



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y LA REUTILIZACIÓN EN EL
HOSPITAL REGIONAL HUAURA, HUACHO – 2019

Línea de investigación:

Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Ambiental

Autor

Costilla Fernández, Jorge Luis

ORCID: 0000-0002-1291-7831

Asesor

Villalobos Cueva, Walter

ORCID: 0000-0003-2125-1450

Jurado

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Paz Fernández, Rodolfo Jesús

Defilippi Shinzato, Teresa Milagros

Lima - Perú




2024



22% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

- 21%  Fuentes de Internet
- 7%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y LA REUTILIZACIÓN EN EL HOSPITAL
REGIONAL HUAURA, HUACHO – 2019

Línea de investigación:

Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación.

Tesis para optar el Grado Académico de
Doctor en Ingeniería Ambiental

Autor:

Costilla Fernández, Jorge Luis
ORCID: 0000-0002-1291-7831

Asesor:

Villalobos Cueva Walter
ORCID: 0000-0003-2125-1450

Jurado

Zambrano Cabanillas, Abel Walter
Paz Fernández, Rodolfo Jesús
Defilippi Shinzato, Teresa Milagros

Lima – Perú

2024

Dedicatoria

La presente investigación lo dedico a mi esposa María y a mis hijos Edson Luis y Jorge Alexander.

A las personas que me impulsan a ser mejor cada día personal y profesionalmente.

Jorge Luis, Costilla Fernández.

Agradecimiento

Al ser nuestro Dios Supremo, quien nos otorgó la esencia de nuestra existencia, iluminándonos y derramando bendiciones en mi carrera profesional.

Con mucho afecto al Dr. Walter, Villalobos Cueva asesor de la presente tesis, quien guio y orientó en ésta ardua tarea de investigación.

A los miembros del tribunal de honor por brindarme la oportunidad de contribuir y aportar en la elaboración de esta tesis. También expreso mi gratitud a mis distinguidos catedráticos de la EUPG UNFV, quienes han sido formadores fundamentales en mi desarrollo profesional.

Jorge Luis, Costilla Fernández.

ÍNDICE

RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Descripción del problema	3
1.3 Formulación del problema	7
<i>1.3.1 Problema general.</i>	7
<i>1.3.2 Problemas específicos.</i>	7
1.4 Antecedentes.....	8
<i>1.4.1 Antecedentes internacionales</i>	8
<i>1.4.2 Antecedentes nacionales.</i>	14
1.5 Justificación de la investigación	18
<i>1.5.1 Justificación teórica–científica</i>	18
<i>1.5.2 Justificación metodológica</i>	21
<i>1.5.3 Justificación práctica</i>	21
<i>1.5.4 Importancia</i>	22
1.6 Limitaciones de la investigación	22
<i>1.6.1 Limitación Temporal</i>	22
<i>1.6.2 Limitación de recursos</i>	23
<i>1.6.3 Limitación teórica</i>	23
1.7 Objetivos de la investigación.....	24
<i>1.7.1 Objetivo general.</i>	24
<i>1.7.2 Objetivos específicos.</i>	24
1.8 Hipótesis.....	24
<i>1.8.1 Hipótesis General</i>	24
<i>1.8.2 Hipótesis Secundarias</i>	24

II. MARCO TEÓRICO	25
2.1 Aguas Residuales.....	25
2.1.1 <i>El aumento de la población genera mayor actividad humana</i>	25
2.1.2 <i>Fuentes de aguas residuales</i>	26
2.1.3 <i>Terminología</i>	27
2.1.4 <i>Calidad del agua</i>	28
2.1.5 <i>Impurezas en el agua</i>	28
2.1.6 <i>Constituyentes del agua residual</i>	28
2.1.7 <i>Sólidos</i>	29
2.1.8 <i>Gases Disueltos</i>	30
2.1.9 <i>Turbiedad</i>	31
2.1.10 <i>Color</i>	31
2.1.11 <i>Temperatura</i>	32
2.1.12 <i>Propiedades químicas de las aguas residuales</i>	32
2.1.13 <i>Acidez</i>	32
2.1.14 <i>La alcalinidad</i>	33
2.1.15 <i>Intensidad</i>	33
2.1.16 <i>Metales</i>	33
2.1.17 <i>Gases</i>	34
2.1.18 <i>Sustancias orgánicas agregadas en las aguas residuales</i>	34
2.1.19 <i>Demanda química de oxígeno (DQO)</i>	35
2.1.20 <i>Aspectos de Salud Pública</i>	36
2.2 Bases teóricas.....	38
2.2.1 <i>Percepción del tratamiento de las aguas residuales</i>	38
2.2.2 <i>Tipos de tratamientos:</i>	38
2.2.3 <i>Tratamiento de las aguas residuales</i>	40
2.4 ¿Que es la reutilización de agua residual?	51

2.4.1 <i>Procedimientos de reutilización del agua</i>	53
2.4.2 <i>Utilización y control del agua reciclada</i>	54
2.5 Beneficios de la reutilización de aguas residuales industriales	55
2.5.1 <i>Reducción de riesgos externos</i>	55
2.5.2 <i>Uso eficaz de los recursos hídricos</i>	55
2.5.3 <i>Condiciones de reutilización</i>	56
III. MÉTODO	58
3.1 Tipo de Investigación	58
3.2 Población y muestra	59
3.3 Operacionalización de variables	61
3.4 Instrumentos.....	63
3.5 Procedimientos	63
3.6 Análisis de datos.	64
3.7 Consideraciones éticas	65
3.8 Métodos de análisis de datos	66
IV. RESULTADOS	67
4.1 Análisis descriptivo por dimensiones.....	67
4.2 Contratación de hipótesis	79
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	84
VI. CONCLUSIONES	86
VII. RECOMENDACIONES.....	87
VIII. REFERENCIAS.....	89
ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestra	59
Tabla 2 Operacionalización de variables	61
Tabla 3 Midiendo los ítems de la variable Percepción del Tratamiento de las aguas residuales.....	64
Tabla 4 Midiendo los ítems de la variable Reutilización del agua	64
Tabla 5 Percepción del Tratamiento Físico-Químico.....	67
Tabla 6 Percepción del Tratamiento Biológico	68
Tabla 7 Percepción del Tratamiento Mixto.....	69
Tabla 8 Procedencia.....	70
Tabla 9 Uso	71
Tabla 10 Percepción del tratamiento físico-químico.....	72
Tabla 11 Percepción del Tratamiento Biológico	73
Tabla 12 Percepción del Tratamiento mixto	74
Tabla 13 Procedencia	75
Tabla 14 Uso	76
Tabla 15 Percepción de tratamientos de las aguas residuales por subgrupos	77
Tabla 16 Percepción de la reutilización de las aguas residuales por subgrupos.....	78
Tabla 17 Prueba de hipótesis percepción del tratamiento de las aguas residuales y reutilización en el Hospital regional Huaura, Huacho	79
Tabla 18 Prueba de hipótesis percepción del tratamiento físico – químico y la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho.	81
Tabla 19 Prueba de hipótesis percepción del tratamiento del tratamiento biológico y la reutilización en el Hospital regional Huaura, Huacho	82
Tabla 20 Prueba de hipótesis percepción del tratamiento del tratamiento mixto y la reutilización en el Hospital regional Huaura, Huacho	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Percepción del Tratamiento Físico - Químico	67
Figura 2	Percepción del Tratamiento BIOLÓGICO	68
Figura 3	Percepción del Tratamiento mixto.....	69
Figura 4	Procedencia	70
Figura 5	Uso.....	71
Figura 6	Percepción del Tratamiento Físico-Químico	72
Figura 7	Percepción del Tratamiento Biológico	73
Figura 8	Percepción del Tratamiento mixto.....	74
Figura 9	Procedencia	75
Figura 10	Uso.....	76
Figura 11	Percepcion de tratamientos de las aguas residuales por subgrupos.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia.....	99
Anexo 2 Matriz de operacionalización de la variable	100
Anexo 3 Instrumento de recolecta de datos	102
Anexo 4 Validación de Expertos	107
Anexo 5 Base de datos	110

