla 4. Determinación del caudal promedio sin operaciones de limpieza

FECHAS	TIEMPO(S)	CAUDAL(L/S)	VOLUMENES(L)
J1. 7/05/2023	2.245	10.903	24.480
S1. 9/05/2023	3.404	6.345	21.600
L. 21/05/2023	3.813	4.910	18.720
M. 22/05/2023	1.577	23.833	37.580
MI.23/05/2023	2.313	9.960	23.040
V. 25/05/2023	1.399	30.872	43.200
S. 26/05/2023	3.633	5.549	20.160
L. 28/05/2023	3.573	5.642	20.160
J. 21/06/2023	2.245	10.903	24.480
S. 23/06/2023	3.404	6.345	21.600
L. 25/06/2023	3.813	4.910	18.720
M. 26/06/2023	1.577	21.833	36.000
MI.27/06/2023	2.313	9.960	23.040
V. 29/06/2023	1.399	28.271	39.550
S. 30/06/2023	3.633	5.549	20.160
L. 02/07/2023	3.573	5.642	20.160

Fuente: Guía de observación_ Investigador



Fuente: Galería fotográfica

Medición de caudal y química del agua: La empresa suministradora de agua potable denominada SEDA-HUÁNUCO suministra un promedio de 420 litros/segundo de agua potable, totalizando 36,288 metros cúbicos diarios, con un horario pico de suministro de 6 a 14 horas. esta tarde.

De este suministro de agua, aproximadamente el 50% se consume (no se devuelve al sistema de alcantarillado), mientras que el 50% restante se desvía a los desagües, lo que aumenta la contaminación del río Huallaga.

Ambiente humano Huánuco: Es una comunidad cuya economía se basa principalmente en la producción comercial y agrícola, y su crecimiento o declive depende del desempeño de actividades agrícolas en la producción de papa, madera y especialmente hoja de coca.

Nivel de tratamiento de aguas residuales municipales: En la estación de monitoreo se realizaron diversos análisis: Primero, caracterización del agua residual del canal municipal (Tabla 5), monitoreo de descargas de aguas residuales (Tabla 6), análisis fisicoquímicos (Tabla 1), análisis microbiológicos (Tabla 7):

Tabla 5. Estación de monitoreo de efluentes líquidos del Camal Municipal de Huánuco.

NUMERO	ESTACIÓN	ZONA	OBSERVACION	PUNTO DE DESCARGA	DE
1	P-1	AMARILIS	PRINCIPAL	RIO HUALLAGA	

Fuente: Afluente del río Huallaga que pasa por la ciudad de Huánuco.



Fuente: Galería fotográfica del Afluente del río Huallaga que pasa por la ciudad de Huánuco.

Interpretación: La tabla nos muestra las estaciones de medición de la Estación de Monitoreo de las características de calidad de las aguas residuales del Camal Municipal de Huánuco.

Tabla 6. Monitoreo en la estación del efluente líquidos del Camal Municipal de Huánuco.

HORARIO a.m.	VOLUMEN DE MUESTRA	pH	Q L/s	TEMPERATURA °C
08:00	1 L	7.35	26.56	24
09:00	1 L	7.15	28.80	24
10:00	1 L	7.15	34.54	26
11:00	1 L	7.15	34.58	26
Promedio		7.20	30.872	25

Fuente: Guía de observación_ Investigador

Interpretación: El trabajo de seguimiento en campo se realizó entre mayo y junio del 2023, realizándose un total de 24 controles o muestreos por parte del equipo de toma de muestras en los horarios especificados en el protocolo. Los datos mostrados corresponden al 25 de mayo de 2023, fecha en la que se encontraron los mayores caudales para efectos de diseño de la Planta de Tratamiento Primario y Secundario de aguas residuales del alcantarillado municipal Huánuco; los mismos controles se realizaron para otros días de mayo y junio.

Además, se consideraron los parámetros de temperatura, pH y flujo, reportando una temperatura promedio de 25 °C, un pH de 7,20 y un flujo promedio de 30.872 litros por segundo medidos en todas las muestras.

Asimismo, se tuvo en cuenta parámetros como dirección del viento, velocidad del viento, humedad, etc. y se encontraron resultados que se han mostrado, destacando que estos datos indican la presencia de factores meteorológicos que influyen en las características de las aguas residuales con base en datos teóricos, entre que se puede citar la lluvia.

Tabla 7. Resultado del análisis microbiológico del volumen proporcional de las muestras en el monitoreo en la estación de efluentes líquidos del Camal Municipal de Huánuco

Parámetro:	Mes			
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
	25	29	20	10
Coliformes fecales NMP/100 ml	2.4×10^6	2.6×10^6	2.7×10^6	2.5×10^6
Coliformes totales NMP/100 ml	1.3×10^9	1.4×10^9	1.6×10^9	1.4×10^9

Fuente: Análisis de laboratorio_ Unheval

Interpretación: Composiciones típicas de mataderos y/o mataderos en beneficio de los animales para consumo humano. Es decir, los fluidos sirven como vehículos de transporte de los innumerables microorganismos que el ser humano elimina cada día, en este caso a través del contenido intestinal de los animales beneficiarios. Además, los resultados del análisis microbiano de la estación de monitoreo mostraron que la concentración de bacterias coliformes era alta, lo que se evidenciaba por un fuerte olor acre. Estos valores son típicos de mataderos y/o aguas residuales de matadero.

5.4. Discusión de resultados

El estudio es el primero que analiza la calidad del agua residual del canal municipal de Huánuco, que según el decreto encontró niveles de contaminación al agua superiores a la Clase III, es decir, agua utilizada para riego y consumo animal. Establecido para el Perú en el Reglamento General de Aguas. Sin embargo, según las recomendaciones de este estudio, es decir, mediante un tratamiento microbiológico más intensivo, mediante un tratamiento **terciario**, se pueden alcanzar los valores máximos permitidos para el uso previsto de este tipo de agua.

Durante el análisis fisicoquímico del agua no tratada se encontraron valores de DQO de 2500 mg/l y DBO de 0,73 mg/l, lo que indica que estos valores superan

los valores máximos permitidos según la clasificación. Para el tipo de agua (Nivel III) también observamos un valor de DQO de 570 mg/l y un valor de DBO de 270 mg/l después del tratamiento primario y secundario, que también son valores altos. Estos resultados indican que el agua residual del canal municipal es una fuente importante de contaminación con altos parámetros en los afluentes del río Huallaga y constituye un factor de alto riesgo para la salud de los huanuqueños, lo que a su vez no representa un problema grave. Se encuentra en trámite ante las autoridades competentes.

Los valores de DBO y QDO encontrados en este estudio, como parámetros iniciales, procedentes de mataderos municipales y que contienen principalmente residuos orgánicos, son superiores a los encontrados en estudios similares realizado por el investigador Cabrera⁵³ donde encuentra en aguas residuales de procesos de fabricación de embutidos: DBO 170 mg/l, DQO 350 mg /l, de donde se desprende que los canales municipales tienen mayores niveles de contaminación y por tanto requieren sistemas de tratamiento más eficientes.

En cuanto a los niveles de contaminación, se sabe que los niveles de contaminación cambian principalmente durante la temporada de lluvias, como se observa en los análisis de calidad del agua realizados en los ríos, por lo que los valores de DBO también son altos referido por el investigador Mora⁵⁴; sin embargo, en el estudio, se registraron menores precipitaciones durante el período de estudio, lo que indica que los niveles de contaminación pueden ser mayores durante el monzón.

Los parámetros utilizados para evaluar el nivel de tratamiento de aguas residuales permiten determinar si los distintos métodos utilizados son efectivos y, al respecto, se observó en este estudio que, con base en los niveles de DQO y DBO encontrados y el tipo de tratamiento propuesto, según la normativa peruana vigente, no es posible alcanzar niveles aceptables; de igual forma, un estudio anterior también evaluó el tratamiento de aguas residuales de rastrojos de ganado, en el cual se utilizaron reactores cilíndricos de vidrio, pero los valores en la normativa nacional del estudio fueron no obtenido Carrascero⁵⁵. Aunque las tecnologías que utilizan son diferentes.

Una de las limitaciones de este estudio es que podemos pensar que el análisis se realiza en una época concreta del año, por lo que puede haber diferencias en diferentes épocas del año; además, imposibilita saber si la contaminación es uniforme de un día a otro, o puede haber valores mayores o menores, dependiendo de las posibles necesidades de la explotación y del consumo de la población.

5.5. Aporte científico de la investigación

Este trabajo nos permitió demostrar que, debido a los altos valores de coliformes totales, es necesario implementar una política de control sanitario, y también nos permitió reconocer que, debido a la diferente naturaleza del tipo de producto, además de métodos primarios, secundarios, también se debe considerar el tercer tratamiento (las aguas residuales municipales deben tratarse adicionalmente para cumplir con los estándares de agua de Clase III) y se debe llevar a cabo un diseño mejorado para garantizar la calidad de la distribución del agua a la población en estudio.

CONCLUSIONES

Conclusión General:

Los análisis químicos y microbiológicos de los efluentes líquidos del Camal Municipal de Huánuco revelaron: DBO5 de 3 250 mg/l (media), DQO 2500 mg/l (media), aceite y grasa 410 mg/l, sólidos totales 2450 mg/l. El recuento promedio de coliformes fecales fue de $1,8 \times 10^6$ NMP/100 ml, y el recuento promedio de coliformes totales fue de $4,25 \times 10^9$ NMP/100 ml. Esto indica una gran demanda de tratamiento de aguas residuales municipales.

Conclusiones específicas:

1. Luego de la evaluación del tratamiento primario elimina los sólidos en suspensión mediante un proceso de sedimentación y decantación, reduciendo la DBO5 hasta en un 35% y eliminando más del 90% de los sólidos sedimentables, demostrados mediante las pruebas de laboratorio y la prueba estadística deductiva t de Student $[t_c = 4,333] > [t_T = 3,18]$, rechazando la hipótesis específica nula 1.
2. Inmediatamente de la evaluación del tratamiento secundario se proporciona lo siguiente:
 - a. DQO 2500 mg/l (media) $[t_c = 5,000] > [t_T = 3,18]$ rechazando la hipótesis específica nula 2.
 - b. El recuento promedio de coliformes fecales fue de $1,8 \times 10^6$ NMP/100 ml $[t_c = 3,873] > [t_T = 3,18]$ rechazando la hipótesis específica nula 2.
 - c. El recuento promedio de coliformes totales fue de $4,25 \times 10^9$ NMP/100 ml, $[t_c = -0,900] < [t_T = 3,18]$ aceptando la hipótesis específica nula 2.

Demostrados mediante las pruebas de laboratorio y la prueba estadística deductiva t de Student. Sin embargo, esto no cumple con los estándares establecidos por el Perú por encontrarse gran cantidad de coliformes totales.