RESUMEN

Objetivo: Determinar la relación entre la reutilización y la percepción del tratamiento de aguas residuales en el mencionado hospital Regional Huaura, Huacho. **Metodología:** La técnica básica del estudio fue cuantitativa y correlacional, utilizando un diseño no experimental, transaccional. La población estuvo conformada por 152 administrativos del Hospital Regional de Huaura, Huacho, mientras que la muestra estuvo conformada por 64 trabajadores, utilizando el enfoque de encuesta. Para la recolección de datos se elaboró un cuestionario con preguntas orientadas a medir los componentes pertinentes del estudio. Adicionalmente, una evaluación realizada por expertos en la materia valoró la validez del instrumento; los resultados sobresalientes sugirieron que el instrumento es conveniente de utilizar. Como de fiable El valor de la primera variable fue de 0,815, mientras que el de la segunda fue de 0,841. También se analizaron los instrumentos. Tras el uso de los instrumentos, se realizó un análisis estadístico de los datos mediante el programa informático estadístico SPSS25.0. **Resultados:** Con una Sig. = 0,001 (menos de 0,05) en los datos, pudimos rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa. **En conclusión,** el personal administrativo del Hospital Regional Huaura, Huacho, ve el tratamiento de aguas residuales en términos de reutilización.

Palabras Claves: percepción, tratamiento de las aguas residuales, reutilización.

ABSTRACT

Objective: To determine the relationship between reuse and the perception of wastewater treatment in the aforementioned Regional Hospital of Huaura, Huacho. **Methodology:** The basic technique of the study was quantitative and correlational, using a non-experimental, transactional design. The population consisted of 152 administrative staff of the Regional Hospital of Huaura, Huacho, while the sample consisted of 64 workers, using the survey approach. For data collection, a questionnaire was prepared with questions aimed at measuring the relevant components of the study. Additionally, an evaluation carried out by experts in the field assessed the validity of the instrument; the outstanding results suggested that the instrument is convenient to use. How reliable The value of the first variable was 0.815, while that of the second was 0.841. The instruments were also analyzed. After the use of the instruments, a statistical analysis of the data was performed using the SPSS25.0 statistical software. **Results:** With a Sig. = 0.001 (less than 0.05) in the data, we were able to reject the null hypothesis and accept the alternative. **In conclusion,** the administrative personnel of the Regional Hospital Huaura, Huacho, see wastewater treatment in terms of reuse.

Key words: perception, water treatment, wastewater, reuse.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el tratamiento de aguas residuales se implementa cada vez más a nivel mundial, contribuyendo significativamente a su reutilización. Este enfoque beneficiaría tanto a la población como a las instalaciones médicas y al área específica de estudio de esta investigación. En el Hospital Regional de Huaura en Huacho, las aguas residuales generadas no reciben tratamiento ni reciclaje, y el sistema de saneamiento de Huaura vierte estas aguas sin tratar al mar. Esta situación, sumada a la limitada disponibilidad de agua potable de calidad adecuada, afecta el crecimiento sostenible de la región y deja sin resolver la falta de abastecimiento de agua para los habitantes de Huaura-Huacho. Así, la situación no solo impacta negativamente en el entorno, sino también en el nivel de vida y el bienestar de la comunidad. Además, los hospitales, que consumen grandes cantidades de agua, generan aguas residuales que contienen microorganismos y sustancias peligrosas, como medicamentos y desinfectantes, las cuales son actualmente vertidas sin tratamiento alguno en las redes de alcantarillado.

La presente investigación tiene como objetivo conocer la opinión del personal administrativo del Hospital Regional de Huaura, Huacho 2019, respecto al tratamiento y reúso de aguas residuales. Con un enfoque cuantitativo, nivel de investigación correlacional y diseño transaccional no experimental, el estudio utilizó una metodología básica, también conocida como núcleo o pura. La investigación mostró relación entre la percepción de los administrativos sobre el tratamiento y reúso de aguas residuales y el Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019.

1.1 Planteamiento del Problema

La reutilización del agua en los hospitales se ha convertido en una actividad esencial hoy en día, reflejando tanto el ingenio como la capacidad para lograr este objetivo a través de prácticas adecuadas. Esta reutilización resulta beneficiosa para múltiples actividades, ya que existe una relación positiva entre la cantidad de agua utilizada y su creciente escasez, que ha aumentado considerablemente en los últimos años. Considerando que, en el Hospital Regional de Huaura, en Huacho, los funcionarios presentan diversas opiniones respecto al tratamiento y reutilización de aguas residuales, este estudio se propone investigar a fondo esta relación.

Además de las actividades médicas específicas, existen prácticas cotidianas en los hospitales que implican un considerable consumo de agua potable. Una de las más comunes es el uso constante de los inodoros para la eliminación de desechos líquidos y sólidos, proceso que se realiza repetidamente a lo largo del día y que genera un alto consumo de agua. Este uso intensivo responde a la necesidad de mantener un ambiente seguro y saludable, pero también incrementa la demanda de recursos hídricos en instalaciones que ya enfrentan desafíos en su gestión y sostenibilidad.

Los productos químicos utilizados para desinfectar cada área del hospital son esenciales en el control de infecciones y en la prevención de enfermedades, por lo que se aplican diariamente en todas las superficies expuestas al contacto con agentes contaminantes. Este proceso, realizado por empresas especializadas en limpieza, implica el vertido de estos químicos al sistema de drenaje tras su aplicación, lo que plantea un desafío adicional en el manejo de aguas residuales. Entre estos agentes se incluyen sustancias como el formaldehído, que se emplea específicamente para eliminar virus, bacterias y esporas en zonas de alta contaminación.

El tratamiento de las aguas residuales en el Hospital Regional de Huaura en Huacho permitiría generar lodos como residuo sólido reciclable y un efluente líquido que podría ser

devuelto de manera segura al medio ambiente. Este proyecto propone la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales que permita reutilizar el agua tratada proveniente de distintas áreas del hospital en tareas como el riego de áreas verdes, la limpieza de talleres, veredas, almacenes y el riego de caminos sin asfaltar.

1.2 Descripción del problema

La contaminación de las masas de agua es principalmente causada por la presencia de materia orgánica, nutrientes, sustancias dañinas (como medicamentos y desinfectantes) y microbios patógenos, liberados a través de diferentes actividades humanas. La calidad física y química del agua se ve afectada debido a los elevados niveles de nutrientes, como el fósforo (P) y el nitrógeno (N), así como a la descarga de aguas residuales, lo que a su vez degrada los ecosistemas acuáticos en su conjunto.