SUGERENCIAS

A los profesionales encargados del control de efluentes líquidos del Camal Municipal de Huánuco:

Respecto al plan de tratamiento de aguas residuales, se recomienda modificar la materia prima (aguas residuales), para lo cual es necesario modificarla previamente, de la siguiente manera: Cribado con la eliminación de grandes trozos de material, la remoción de arena que elimina sólidos sedimentados (arena) que son perjudiciales para procesos posteriores y el desengrasado que elimina la grasa para evitar la formación de emulsiones perjudiciales para procesos posteriores.

1. El tratamiento primario elimina los sólidos en suspensión mediante un proceso de sedimentación y decantación, reduciendo la DBO hasta en un 35% y eliminando más del 90% de los sólidos sedimentables, por lo que se sugiere el tratamiento previo al primario.
2. El tratamiento secundario puede reducir más del 90% de la DBO y eliminar más del 90% de los sólidos sedimentables, sin embargo, no elimina los coliformes totales. Por lo tanto, se recomienda que las aguas residuales del alcantarillado municipal se sometan a un tratamiento adicional (terciario) para alcanzar los estándares de agua de Clase III.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ Fernández C. Ambiente. *Quim viva*. 2017;3(11):147–70.
- ² Zambrano J, Delgado A, Zambrano E, Peñaherrera S. Contaminantes biológicos presentes en fuentes de agua del centro-sur de la provincia de Manabí, Ecuador. *Siembra*. 2022; 9 (2): 4011.
- ³ Millan J, Soto M, Usma I, Gutiérrez D. Emerging contaminants in waters: effects and possible treatments Contaminantes emergentes em águas, efeitos e possíveis tratamentos. 2012;7(2):52–73.
- ⁴ Salgot M, Sanchez X, Torrens A. Recursos d´aigua;1999.
- ⁵ Cabezas C. Infectious diseases related to water in Peru. *Peru Med Exp Salud Publica*. 2018; 35(2): 309–16.
- ⁶ Pérez, M. Agabo, C. Muñoz M. Sales D. Solera R. Aprovechamiento de aguas residuales de los mataderos en el marco de la economía circular Water2REturn España; 2019.
- ⁷ Vegas, A. Carranza, R. Estudio bacteriológico del agua potable de la ciudad de Piura. *Bol Of Sanit Pamm*. 1982;93(Z):15.
- ⁸ Quillatupa J, et al. Contaminación de Ecosistemas Acuáticos; 2020.
- ⁹ Ecología, conceptos. Real Academia Española. España; 2023.
- ¹⁰ Garavito G, Ospina V, Ospina D. Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un autolavado. *Logos, Cienc Technol*. 2019;12(1):12.
- ¹¹ Romero J. Lagunas de estabilización de aguas residuales. Escuela Colombiana de Ingeniería; 1994.

-
- ¹² Ferre M, Costa M, Bonafeu M, Estrada M, Roger E. Ciencias de la tierra y del medio ambiente. 2 ed. CASTELLNOU. Barcelona; 1998.
- ¹³ Rodríguez K, Agudelo R, Caicedo M. Tratamiento de aguas residuales producidas en el proceso de remojo en curtiembres empleando ozono y hierro como catalizador. ION. 2021;34(2):105–13.
- ¹⁴ Pontifus F. Calidad y Tratamiento del agua. Cork N, editor. Mac Graw – Hill; 1990:190.
- ¹⁵ Saenz L, Agudelo R, Ortiz S, Hoz S. Impact of Planting Density on the Effectiveness of Laboratory-Scale Artificial Wetlands Planted with Limonium Perezzi for Tannery Wastewater Treatment. 2022;31(June):0–3.
- ¹⁶ Pontifus F. Calidad y Tratamiento del agua. Cork N, editor. Mac Graw – Hill; 1990:193.
- ¹⁷ Torres L, Sanín A, Arango A, Serna J. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas mieles del beneficio del café. ION. 2019;32(2):60.
- ¹⁸ Torres L, Sanín A, Arango A, Serna J. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas mieles del beneficio del café. ION. 2019;32(2):63.
- ¹⁹ Ribón L. Biorremediación en el tratamiento de aguas, una revisión narrativa. [Tesis pregrado]. Colombia: Universidad Simón Bolívar, Programa de Microbiología; 2023. 9 p.
- ²⁰ Torres L, Sanín A, Arango A, Serna J. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas mieles del beneficio del café. ION. 2019;32(2):66
- ²¹ Rodríguez J, Vargas S, Aparicio C, Nova N, Pinnock M. Physical, chemical, and biological treatment of chemical waste from teaching laboratories at Universidad Nacional, Costa Rica. Uniciencia. 2020;34(2):82–94.
- ²² Ferrer J, Seco A, Robles A, Asensi E, Serralta J. Tratamientos biológicos de aguas residuales. 4 ed. Valencia: edUPV; 2022.

-
- 23 Rojas D, Montero L influencia del caudal de agua residual en la eficiencia de aireadores por efecto Venturi [Tesis pregrado]. Junín: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Química; 2023. 56 p.
- 24 Trapote A. Tratamiento y eliminación de residuos. 3 ed. Alicante: UNIVERSIDAD DE ALICANTE; 2020.
- 25 Muñoz J. Evaluación de los procesos de tratamiento para aguas residuales que provienen de las plantas de beneficio animal (mataderos) en Colombia. [Tesis pregrado]. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Facultad de Tecnología en Química Industrial; 2016. 85 p.
- 26 Fernández A. El agua: un recurso esencial. Química Viva. 2012; 11(3), 147-170
- 27 UNESCO. Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Francia; 2021.
- 28 Ecoosfera. El agua: uno de los recursos más importantes y el menos valorado; 2022.
- 29 Fernández A. El agua: un recurso esencial. Química Viva. 2012; 11(3), 147-170
- 30 Ministerio de Medio Ambiente de España. Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Industria Cárnica Española; 2005
- 31 Alimonda H. Ecología política. Naturaleza, sociedad y utopía; Buenos Aires: CLACSO; 2022.
- 32 Muñoz E, Betancur A. Stabilization of biological sludge from a wastewater treatment plant by means of Biodigester Bales. *Prod y Limpia*. 2019;14(1):33–45.
- 33 Alimonda H. Ecología política. Naturaleza, sociedad y utopía; Buenos Aires: CLACSO; 2022.

-
- 34 Ministerio de Medio Ambiente de España. Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Industria Cárnica Española. 2005; 12p.
- 35 Aguas industriales. Origen y composición de las aguas residuales en mataderos; 2014. Recuperado 26.12.2023 en [http:// Aguas Industriales | EDAR | ETAP](http://Aguas_Industriales_EDAR_ETAP)
- 36 Escuela Organización Industrial. Sevilla;2008.
- 37 Garavito G, Ospina L, Ospina D. Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un autolavado. Logos, Cienc Tecnol. 2019;12(1):15.
- 38 Garavito G, Ospina L, Ospina D. Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un autolavado. Logos, Cienc Tecnol. 2019;12(1):18.
- 39 Blanco A, Ramírez C, Duarte M, Beltrán M, Medina L, Florido A, et al. A novel textile wastewater treatment using ligninolytic co-culture and photocatalysis with TiO₂. Univ Sci. 2018;23(3):437–64.
- 40 Garavito G, Ospina L, Ospina D. Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un autolavado. Logos, Cienc Tecnol. 2019;12(1):21.
- 41 Pontifus FW. Calidad y tratamiento del agua. Cork N, editor. Mac Graw – Hill; 1990:196.
- 42 Muñoz E, Betancur A. Stabilization of biological sludge from a wastewater treatment plant by means of Biodigester Bales. Prod y Limpia. 2019;14(1):33–45
- 43 Enfermedades emergentes por el consumo del agua. Ginebra: organización Mundial de la Salud;2022.

-
- 44 Pontifus FW. Calidad y tratamiento del agua. Cork N, editor. Mac Graw – Hill; 1990:201.
- 45 Bolanos M, Fernandes R, Melo N, Da Costa G, Máximo F. Análise ambiental preliminar e georreferenciamento do córrego Mumbuca em Monte Carmelo – MG, Brasil. Rev Cienc y Technol. 2019;(32):76–81.
- 46 Ecología, conceptos. Real Academia Española. España; 2023.
- 47 Miles V. Pensar el agua. Granta en español; 2016.
- 48 Zamora I. Comunidades epistémicas en la solución de problemas ambientales. Tendencias en la recuperación de ríos urbanos. Espiral; 2016.
- 49 La Información. Los humanos contaminaron el primer río hace 7.000 años. España: Arte; 2016.
- 50 Arriols E. Qué son las aguas residuales y cómo se clasifican. Ecología verde; 2020.
- 51 Juste I. Contaminación del agua: causas y consecuencias. Ecología verde; 2023.
- 52 Vélez G. Investigación en salud. 2ª ed. Vol. 2. Santa Fé de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana; 1997. 334 p.
- 53 Cabrera M, Montenegro L, Andrea J. Analysis of a Wastewater Treatment System from a Sausage Factory. Politec. 2022;49(2):47–54.
- 54 Mora C, Alfaro C, Pérez J, Vega I. Environmental contribution of Los Tajos wastewater treatment plant in the removal of physicochemical and microbiological pollutants. Uniciencia. 2022;36(1):1–17.
- 55 Carrasquero S. La bentonita como agente clarificante de un efluente industrial alimentario: su comparación con coagulantes químicos tradicionales. Bases de la Ciencia; 2020:21.

ANEXOS

ANEXO 01. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	
¿Cómo tratar los efluentes líquidos del Camal Municipal para mitigar la contaminación en el río Huallaga. Huánuco, 2023?	Determinar el tratamiento de los efluentes líquidos del Camal Municipal para mitigar la contaminación en el río Huallaga. Huánuco, 2023.	Los métodos de tratamientos de los efluentes líquidos del Camal Municipal para mitigar la contaminación en el río Huallaga. Huánuco, 2023 son efectivos.	TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES LIQUIDOS	Método: Híbrido (mixto)	Técnica: Observación
			Primario Secundario	Enfoque: Cuantitativo	
¿Cómo es el tratamiento primario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga?	Mostrar un método de tratamiento primario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga.	El método de tratamiento primario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga es efectivo.	MITIGAR LA CONTAMINACIÓN EN EL RIO HUALLAGA	Nivel: Aplicativo	Instrumento: Guía de observación
			Contaminación	Tipo: Experimental Prospectivo Longitudinal	
¿Cómo es el tratamiento secundario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga?	Mostrar un método de tratamiento secundario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga.	El método de tratamiento secundario de las aguas residuales del Camal Municipal vertidas al río Huallaga es efectivo.		Diseño: Experimental	

ANEXO 02. Instrumento: Guía de Observación_ PUNTO DE MONITOREO

Para caracterizar completamente las aguas residuales, se desarrolló un guía de observación para el monitoreo que permitiera un conocimiento integral de las características de los efluentes líquidos, determinando sus condiciones fisicoquímicas, temperatura, pH, condiciones bacteriológicas y caudales correspondientes. El monitoreo se realizó en el punto de descarga de efluentes líquidos del Canal Municipal de Huánuco según el esquema de monitoreo establecido en este estudio:

NÚMERO	ESTACION	ZONA	OBSERVACION	PUNTO DE DESCARGA
	EP-1	CAMAL	EMISOR PRINCIPAL	RIO HUALLAGA
1				
2				
3				
4				
7				
8				
9				
...				