Los sistemas naturales de tratamiento, como los humedales y las lagunas, se han vuelto opciones cada vez más utilizadas para la depuración de aguas residuales, en respuesta a la creciente necesidad de tratar estas aguas y la limitada disponibilidad de alternativas de agua potable.

La calidad y cantidad de agua son esenciales para un ambiente saludable, la calidad de vida y el bienestar general, por lo que el tratamiento de aguas residuales se ha convertido en una preocupación a nivel global. Los sistemas naturales de tratamiento ofrecen una ventaja significativa frente a los sistemas tradicionales, que utilizan métodos químicos, físicos y biológicos, ya que sus costos de instalación y mantenimiento son considerablemente más bajos.

El tratamiento de las aguas residuales es cada vez más importante a medida que las naciones avanzan en sus niveles de desarrollo. La minería, la industria, las instalaciones sanitarias y las zonas urbanas están implantando sistemas avanzados de tratamiento que integran procesos químicos, físicos y biológicos.

Por ello, no se sabe mucho sobre los sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales que utilizan plantas acuáticas.

En Lima Metropolitana, se generaban diariamente alrededor de 1,202,286 metros cúbicos de aguas residuales, de los cuales solo un 21.2% era tratado, según el INEI en 2014. En ese año, la región contaba con cuarenta y tres plantas de tratamiento de aguas residuales; veintiuna gestionadas por Sedapal, ocho administradas por municipalidades distritales y el resto por diversas instituciones, como colegios, universidades y clubes. Estos datos evidencian la necesidad urgente de mejorar tanto las prácticas como la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales en Lima Metropolitana, y subrayan la importancia de una gestión eficiente y coordinada en este aspecto. La deficiencia en el tratamiento es un factor que contribuye a la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, además de propiciar la formación de focos patógenos y la generación de olores desagradables.

La ineficaz distribución de los servicios de gestión de las aguas residuales en el territorio ha generado un problema ambiental significativo en el Perú. En respuesta a esto, la Agencia de Evaluación y Supervisión Ambiental (OEFA) ha establecido como una de sus prioridades la realización de auditorías medioambientales relacionadas con el uso de aguas residuales en el país. Estas auditorías se llevan a cabo con la participación activa tanto de las provincias como de los distritos, que tienen competencias en la materia, con el objetivo de evaluar la gestión y garantizar que se cumplan los estándares ambientales establecidos para el tratamiento y disposición de las aguas residuales.

La falta de una cobertura adecuada en los sistemas de alcantarillado constituye una de las principales dificultades para la gestión efectiva de las aguas residuales en el Perú. Aunque alrededor del 69,6% de la población peruana reside en áreas metropolitanas, únicamente 50 empresas se encargan de ofrecer servicios de saneamiento. Esta atención insuficiente en el manejo de las aguas residuales genera una serie de problemas, como la contaminación del

medio ambiente y la proliferación de enfermedades infecciosas, lo que tiene un impacto negativo directo en la salud pública. La carencia de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales agrava estos problemas, afectando tanto la calidad del agua como la salud de la población.

El Hospital Regional de Huaura, Huacho, enfrenta una grave deficiencia en el tratamiento de aguas residuales, ya que no dispone de instalaciones adecuadas para tratar ni gestionar correctamente sus efluentes, los cuales incluyen medicamentos, microorganismos peligrosos y productos químicos que representan un riesgo significativo para la salud pública. Actualmente, el hospital vierte sus aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento al sistema de alcantarillado de la ciudad, que a su vez se mezcla con otros efluentes municipales. La falta de una planta de tratamiento en Huaura agrava esta situación, ya que estas aguas residuales se vierten al mar sin ningún proceso de purificación, lo que no solo representa una amenaza directa para la salud pública, sino que también tiene un impacto negativo considerable sobre el medio ambiente. Este problema se ve intensificado por la falta de interés o la insuficiencia de acciones por parte de los gobiernos regionales y locales, lo que contribuye al riesgo sanitario, agrava la escasez de agua potable y aumenta la contaminación de los cuerpos de agua. La situación empeora aún más debido al crecimiento poblacional y la alta tasa de natalidad en la región.

A lo largo de la playa la contaminación y sus efectos sobre el turismo son otros problemas en la zona de Huaura, Huacho. El puerto de Huacho y las playas sufren el impacto negativo de las aguas residuales vertidas al océano. Esto afecta a una parte importante de la población.

Se sugiere al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento acelerar el estudio de factibilidad del Programa Nacional de Saneamiento Urbano, con el objetivo de establecer una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huaura, Huacho, lo antes posible.

Esta iniciativa sería crucial para resolver la problemática de la contaminación y la gestión inadecuada de las aguas residuales en la región. Además, se recomienda la creación de una planta de tratamiento de aguas residuales exclusiva para el Hospital Regional de Huaura, Huacho, la cual será supervisada por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. Esto garantizará un tratamiento adecuado de los efluentes generados por el hospital, reduciendo los riesgos para la salud pública y minimizando el impacto ambiental.

La estrategia para mejorar la calidad del agua de aquí a 2030 exige reducir las emisiones, limitarlas y limitar la liberación de productos químicos y materiales peligrosos. Además de aumentar drásticamente el reciclado y la reutilización segura del agua en todo el mundo, el objetivo es reducir a la mitad la cantidad de aguas residuales sin tratar.

El país ha desarrollado un Manual de Prácticas Recomendadas para el Uso de Aguas Residuales, el cual ha sido elaborado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Ministerio de Agricultura y Riego. Este manual, presentado en la mesa temática sobre el Uso de Aguas Residuales Tratadas el 1 de diciembre de 2015, proporciona lineamientos e instrucciones claras para el manejo adecuado de las aguas residuales. Es fundamental que el gobierno central, junto con otros organismos pertinentes, priorice la gestión integrada de las aguas residuales, fomente su tratamiento adecuado y facilite el reciclaje de las aguas tratadas, especialmente en las administraciones municipales. La implementación de estas prácticas debe ir acompañada de un compromiso firme por parte de las autoridades para respetar la ley, las directrices gubernamentales y actuar con responsabilidad ética, con el fin de mejorar la calidad de vida de la comunidad y proteger el medio ambiente.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general.

¿Cómo la percepción del tratamiento de las aguas residuales se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019?

1.3.2 Problemas específicos.

¿Cómo la percepción del tratamiento físico – químico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019?

¿Cómo la percepción del tratamiento biológico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019?

¿Cómo la percepción del tratamiento mixto se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019?

1.4 Antecedentes

1.4.1 Antecedentes internacionales

Aguilar (2018) en su trabajo de investigación titulado "Caracterización de aguas residuales hospitalarias", resalta la relevancia de caracterizar las aguas residuales generadas en los hospitales, pues este proceso permite identificar las sustancias presentes en ellas, lo que facilita la determinación de cuáles son las más tóxicas y potencialmente perjudiciales. Con esta información, es posible aplicar tratamientos específicos para las aguas residuales antes de ser vertidas en las cuencas, resolviendo así uno de los problemas más comunes: el vertimiento directo de las aguas residuales sin ningún tratamiento previo, que representa un riesgo significativo para la salud pública. La mayoría de los hospitales descargan sus aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento, lo que afecta gravemente tanto a las cuencas como a las comunidades cercanas. Conocer la composición de estas aguas residuales permite evaluar el impacto que tienen sobre el medio ambiente y las poblaciones, lo cual ofrece la oportunidad de implementar medidas correctivas adecuadas para mitigar los riesgos. Además, este conocimiento facilita la determinación del tipo de tratamiento más adecuado para estas aguas residuales. Las conclusiones de este estudio fueron las siguientes:

La revisión bibliográfica permitió llegar a varias conclusiones a partir de la información recopilada en diversos artículos. Se observó que, en su mayoría, las aguas residuales hospitalarias presentan una baja capacidad de biodegradación, lo que sugiere la necesidad de aplicar tratamientos físico-químicos en gran proporción en estos casos. En contraste, las aguas residuales hospitalarias con alta biodegradabilidad son menos comunes, y para estos casos se recomienda el uso de tratamientos biológicos. Además, se identificaron diversas bacterias presentes en estas aguas, así como los medicamentos a los que son resistentes. Predominantemente, se destacó la presencia de la bacteria *Escherichia coli*, que mostró resistencia a varios tipos de antibióticos en múltiples estudios revisados. El análisis de las aguas

residuales de diversos sitios hospitalarios permitió comparar y evaluar su nivel de contaminación. Además, se identificaron los principales antibióticos presentes en estas aguas, así como las bacterias más comúnmente encontradas en estos entornos. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para la aplicación de tratamientos adecuados según el nivel de contaminación observado.

Vásconez (2019) en su tesis titulada "*Evaluación y optimización eficiente del recurso hídrico y su ciclo dentro de un centro hospitalario*", centró su estudio en analizar el ciclo del recurso hídrico en los hospitales, tomando como caso específico el *Hospital Luz Elena Arismendi* en la Parroquia de Guamaní, Quito, Ecuador. El objetivo principal del estudio fue desarrollar una herramienta de evaluación que permita definir parámetros de diagnóstico para el estado del agua en el entorno hospitalario. La conclusión principal fue que es fundamental implementar un sistema de gestión eficiente del agua en los hospitales, ya que su uso adecuado no solo optimiza los recursos disponibles, sino que también contribuye a la sostenibilidad del centro hospitalario. Además, se destacó la importancia de contar con un diagnóstico preciso sobre el ciclo del agua en hospitales para mejorar su uso, reducción de desperdicios y garantizar la calidad del agua utilizada, lo cual tiene un impacto directo en la salud pública y el medio ambiente. Las conclusiones presentadas por Vásconez (2019) reflejan los esfuerzos realizados para evaluar y optimizar el uso del recurso hídrico en el *Hospital Luz Elena Arismendi* de Quito. Entre las aportaciones clave de su estudio se destaca que los programas de certificación medioambiental contribuyeron a la falta de legislación municipal sobre la gestión y el uso del agua. Esta brecha dio lugar a la creación de una matriz de evaluación que incluye parámetros específicos para analizar el recurso hídrico en hospitales, siendo esta herramienta clave para guiar el proceso de toma de decisiones y la implementación de medidas de gestión sostenible.

El estudio también propuso una gestión efectiva del recurso hídrico, evaluando tanto alternativas técnicas como financieras. Para evitar costos excesivos y la posible interrupción

de los servicios hospitalarios, se decidió no realizar alteraciones significativas en la infraestructura existente de agua y saneamiento. Además, se observó que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Hospitalarias (PTARH), originalmente diseñada para tratar tanto aguas pluviales como servidas, podría haber sido sobredimensionada. La optimización propuesta sugería un uso más eficiente de las aguas pluviales y un manejo más controlado de las aguas servidas, lo que resultaría en una subutilización de la planta. Esta desventaja, identificada en la fase de diseño, habría permitido dimensionar una planta más pequeña, lo que no solo habría reducido los costos, sino también abierto la posibilidad de realizar mejoras durante la fase de construcción.

Cevallos et al. (2019) en su investigación titulada "Línea de base para la propuesta técnica de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales del Hospital Básico de Shell Parish", tuvieron como objetivo recopilar datos exhaustivos sobre el sistema de tratamiento de aguas residuales del Hospital Básico del Oriente (HBO), con el fin de establecer una línea de base que sirviera para desarrollar un plan técnico para mejorar dicho sistema. Este estudio se centró en analizar las condiciones actuales del sistema de tratamiento, evaluando la calidad y el volumen de las aguas residuales generadas por el hospital, así como las posibles deficiencias en el proceso de tratamiento que pudieran estar afectando el medio ambiente y la salud pública. La investigación buscó identificar las áreas críticas del sistema de tratamiento que requerían intervención, con el fin de desarrollar soluciones técnicas adecuadas que garantizaran una gestión eficiente y sostenible de las aguas residuales hospitalarias. El establecimiento de una línea de base permitió conocer con precisión las características del flujo de aguas residuales y sus impactos potenciales en el entorno local, lo que facilitaría la planificación de mejoras en la infraestructura de tratamiento y en la gestión de los recursos hídricos del hospital.

Este enfoque basado en datos precisos es fundamental para la formulación de un plan que optimice el tratamiento de aguas residuales, minimizando los riesgos de contaminación y

contribuyendo a la sostenibilidad ambiental del hospital y su comunidad. Se llegó a la siguiente conclusión:

La parroquia Shell se distingue por su rica biodiversidad, con una amplia variedad de especies de flora y fauna. Sin embargo, enfrenta desafíos socioculturales, como una baja tasa de alfabetización, especialmente entre las mujeres. El uso de agua corriente ha generado un aumento en la prevalencia de enfermedades. Las principales actividades económicas son el turismo, la pesca y la agricultura. El sistema de agua, obsoleto desde 1984, presenta problemas como corrosión y obstrucción de tuberías debido a la vegetación y la basura. Anteriormente, las aguas residuales del hospital se vertían a una masa de agua dulce, pero ahora se desvían a un pozo negro, evitando su ingreso directo al río. Los vertidos de áreas críticas como quirófanos y salas de parto se dirigirán a un sistema de tratamiento de aguas residuales, pasando por varias fases de depuración antes de ser liberados al alcantarillado.

Córdova (2018) en su tesis titulada "Evaluación de patógenos en aguas residuales de 2 unidades hospitalarias de la coordinación zonal 3 - salud" tenía como objetivo evaluar la presencia de patógenos en las aguas residuales generadas en estas unidades hospitalarias. Este estudio buscó identificar los microorganismos patógenos presentes en las aguas residuales, determinando los riesgos que representaban para la salud pública. La investigación también ayudó a evaluar la necesidad de implementar sistemas de tratamiento adecuados para mitigar los riesgos asociados con la contaminación de las aguas residuales hospitalarias. Entre las conclusiones, tenemos:

- El estudio «Evaluación de patógenos en aguas residuales de 2 unidades hospitalarias de la coordinación zonal 3 - salud» tuvo como objetivo evaluar la presencia de patógenos en las aguas residuales generadas por el Hospital Andino y el Hospital General Puyo, dos instalaciones médicas de la zona. El propósito principal de esta investigación fue identificar los microorganismos patógenos presentes en los efluentes hospitalarios, que incluyen

sustancias químicas y biológicas como desinfectantes, excrementos, secreciones de pacientes y antibióticos. La evaluación de estos efluentes es crucial para regular y minimizar su impacto ambiental, así como para implementar medidas de tratamiento y control adecuadas que protejan la salud pública.