ANEXO 03. Instrumento: Guía de Observación_ MEDICIÓN DE CAUDALES

Para cada caudal determinado se toman mediciones de caudal cada hora durante 10 días de acuerdo con las instalaciones reglamentarias del año 2009 para lo cual operan entre 4 y 8 horas, requiriendo cuatro sesiones de monitoreo con una frecuencia horaria. Toma muestras para determinar el pH, la temperatura y el caudal a las 8 a.m. 9 a.m. 10 a.m. 11 a.m.

NÚMERO	ESTACION	ZONA	OBSERVACIÓN	PUNTO DE DESCARGA
	EP-1	CAMAL	EMISOR PRINCIPAL	RÍO HUALLAGA
			8:00 am.	
			9:00 am.	
			10:00 am.	
			11:00 am.	



ANEXO 04. Instrumento: Guía de Observación_ MEDICIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

La medición de parámetros fisicoquímicos se realiza mediante la preparación de “muestras compuestas” consistentes en grandes volúmenes de aguas residuales recolectadas cada hora durante la operación; en estaciones de monitoreo y en horarios designados según parámetros establecidos para tal fin.

PARÁMETRO	UNIDAD	CONTROL
pH ⁽¹⁾		
Temperatura ⁽¹⁾	°C	
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/l	
Cloruros	mg/l	
Aceites y grasas	mg/l	
DQO	mg/l	
Caudal	L/s	
Carga orgánica (DBO5) total	mg/l	
Sólidos totales	mg/l	
Sólidos sedimentables (SS)	mg/l	

ANEXO 05. Instrumento: Guía de Observación_ MEDICIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Para fines de muestreo, se determinó que los análisis de parámetros microbianos se realizaron simultáneamente en todos los sitios.

PARÁMETRO	UNIDAD	CONTROL
Coliformes totales	NMP/100ml	
Coliformes fecales	NMP/100ml	

ANEXO 06. Instrumento: Guía de Observación_ METODOLOGÍA PARA LA PREPARACIÓN DE LA MUESTRA COMPLETA

Definimos “muestra compuesta” como aquella que, por su composición, refleja cambios en el flujo y concentración de materia orgánica en las aguas residuales del alcantarillado municipal durante la operación de cada estación. El procedimiento es el siguiente:

1. Recoger muestras de aguas residuales cada hora a las 08:00, 09:00, 10:00 y 11:00 am, y determinar el caudal en ese momento.
2. El volumen total (V_m) de la muestra compuesta es de 2 litros
3. La cantidad extraída de cada muestra (V_i) es proporcional al caudal instantáneo correspondiente al tiempo de muestreo, según la siguiente relación:

Botella	Volumen (L)	Horario a.m.	Caudal a la hora de muestreo	Volumen para toma de cada Botella (L)
1	1	08:00	Q_1	$Q_1/Q_t \times V_m = V_1$
2	1	09:00	Q_2	$Q_2/Q_t \times V_m = V_2$
3	1	10:00	Q_3	$Q_3/Q_t \times V_m = V_3$
4	1	11:00	Q_4	$Q_4/Q_t \times V_m = V_4$
			$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_t$	$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 2$

ANEXO 07. Validación de los instrumentos por experto -1



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO – GUÍA DE OBSERVACIÓN

“TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL MUNICIPAL PARA MITIGAR CONTAMINACIÓN DEL RIO HUALLAGA. HUÁNUCO, 2023”

Nombre del experto: Víctor QUISPE SULCA

Especialidad: Doctor en Ciencias de la Salud

“Calificar con 1, 2, 3 ó 4 cada ítem con respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
PUNTO DE MONITOREO	Estación	4	4	4	4
	Zona	4	4	4	3
	Observación	4	4	4	3
	Punto de descarga	3	3	4	4
MEDICIÓN DE CAUDALES	Estación	4	4	4	4
	Zona	4	4	4	3
	Observación	4	4	4	3
	Punto de descarga	3	3	4	4
MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	Parámetro	4	4	4	4
	Unidad	4	4	4	3
	Control	4	4	4	3
MEDICIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Parámetro	3	3	4	4
	Unidad	4	4	4	4
	Control	4	4	4	3
METODOLOGÍA PARA LA PREPARACIÓN DE LA MUESTRA COMPLETA	Botella	4	4	4	3
	Volumen	3	3	4	4
	Horario	4	4	4	4
	Caudal a la hora de muestreo	4	4	4	3
	Volumen para toma de cada Botella (L)	4	4	4	3

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (x). En caso de Si, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____
DECISION DEL EXPERTO. El instrumento debe ser aplicado: SI (x) NO ()

Dr. Víctor QUISPE SULCA
DNI N° 22962246

ANEXO 07. Validación de los instrumentos por experto -2



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO – GUÍA DE OBSERVACIÓN

“TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL MUNICIPAL PARA MITIGAR CONTAMINACIÓN DEL RIO HUALLAGA. HUÁNUCO, 2023”

Nombre del experto: María del Pilar MELGAREJO FIGUEROA

Especialidad: Doctor en Ciencias de la Salud

“Calificar con 1,2,3 ó 4 cada ítem con respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
PUNTO DE MONITOREO	Estación	4	4	4	4
	Zona	4	4	4	3
	Observación	4	4	4	3
	Punto de descarga	4	4	4	4
MEDICIÓN DE CAUDALES	Estación	4	4	4	4
	Zona	4	4	4	3
	Observación	4	4	4	3
	Punto de descarga	4	4	4	4
MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	Parámetro	4	4	4	4
	Unidad	4	4	4	3
	Control	4	4	4	3
MEDICIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Parámetro	4	4	4	4
	Unidad	4	4	4	4
	Control	4	4	4	4
METODOLOGÍA PARA LA PREPARACIÓN DE LA MUESTRA COMPLETA	Botella	4	4	4	4
	Volumen	3	3	4	4
	Horario	4	4	4	4
	Caudal a la hora de muestreo	4	4	4	4
	Volumen para toma de cada Botella (L)	4	4	4	4

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (x). En caso de Si, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISION DEL EXPERTO. El instrumento debe ser aplicado: SI (x) NO ()


Dra. María del Pilar MELGAREJO FIGUEROA
DNI N° 22503110

ANEXO 07. Validación de los instrumentos por experto -3



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



DOCTORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO – GUÍA DE OBSERVACIÓN

“TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL MUNICIPAL PARA MITIGAR CONTAMINACIÓN DEL RIO HUALLAGA. HUÁNUCO, 2023”

Nombre del experto: Ibeth Catherine FIGUEROA SANCHEZ

Especialidad: Doctor en Ciencias de la Salud

“Calificar con 1,2,3 ó 4 cada ítem con respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
PUNTO DE MONITOREO	Estación	4	4	4	4
	Zona	4	4	4	3
	Observación	4	4	4	3
	Punto de descarga	4	4	4	4
MEDICIÓN DE CAUDALES	Estación	4	4	4	4
	Zona	4	4	4	4
	Observación	4	4	4	4
	Punto de descarga	4	4	4	4
MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	Parámetro	4	4	4	4
	Unidad	4	4	4	4
	Control	4	4	4	4
MEDICIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Parámetro	4	4	4	4
	Unidad	4	4	4	4
	Control	4	4	4	4
METODOLOGÍA PARA LA PREPARACIÓN DE LA MUESTRA COMPLETA	Botella	4	4	4	4
	Volumen	3	3	4	4
	Horario	4	4	4	4
	Caudal a la hora de muestreo	4	4	4	4
	Volumen para toma de cada Botella (L)	4	4	4	4

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (x). En caso de Sí, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____
DECISIÓN DEL EXPERTO. El instrumento debe ser aplicado: SI (x) NO ()

Dra. Ibeth Catherine FIGUEROA SÁNCHEZ
DNI N.º 22499099

ANEXO 07. Validación de los instrumentos por experto -4



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



TORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO – GUÍA DE OBSERVACIÓN

“TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL MUNICIPAL PARA MITIGAR CONTAMINACIÓN DEL RIO HUALLAGA. HUÁNUCO, 2023”

Nombre del experto: Javier Gonzalo López y Morales

Especialidad: Doctor en Ciencias Económicas y sociales

“Calificar con 1,2,3 ó 4 cada ítem con respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
PUNTO DE MONITORIO	Estación	4	4	4	4
	Zona	4	4	4	4
	Observación	4	4	4	4
	Punto de descarga	3	3	4	4
MEDICIÓN DE CAUDALES	Estación	4	4	4	4
	Zona	4	4	4	4
	Observación	4	4	4	4
	Punto de descarga	3	3	4	4
MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	Parámetro	4	4	4	4
	Unidad	4	4	4	4
	Control	4	4	4	4
MEDICIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Parámetro	3	3	4	4
	Unidad	4	4	4	4
	Control	4	4	4	4
METODOLOGÍA PARA LA PREPARACIÓN DE LA MUESTRA COMPLETA	Botella	4	4	4	4
	Volumen	3	3	4	4
	Horario	4	4	4	4
	Caudal a la hora de muestreo	4	4	4	4
	Volumen para toma de cada Botella (L)	4	4	4	4

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (x). En caso de SI, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO. El instrumento debe ser aplicado: SI (x) NO ()

Javier López y Morales
JAVIER LOPEZ
Y MORALES

ANEXO 07. Validación de los instrumentos por experto -3



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
HUÁNUCO – PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



TORADO EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO – GUÍA DE OBSERVACIÓN

“TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL MUNICIPAL PARA MITIGAR CONTAMINACIÓN DEL RIO HUALLAGA. HUÁNUCO, 2023”

Nombre del experto: Amancio Valdivieso Echevarría. DNI. 22408967 Cel. 962690965

Especialidad: Doctor en Administración. Master en Gerencia Pública.