- Las instituciones médicas, como el Hospital Andino y el Hospital General Puyo, deben evaluar cuidadosamente sus efluentes para regular y reducir su impacto ambiental. Estos efluentes contienen una variedad de sustancias químicas y biológicas, incluyendo desinfectantes, excrementos, medicamentos para tratar el cáncer y antibióticos, los cuales pueden ser peligrosos si no se tratan adecuadamente. Según Ramos, las aguas residuales de estas instituciones no deben ser vertidas al alcantarillado público ni a cuerpos de agua naturales sin haber pasado por un proceso de tratamiento que elimine estos componentes. En el estudio, se utilizaron las normas ecuatorianas, como la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes de 1989, así como las directrices de la Organización Mundial de la Salud de 2014, para comparar los resultados obtenidos con los límites establecidos por estas regulaciones.
- Según la evaluación de conformidad, se identificaron tres tipos principales de bacterias peligrosas persistentes en las aguas residuales de los Hospitales Andino y General Puyo: *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Estos microorganismos son capaces de desarrollarse en condiciones específicas y representan un riesgo significativo para la salud pública. Para identificar las características fisicoquímicas que evidencian la presencia de estas bacterias, se utilizaron normas y pruebas bioquímicas que permiten diferenciar los distintos géneros de *Enterobacteriaceae*. El análisis se realizó en varias áreas del Hospital Andino, incluyendo los servicios de urgencias, quirófano, laboratorio y hospitalización, donde se recogieron muestras para evaluar la contaminación bacteriana presente.

- Se recogieron muestras a la entrada y salida de la instalación de tratamiento de aguas residuales del Hospital General Puyo para evaluar la calidad del agua. La especie bacteriana más detectada fue *Escherichia coli* (40%), seguida de *Salmonella spp.* (30%). Otras especies encontradas en menor cantidad fueron *Enterobacter cloacae* (0,1%), *Klebsiella pneumoniae* (10%) y *Shigella dysenteriae* (10%). Estos resultados destacan la prevalencia de patógenos peligrosos en las aguas residuales del hospital, lo que subraya la importancia de un tratamiento adecuado para reducir el riesgo de propagación de enfermedades.

En su tesis titulada “*Un diseño para el Hospital Psiquiátrico Roberto Chacón Paut de La Unión, Cartago, Costa Rica, para el tratamiento de sus aguas residuales*”, García (2019) aborda el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para este hospital, con el objetivo de eliminar cualquier contaminante presente en las aguas y reducir el daño ambiental asociado con la descarga al cuerpo receptor. La selección del tamaño de las unidades de purificación en la planta de tratamiento se realizó cuidadosamente para garantizar que cada una pudiera tratar eficientemente los contaminantes, protegiendo así el medio ambiente y la salud pública. Conclusiones del estudio:

- Dada la alta concentración de microorganismos identificados en la caracterización microbiológica, y considerando la naturaleza de las aguas residuales, se consideró esencial implementar un proceso de desinfección. Este proceso tiene como objetivo asegurar que el efluente resultante sea seguro para el medio ambiente y no represente riesgos sanitarios. La aplicación de medidas de desinfección se convierte, por lo tanto, en una estrategia crucial para mitigar los posibles impactos negativos en el entorno y la salud pública.
- En las aguas residuales de los hospitales se han identificado varios contaminantes, siendo los fármacos y los componentes de productos de higiene personal los más comunes. Entre los medicamentos más notables se encuentran la carbamazepina y el ácido valproico, ambos clasificados como antiepilépticos. Estas sustancias químicas coinciden con los

medicamentos más utilizados en el Hospital Roberto Chacón Paut (HRCP), lo que resalta la relevancia de estos compuestos en el tratamiento de pacientes y su presencia en las aguas residuales del hospital.

- Debido a la falta de espacio para implementar los reactores de homogeneización y sedimentación, las otras tecnologías consideradas no fueron viables. En cambio, el reactor biológico secuencial (SRB) resultó ser más eficiente, ya que realiza todos estos procesos en un único reactor.

1.4.2 Antecedentes nacionales.

Cedrón (2017) en su tesis titulada: “Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución”, donde su objetivo principal fue realizar un diagnóstico del sistema de tratamiento de aguas residuales en los diversos distritos de Salaverry y Moche y realizar un sistema de tratamiento de dichas aguas, que sustituya a las lagunas de estabilización existentes, así como la reutilización del efluente. Llegando a la siguiente conclusión:

- Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), que están en marcha actualmente no tienen una tecnología adecuada para descontaminar el afluente, debido a que el sistema, consistentes en lagunas de estabilización, se hallan sub dimensionadas teniendo una productividad no mayor al 50% con relación a su carga de caudal.
- Las 3 estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) existentes crean activos más destacados para su actividad y apoyo, en este sentido se propone unir en una EDAR solitaria el Tratamiento de aguas residuales de las Cuencas de Moche Pueblo, Las Delicias, Taquilla, Miramar, Alto Salaverry y Salaverry Pueblo, situado en la región actualmente involucrada por la EDAR Salaverry.
- La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que se propone, posee una Tecnología adecuada para que se pueda realizar con los siguientes

requerimientos, los cuales son: disminución de la contaminación ambiental, riego de diversos jardines, elaboración de abono, plantaciones de tallo alto y obtención de biogás.

Cáceres (2021) La investigación «Caracterización de las aguas residuales del centro de salud “Samana Cruz” - Cajamarca, 2021» tuvo como objetivo conocer las características de las aguas residuales del establecimiento de salud «Samana Cruz» en Cajamarca, 2021. A continuación, se presentan las conclusiones que se obtuvieron de los datos:

- Al realizar la comparación de los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los valores establecidos en los límites máximos permisibles, establecidos en el D.S. N°. 003-2010-MINAM del Ministerio del Ambiente, los resultados del análisis estadístico permiten aceptar la H_0 , es decir, que el agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca, 2021 NO cumplen con lo establecido en el Decreto Supremo 003- 2010-MINAM.
- Se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua residual de la posta de salud “Samana Cruz” – Cajamarca, 2021, logrando determinar el incumplimiento de los límites máximos permisibles, establecidos en el Decreto Supremo 003-2010-MINAM.

Pariona et al. (2021) en su tesis titulada: Con el objetivo de mejorar la sostenibilidad del recurso ambiental y disminuir los riesgos a la salud de la población, la «Propuesta para el Proyecto de Ingeniería de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para el Centro de Salud de Picota - Región de San Martín» tuvo como objetivo principal crear un plan minucioso que aborde la gestión de las aguas residuales de manera eficiente. Se llegó a la siguiente conclusión:

- Siendo necesario un sistema de tratamiento que garantice la calidad del efluente generado por el Centro de Salud Picota, se optó por el tratamiento de lodos activados compuesto por una captación, rejilla, desarenador, reactor biológico anaerobio de flujo ascendente (UASB) y sedimentado secundario que brinda un área disponible asequible, una operación y mantenimiento aceptable y un porcentaje de remoción de demanda bioquímica de oxígeno del 85% que cumple con la normativa vigente de límites máximos permisibles de descarga de aguas residuales, igualmente brindando la sostenibilidad del recurso medioambiental y reduciendo el riesgo en la salud de la población al aminorar la concentración de sustancias contaminantes en las aguas residuales generadas por el Centro de Salud Picota.
- El sistema de depuración de aguas residuales propuesto para el Centro de Salud Picota es el tratamiento por lodos activados. La superficie requerida para implementar el tratamiento por lodos activados es mucho menor a la necesaria por las lagunas y zanjas de oxidación, si bien la construcción, operación y mantenimiento del sistema de lodos activados es más compleja y frecuente que la de otros sistemas, no requiere de un personal altamente calificado para realizar las labores designadas. Así mismo, el porcentaje de remoción que proporciona los lodos activados permite cumplir con las normativas vigentes.