“Calificar con 1,2,3 ó 4 cada ítem con respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad”

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
PUNTO DE MONITOREO	Estación	4	4	4	4
	Zona	4	4	4	4
	Observación	4	4	4	4
	Punto de descarga	3	3	4	4
MEDICIÓN DE CAUDALES	Estación	4	4	4	4
	Zona	4	4	4	4
	Observación	4	4	4	4
	Punto de descarga	3	3	4	4
MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	Parámetro	4	4	4	4
	Unidad	4	4	4	4
	Control	4	4	4	4
MEDICIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Parámetro	3	3	4	4
	Unidad	4	4	4	4
	Control	4	4	4	4
METODOLOGÍA PARA LA PREPARACIÓN DE LA MUESTRA COMPLETA	Botella	4	4	4	4
	Volumen	3	3	4	4
	Horario	4	4	4	4
	Caudal a la hora de muestreo	4	4	4	4
	Volumen para toma de cada Botella (L)	4	4	4	4

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI () NO (x). En caso de Si, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO. El instrumento debe ser aplicado: SI (x) NO ()

Dr. Rodolfo VALDIVIESO ECHEVARRIA
 DOCENTE EPG



“Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo”

Huánuco, 16 de Octubre de 2023

CARTA N° 03 - 2023-MPHCO-GDE-SGPE/AMM

Sra. Directora de la Escuela de Posgrado

Dra. Digna MANRIQUE DE LARA SUÁREZ

Presente -

Asunto: Autorización de Aplicación de Trabajo de Investigación en las Instalaciones del Camal Municipal de la Ciudad de Huánuco

Mediante el presente reciba mi cordial saludo, a la vez presentar el presente documento de autorización para aplicar el trabajo de investigación en las Instalaciones del Camal Municipal de la Ciudad de Huánuco, denominado “Tratamiento de efluentes líquidos del camal municipal para mitigar contaminación del río Huallaga, Huánuco, 2023”, perteneciente al Doctorando Antonio Alberto BALLARTE BAYLON bajo el asesoramiento del Dr. Ítalo Wile ALEJO PATIÑO.

A quien se le brinda las facilidades para la realización de la investigación perteneciente a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

Sin otro particular, me suscribo de usted, no sin antes renovándole mi especial consideración.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUÁNUCO
 Lic. Juan Antonio Reyes Estia
 Alm. MÁSTRELO MUNICIPAL

NOTA BIOGRÁFICA

Antonio Alberto Ballarte Baylon



Nació en el departamento de Huánuco, provincia y distrito de Huánuco el 03 de junio de 1967, de profesión Cirujano dentista de la Universidad San Martín de Porras, obteniendo el bachiller en 1994 y el título profesional en 1996, continuó sus estudios superiores en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de la ciudad de Huánuco, obteniendo el grado de magister en Salud Pública y Gestión Sanitaria el año 2011, desde el 2005 forma parte de la plana docente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán en la Facultad de Medicina, siendo docente ordinario a dedicación exclusiva en la Escuela profesional de Odontología. En la actualidad desempeña el cargo de Director del Departamento Académico de la Facultad de Medicina.



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMITIO VALDIZÁN

HUANUCO - PERÚ

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 099-2019-SUNEDU/CD

ESCUELA DE POSGRADO



ACTA DE DEFENSA DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR

En la Plataforma Microsoft Teams de la Escuela de Posgrado, siendo las 19:00 horas, del día lunes 05 DE FEBRERO DE 2024 ante los Jurados de Tesis constituido por los siguientes docentes:

Dra. Digna Amabilia MANRIQUE DE LARA SUÁREZ	Presidente
Dr. Pedro David CORDOVA TRUJILLO	Secretario
Dr. Abimael Adam FRANCISCO PAREDES	Vocal
Dr. Jose Luis MANDUJANO RUBIN	Vocal
Dr. Reynaldo Marcial OSTOS MIRAVAL	Vocal

Asesor (a) de tesis: Dr. Italo Wile ALEJOS PATIÑO (Resolución N° 0148-2016-UNHEVAL/EPG-D)

El aspirante al Grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Don Antonio Alberto BALLARTE BAYLON.

Procedió al acto de Defensa:

Con la exposición de la Tesis titulado: "TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL MUNICIPAL PARA MITIGAR CONTAMINACIÓN DEL RÍO HUALLAGA. HUÁNUCO, 2023".

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante al Grado de Doctor, teniendo presente los criterios siguientes:

- Presentación personal.
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y recomendaciones.
- Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado.
- Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado plantea a la tesis las **observaciones** siguientes:

Obteniendo en consecuencia el Doctorando la Nota de Dieciocho (18)
Equivalente a Muy Bueno por lo que se declara Aprobado

(Aprobado o desaprobado)

Los miembros del Jurado firman el presente ACTA en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las... 20:10... horas del día lunes 05 DE FEBRERO DE 2024.

 PRESIDENTE DNI N° 80928959	 SECRETARIO DNI N° 22465210
 VOCAL DNI N° 22498088	 VOCAL DNI N° 41879366
	 VOCAL DNI N° 2247016

Levante:
19 a 23: Excelente
17 a 18: Muy Bueno
14 a 16: Bueno

(Resolución N° 00373-2024-UNHEVAL/EPG)



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN



ESCUELA DE POSGRADO

**CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 048-2024-SOFTWARE
ANTIPLAGIO TURNITIN-UNHEVAL-EPG**

*La Directora de la Escuela de Posgrado, emite la presente CONSTANCIA DE SIMILITUD, aplicando el software TURNITIN, el cual reporta un 17% de similitud, correspondiente al interesado Antonio Alberto BALLARTE BAYLON, de la tesis titulada: **TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL MUNICIPAL PARA MITIGAR CONTAMINACIÓN DEL RÍO HUALLAGA. HUÁNUCO, 2023**, cuyo asesor es el Dr. Italo Wile ALEJOS PATIÑO; por consiguiente.*

SE DECLARA APTO

Se expide la presente, para los trámites pertinentes.

Cayhuayna, 01 de febrero de 2024.