Rodríguez (2015) en su tesis titulada: “Análisis y plan de gestión de las aguas residuales del Hospital Regional de Cajamarca - 2015.”, El objetivo principal de este proyecto de investigación fue desarrollar un plan de manejo de aguas residuales 2015 para el Hospital Regional de Cajamarca. En el transcurso de la investigación se llegó a la siguiente conclusión

Los exámenes fisicoquímicos y microbiológicos revelaron que las aguas residuales del Hospital Regional de Cajamarca están significativamente contaminadas. DS 003 - 2010 - El MINAM señala que estas cifras son superiores a lo permitido por el Ministerio del Ambiente.

- El estudio de las muestras de aguas residuales del Hospital Regional de Cajamarca, realizado de acuerdo con el DS - 003 - 2010 - MINAM, subraya la importancia de contar con un plan de gestión ambiental eficaz. Este enfoque es crucial para abordar la creciente elevación de los valores de los parámetros observados en comparación con los Límites Máximos Permisibles establecidos por la normativa vigente. Es esencial tener en cuenta que el Hospital Provincial de Cajamarca, designado como Hospital Regional Categoría III, requiere una atención especial en este aspecto. Esta clasificación resalta la urgencia de implementar soluciones adecuadas para el manejo de las aguas residuales, garantizando así la protección del medio ambiente y la salud pública.
- Se puede concluir que los parámetros correspondientes a coliformes termotolerantes, demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno en cinco días (DBO5) exceden considerablemente los límites establecidos por la normativa al comparar los resultados físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales del Hospital Regional de Cajamarca con los parámetros definidos en el DS N° 003 - 2010 MINAM. Para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental y proteger el medio ambiente, es fundamental abordar y corregir la disparidad entre los resultados obtenidos y los límites permitidos por la legislación vigente.

Martínez (2020) en su tesis titulada: “Gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales en dos hospitales de la Región Callao, año 2020”, donde su objetivo principal fue

determinar cómo se lleva a cabo la gestión de residuos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales en dos hospitales de la Región Callao, año 2020. Llegando a la siguiente conclusión:

- De acuerdo al objetivo general, la gestión de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales en los Hospitales Nacionales Alberto Sabogal Sologuren y Daniel Alcides Carrión del Callao es deficiente, tal como señalan los sujetos de estudio a través de sus respuestas en las entrevistas realizadas, puesto que a pesar de que existen normativas internacionales, nacionales e institucionales, los hospitales de estudio no han logrado implementar adecuadamente los protocolos para el manejo de residuos sólidos y ambos hospitales no tienen una planta de tratamiento de las aguas residuales.
- el tratamiento de aguas residuales en los Hospitales Nacionales Alberto Sabogal Sologuren y Daniel Alcides Carrión del Callao, está ausente, este importante proceso no se realiza en los hospitales de estudio y es solo una pequeña muestra de la situación real a nivel nacional tal y como afirmo Menéndez (2017). De igual manera los sujetos de estudio expresaron preocupación por las condiciones que estas aguas residuales poseen como patogenicidad por el alto índice bacteriano, viral, fúngico; la presencia de medicamentos, productos químicos y citotóxicos; y en esas condiciones sin ningún tipo de tratamiento o proceso llegan al medio acuático lo que conlleva un riesgo para el ecosistema y el medio ambiente.

1.5 Justificación de la investigación

1.5.1 Justificación teórica–científica

El Hospital Regional Huaura Huacho, situado en una bahía junto al océano Pacífico, a 148 kilómetros al norte de la ciudad de Lima, se convierte en un elemento crucial para la atención médica de la sociedad de Huaura Huacho y sus áreas adyacentes. Por lo tanto, es

indispensable que esta institución implemente un sistema de tratamiento de agua residual hospitalarias lo más pronto posible.

La creciente preocupación por la contaminación de los ecosistemas marítimos naturales debido a las aguas residuales hospitalarias ha tomado relevancia en los últimos años, constituyendo un desafío significativo tanto para la salud ambiental como humana. Según estudios realizados por expertos, estas aguas residuales representan riesgos considerables debido a las altas concentraciones de microorganismos, que han desarrollado resistencia a varios antibióticos. Además, las aguas residuales hospitalarias forman una mezcla compleja de sustancias cuya toxicidad, mutagenicidad y genotoxicidad dependen de las interacciones entre sus componentes y con el entorno circundante. La comprensión y gestión adecuada de estos desechos son fundamentales para preservar la integridad de los ecosistemas acuáticos y proteger la salud pública (Ramos, 2013, p.180).

La producción de aguas residuales del Hospital Regional de Huaura Huacho aumentará conforme crezca la población de la región y se eleve el nivel de atención del hospital. Por lo tanto, con una visión a futuro, es necesario instalar, a la mayor brevedad posible, un sistema de tratamiento de aguas residuales hospitalarias que cumpla con los límites máximos permisibles establecidos por la normativa peruana del Ministerio del Ambiente para la descarga de agua tratada al sistema de alcantarillado público o para su posible reúso.

Actualmente, la emisión de aguas residuales hospitalarias sin tratamiento previo en las playas de Huacho está provocando una alta concentración de bacterias y virus en el entorno. Esta situación podría tener graves repercusiones en la salud pública, ya que facilita la propagación de enfermedades transmitidas por el agua, lo que a su vez podría generar pérdidas económicas significativas debido a los costos asociados con el tratamiento de enfermedades y la contaminación ambiental.

La complejidad de las aguas residuales hospitalarias, junto con la aparición de nuevos contaminantes, resalta la necesidad de considerar la diversidad de actividades y sustancias químicas presentes en estos entornos. Diversos estudios han mostrado que algunos microorganismos no son eliminados eficazmente con los métodos convencionales de tratamiento, como los biológicos, utilizados en plantas de tratamiento. Esta resistencia subraya la urgencia de adoptar estrategias más avanzadas y específicas para abordar las particularidades de las aguas residuales hospitalarias. Para proteger la salud pública, el medio ambiente y garantizar la calidad del agua, es esencial asegurar una eliminación eficaz de los contaminantes emergentes. Además, la presencia de microbios dañinos, como virus y bacterias, en las fuentes de agua representa una grave preocupación para la salud pública. Este estudio tiene como objetivo sensibilizar a las autoridades locales y nacionales, con el fin de facilitar la pronta instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en el Hospital Regional de Huaura Huacho.

La situación se ve agravada por la falta de una instalación de tratamiento de aguas residuales urbanas en Huacho, lo que impide filtrar adecuadamente los contaminantes y patógenos provenientes del Hospital Regional de Huaura Huacho. Como resultado, es posible encontrar bacterias y virus en los ecosistemas acuáticos, lo que indica que las aguas residuales del hospital están afectando negativamente al medio ambiente. La necesidad de tratar eficazmente estas aguas residuales se vuelve urgente. Este estudio tiene como objetivo ayudar a las autoridades en la implementación de medidas adecuadas y esenciales para abordar el problema de las aguas residuales del hospital, lo cual es una preocupación crítica para la salud pública.

El principal objetivo es adquirir y aplicar conocimientos que permitan evaluar y definir hipótesis sobre la relación entre las variables de investigación relacionadas con el tratamiento y reutilización de aguas residuales hospitalarias. Este enfoque tiene como propósito

fundamental estimular las actividades económicas locales, como el turismo y la pesca, mediante la mejora de la calidad ambiental. Además, busca reducir las enfermedades infecciosas y mejorar la calidad de vida de la población al garantizar la protección de los recursos hídricos. En particular, se enfocará en mantener la ecología local y en apoyar la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en el Hospital Regional de Huaura Huacho, contribuyendo así a un manejo más eficiente y sostenible de los efluentes hospitalarios.

1.5.2 Justificación metodológica

Para el cumplimiento de los objetivos del estudio se utilizó un enfoque metodológico estructurado y metódico. Para conocer las dimensiones e indicadores de ambas variables, se emplearon metodologías de investigación cuantitativa con énfasis en el análisis y síntesis para indagar sobre la percepción del tratamiento y reuso de aguas residuales en el Hospital Regional de Huaura Huacho.

1.5.3 Justificación práctica

Los hallazgos de este estudio resultan clave, ya que proporcionan una visión clara sobre la percepción del Hospital Regional de Huaura Huacho respecto al tratamiento y reutilización de sus aguas residuales. En función de estos resultados, se espera que se implementen programas de sensibilización y concientización dirigidos a los directivos del hospital, autoridades de los Ministerios de Salud, Ambiente, Agricultura y Riego, así como de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Además, se incluirá a autoridades locales, estudiantes y al público en general. Estas iniciativas buscan informar sobre las variables estudiadas y promover la pronta instalación de un sistema adecuado para el tratamiento de aguas residuales en el Hospital Regional de Huaura Huacho, así como fomentar la reutilización de las aguas tratadas, contribuyendo al bienestar ambiental y a la salud pública.

1.5.4 Importancia

Todas las criaturas de la Tierra dependen del agua para sobrevivir. A pesar de que se considera un derecho fundamental para todos tener acceso al agua, el saneamiento y la higiene, muchas personas siguen luchando enormemente para conseguir estas necesidades. En la zona de Huaura Huacho, este problema se ha puesto de manifiesto.

1.6 Limitaciones de la investigación

Es importante destacar que el presente estudio se basa en una experiencia única en el sector salud, específicamente en el Hospital Regional de Huaura, Huacho. Dado que las circunstancias y los entornos son extremadamente diversos, los resultados obtenidos no deben ser generalizados a otros sectores sanitarios. Con el fin de profundizar en la comprensión de los efectos asociados a la reutilización de aguas residuales, futuras investigaciones podrían ampliar los factores analizados en este estudio, que se limita a un contexto específico y constituye un primer intento de evaluación. Este análisis se enfocará en la relación causa-efecto entre la variable dependiente, que es la reutilización de aguas en el Hospital Regional de Huaura Huacho, y la variable independiente, que se refiere a la percepción sobre el tratamiento de las aguas residuales.

1.6.1 Limitación Temporal

La restricción en el tiempo se convierte en un desafío para la investigación, obstaculizando el desarrollo del trabajo debido a su limitada disponibilidad.

Así mismo, otro limitante es el acceso a las bibliotecas públicas o privadas, ya que el acceso es restringido en las horas y días fuera del horario laboral normal, y no hay atención los días feriados.

1.6.2 Limitación de recursos

Las principales limitaciones económicas y financieras que enfrentan los doctorandos al realizar su investigación son los altos costos y tasas administrativas, que pueden dificultar la realización de sus proyectos. Además, es importante señalar que la remuneración por la asesoría de expertos en la investigación suele ser elevada, lo que resalta la necesidad de contar con el apoyo de un equipo de docentes especializados. Esto demuestra que la elaboración de una tesis no puede llevarse a cabo sin una orientación metodológica adecuada y especializada, lo cual representa una inversión crucial para garantizar la calidad y éxito de la investigación.

1.6.3 Limitación teórica

La revisión de la literatura se encontró con ciertas complicaciones debido a la diversidad en la terminología empleada por distintos autores. Asimismo, en algunas fuentes, no se hallaron explicaciones detalladas de las referencias, sino únicamente citas y datos.

1.7 Objetivos de la investigación

1.7.1 Objetivo general.

Conocer cómo la percepción del tratamiento de las aguas residuales se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

1.7.2 Objetivos específicos.

Conocer cómo la percepción del tratamiento físico – químico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Conocer cómo la percepción del tratamiento biológico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Conocer cómo la percepción del tratamiento mixto se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

1.8 Hipótesis

1.8.1 Hipótesis General

La percepción del tratamiento de las aguas residuales se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

1.8.2 Hipótesis Secundarias

La percepción del tratamiento físico – químico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

La percepción del tratamiento biológico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

La percepción del tratamiento mixto se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Aguas Residuales

En lo referente a los residuos, tanto líquidos como sólidos, son producidos por toda la actividad humana: Azabache et al. (2020) señala:

Las aguas residuales, después de ser contaminadas por las diversas actividades humanas, representan un suministro de agua altamente contaminada. Estas aguas pueden ser descritas como una mezcla de residuos líquidos provenientes de distintos orígenes, tales como hogares, hospitales, fábricas, empresas e instituciones, así como de aguas subterráneas, superficiales o de lluvia que también se encuentran contaminadas. La variedad de sustancias presentes en estas aguas refleja la diversidad de fuentes de contaminación, lo que hace que su tratamiento sea un desafío complejo pero necesario para la salud pública y la protección ambiental. (p. 2)

2.1.1 El aumento de la población genera mayor actividad humana.

Chávez (2019) la complejidad y diversidad de los procesos industriales podrían generar otros componentes contaminantes. La fabricación masiva de bienes y productos para los consumidores generar mayor volumen de productos fabricados. la disposición de aguas residuales no tratadas o tratadas de forma ineficiente en el mar, ríos, lagunas, cuerpos de agua y zonas costeras.

La producción diaria de millones de metros cúbicos de aguas residuales necesita tratamiento para:

- Preservar la salud pública.
- Evitar la contaminación o el deterioro del entorno receptor.
- Retener los sedimentos y las aguas residuales cerca del punto de vertido para minimizar los gastos de tratamiento.

Barrera (2021) señala que, antes de abordar el tema de las aguas residuales, es fundamental entender su origen y los elementos que las componen. Las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, así como los diversos tipos de efluentes que existen, son aspectos clave a considerar. Estos factores son esenciales para seleccionar el método de tratamiento más adecuado. Además, se genera a diario una gran cantidad de aguas residuales, que suman millones de metros cúbicos, lo que subraya la magnitud del desafío que representa su manejo y tratamiento adecuado.

Se sugiere que el hospital regional implante sistemas de tratamiento de aguas residuales para lograr una serie de objetivos importantes.

2.1.2 Fuentes de aguas residuales

Rodríguez (2017) explica que el término "drenaje doméstico" se refiere a los residuos provenientes de bañeras, lavabos e inodoros. En las aguas residuales de la comunidad, a la materia mineral y orgánica que inicialmente estaba presente se le añaden diversos elementos, como papel, jabón, suciedad, restos de comida y heces. Con el tiempo, el color de estas aguas cambia de gris a negro, y aparece un olor desagradable. Para los microorganismos o los organismos en descomposición, la presencia de materia orgánica residual ofrece un entorno favorable para su crecimiento.