Dra. Digna Amablita Manrique de Lara Suarez
DIRECTORA DE LA ESCUELA DE POSGRADO
UNHEVAL

NOMBRE DEL TRABAJO

TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL MUNICIPAL PARA MITIGAR CONTAMINACIÓN DEL RÍO HUALLAGA. HUÁNUCO, 2023

AUTOR

ANTONIO ALBERTO BALLARTE BAYLON

RECuento DE PALABRAS

22266 Words

RECuento DE CARACTERES

122141 Characters

RECuento DE PÁGINAS

89 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.1MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 1, 2024 9:58 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 1, 2024 10:00 AM GMT-5

● **17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 16% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

● 17% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cros

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	docplayer.es Internet	3%
2	myslide.es Internet	2%
3	answers.yahoo.com Internet	2%
4	hdl.handle.net Internet	<1%
5	prevencionlaboral.org Internet	<1%
6	omega.ilce.edu.mx:3000 Internet	<1%
7	vbook.pub Internet	<1%
8	1library.co Internet	<1%

9	muchomasquesimpleagua.blogspot.com Internet	<1%
10	repositorio.undac.edu.pe Internet	<1%
11	upcommons.upc.edu Internet	<1%
12	idoc.pub Internet	<1%
13	psa.es Internet	<1%
14	gem.es Internet	<1%
15	ri2.bib.udo.edu.ve:8080 Internet	<1%
16	tanswer.cl Internet	<1%
17	documents.mx Internet	<1%
18	Universidad Alas Peruanas on 2021-07-05 Submitted works	<1%
19	buenastareas.com Internet	<1%
20	pt.scribd.com Internet	<1%

21	car.gov.co Internet	<1%
22	renati.sunedu.gob.pe Internet	<1%
23	epsselvacentral.com.pe Internet	<1%
24	es.slideshare.net Internet	<1%
25	Universidad Francisco de Paula Santander on 2022-12-19 Submitted works	<1%
26	bnm.me.gov.ar Internet	<1%
27	ecured.cu Internet	<1%
28	fisicanet.com.ar Internet	<1%
29	contaminacion1980.blogspot.com Internet	<1%
30	repository.unad.edu.co Internet	<1%
31	scribd.com Internet	<1%
32	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2023-04-17 Submitted works	<1%

33	Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote on 2018-06-20 Submitted works	<1%
34	biblioteca.idict.villaclara.cu Internet	<1%
35	vdocumento.com Internet	<1%
36	estrucplan.com.ar Internet	<1%
37	iespana.es Internet	<1%
38	Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación on 2018-06-10 Submitted works	<1%
39	ewmg.de Internet	<1%
40	Universidad Técnica de Machala on 2019-12-17 Submitted works	<1%
41	F. Ballester. "Air Pollution and Health:", Environmental Science and Tec... Crossref	<1%
42	patents.google.com Internet	<1%
43	Universidad Católica de Santa María on 2017-09-14 Submitted works	<1%
44	slideshare.net Internet	<1%

45	Universidad TecMilenio on 2024-01-21 Submitted works	<1%
46	ptolomeo.unam.mx:8080 Internet	<1%
47	greenpeace.org Internet	<1%
48	coursehero.com Internet	<1%
49	ubp.edu.ar Internet	<1%
50	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2020-09-15 Submitted works	<1%
51	Universidad San Ignacio de Loyola on 2016-06-23 Submitted works	<1%
52	biblioteca.usac.edu.gt Internet	<1%
53	repositorio.unheval.edu.pe Internet	<1%
54	ri.ues.edu.sv Internet	<1%
55	rua.ua.es Internet	<1%



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado		Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	X
----------	--	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	---

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	
Escuela Profesional	
Carrera Profesional	
Grado que otorga	
Título que otorga	

✚ Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	
Nombre del programa	
Título que Otorga	

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
Grado que otorga	DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todas las **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	BALLARTE BAYLON ANTONIO ALBERTO							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	962621178
Nro. de Documento:	09310484					Correo Electrónico:	aballarte@unheval.edu.pe	

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todas las **datos** requeridos **completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO			
Apellidos y Nombres:	ALEJOS PATIÑO ITALO WILE			ORCID ID:	0000-0002-2549-5623	
Tipo de Documento:	DNI	x	Pasaporte	C.E.	Nro. de documento:	19924672

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	MANRIQUE DE LARA SUAREZ DIGNA AMABILIA
Secretario:	CORDOVA TRUJILLO PEDRO DAVID
Vocal:	FRANCISCO PAREDES ABIMAEEL ADAM
Vocal:	MANDUJANO RUBIN JOSE LUIS
Vocal:	OSTOS MIRAVAL REYNALDO MARCIAL
Accesitario	


5. Declaración Jurada: *(Ingrese todos los datos requeridos completos)*

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: <i>(Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)</i>
TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL CAMAL MUNICIPAL PARA MITIGAR CONTAMINACIÓN DEL RÍO HUALLAGA. HUÁNUCO, 2023
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: <i>(tal y como está registrada en SUNEDU)</i>
DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: *(Ingrese todos los datos requeridos completos)*

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: <i>(Verifique la Información en el Acta de Sustentación)</i>		2024	
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: <i>(Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)</i>	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional
	Trabajo Académico		Otros <i>(especifique modalidad)</i>
Palabras Clave: <i>(solo se requieren 3 palabras)</i>	EFLUENTES	CONTAMINACIÓN	TRATAMIENTO
Tipo de Acceso: <i>(Marque con X según corresponda)</i>	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? <i>(ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):</i>	SI		NO <input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:			
El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.			



7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente, Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Apellidos y Nombres:	BALLARTE BAYLON ANTONIO ALBERTO	Huella Digital
DNI:	09510484	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 06/03/2024		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, tamaño de fuente **09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.