Las aguas residuales hospitalarias e industriales tienen composiciones químicas variables, dependiendo de los procedimientos a los que se someten. Algunas de ellas pueden ser transparentes, mientras que otras contienen una cantidad considerable de productos químicos, combustibles, materiales orgánicos o minerales, medicamentos, materiales venenosos, cáusticos o explosivos. Por otro lado, las aguas residuales agrícolas se generan a partir del cultivo de cosechas, la cría de ganado y la eliminación de residuos vegetales y animales. Es importante también reconocer el impacto de las precipitaciones, ya que estas

aportan componentes orgánicos y químicos a las redes de drenaje a través de sus diferentes formas de precipitación.

2.1.3 Terminología

En el ámbito del tratamiento de aguas residuales, las definiciones más frecuentes son las siguientes.

Espinal et al. (2023) las aguas grises son las aguas residuales de los hogares, las menos contaminadas que provienen de lavabos, bañeras, lavadoras de ropa, etc.

Las aguas residuales: Es un líquido polifacético que se obtiene de diversas aplicaciones residenciales, hospitalarias, comerciales, industriales y públicas. Puede combinarse con las aguas pluviales o separarse de ellas.

Aguas residuales domésticas: Son los efluentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable utilizados con fines residenciales y comerciales.

Aguas residuales industriales: Son líquidos residuales de muchos procesos y aplicaciones en la industria se denominan colectivamente aguas residuales industriales son las aguas residuales producidas por diversas operaciones industriales.

Las aguas residuales municipales: Las aguas residuales municipales se definen como las que proceden de un servicio de alcantarillado combinado.

Las aguas residuales sin ningún tratamiento: Se denominan aguas residuales no tratadas, a pesar de superar los límites máximos permisibles en calidad para su disposición. Las aguas residuales no tratadas, a menudo también conocidas como aguas residuales brutas.

El agua residual fresca: Es agua residual que no ha sido tratada, aunque incluya contenido orgánico en putrefacción, mantiene algo de oxígeno libre a pesar de que la sustancia orgánica que contiene se descompone.

Aguas residuales rancias: Son aquellos en los que toda la materia orgánica se ha putrefactado por completo y el oxígeno libre se ha agotado.

2.1.4 Calidad del agua

Pérez et al. (2018) explican que el agua que cumple con los estándares para ser potable se caracteriza por tener un sabor agradable, ser apta para el uso doméstico y adecuada para el consumo humano. En contraste, el agua contaminada, comúnmente conocida como aguas residuales, no es apta para el consumo humano debido a la presencia de productos químicos, medicamentos, contaminantes industriales o microorganismos patógenos. Esta agua puede ser insípida y desagradable. Para que el agua residual sea considerada aceptable, debe cumplir con ciertos parámetros establecidos por las legislaciones, como la ausencia de color, turbidez, sabor u olor, estar bien aireada y tener una temperatura adecuada tanto en verano como en invierno.

2.1.5 Impurezas en el agua

Cedrón (2017) explica que en el agua, las impurezas pueden clasificarse en dos categorías: disueltas y en suspensión. Las partículas grandes permanecen suspendidas en el agua debido a las fuerzas de viscosidad que las retienen. Por otro lado, las moléculas o iones que componen la materia disuelta se mantienen en el agua debido a su estructura molecular, lo que impide que se separen fácilmente. Esta distinción es importante a la hora de tratar las aguas residuales, ya que cada tipo de impureza requiere un enfoque diferente para su eliminación.

2.1.6 Constituyentes del agua residual

Vilaseca (2019) señala que la mayoría de las aguas residuales consisten en un 99,9% de agua potable, mientras que solo un 0,1% en peso corresponde a partículas en suspensión o disueltas. Este pequeño porcentaje es crucial, ya que hasta que no se elimina ese 0,1% de partículas, el agua no puede ser reutilizada. Las partículas pueden encontrarse suspendidas, disueltas o flotando en la superficie del agua, lo que convierte al líquido en un medio de transporte para estos contaminantes. Este detalle subraya la importancia de un tratamiento efectivo para purificar el agua antes de que pueda ser reutilizada.

Las aguas residuales contienen componentes químicos, biológicos y físicos. Las cinco principales características físicas de las aguas residuales son fácilmente perceptibles por los sentidos humanos. Se enumeran en el siguiente orden:

- Sólidos
- Los gases disueltos.
- La temperatura.
- El color
- La turbidez.

2.1.7 Sólidos

Alemany (2020) explica que en las aguas residuales están presentes partículas de diversos tamaños que se pueden clasificar en componentes orgánicos e inorgánicos. Los materiales orgánicos, que incluyen carbono, hidrógeno y oxígeno, y a veces nitrógeno, azufre o fósforo, se denominan sólidos orgánicos. Estas partículas incluyen proteínas, carbohidratos y lípidos, los cuales son combustibles, capaces de arder y pueden ser descompuestos por bacterias y otros seres vivos. En contraste, los sólidos inorgánicos son materiales inertes y no biodegradables, que incluyen sales minerales disueltas, aceites y arenas, los cuales no arden y son más difíciles de descomponer.

Ambiental (2022) señala que las partículas presentes en el agua pueden ser líquidas, orgánicas, inorgánicas o inmiscibles. Entre los sólidos inorgánicos se incluyen arcillas, limos y otros componentes del suelo. Además, se encuentran sustancias orgánicas como bacterias y detritus vegetales. A estas partículas naturales se suman significativas cantidades de sólidos orgánicos e inorgánicos en suspensión provenientes de operaciones domésticas e industriales, así como líquidos inmiscibles como grasas y aceites. Estos

componentes aumentan la complejidad de las aguas residuales, lo que dificulta su tratamiento y reciclaje. (p.10)

Existen tres clasificaciones típicas para los sólidos: en suspensión, disueltos y totales.

Partículas en suspensión: Son partículas visibles que flotan entre la superficie y el fondo de las aguas residuales:

Aguilar et al. (2018) explican que mediante procedimientos de filtrado o sedimentación, las partículas presentes en las aguas residuales pueden eliminarse física o mecánicamente. Estas partículas flotantes, tanto orgánicas como inorgánicas, incluyen elementos como arcilla, heces, residuos de papel, madera en descomposición, partículas de alimentos y hojarasca. Los sólidos en suspensión se dividen en dos categorías: los sólidos sedimentables, que son los que pueden sedimentar y suelen ser tanto orgánicos como inorgánicos, y los sólidos coloidales, que representan la diferencia entre los sólidos sedimentables y el total de sólidos en suspensión.

Cabotecnia (2021) describe que los sólidos disueltos son aquellos que quedan retenidos después de un procedimiento de filtración fina. Estos sólidos pueden ser tanto orgánicos como inorgánicos. Por otro lado, los sólidos enteros incluyen todas las partículas orgánicas presentes en las aguas residuales. Debido a su susceptibilidad a la degradación, estas partículas orgánicas son precisamente el tipo de material que requiere tratamiento en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

2.1.8 Gases Disueltos

Veolia (2023) señala que la cantidad de gases disueltos en las aguas residuales varía y, generalmente, no es muy elevada. Entre estos gases, el oxígeno disuelto es el más importante, ya que se encuentra de manera natural en el agua al entrar en contacto con el aire en la superficie del líquido. Este oxígeno es esencial para el tratamiento de las aguas

residuales, ya que las aguas también contienen otros gases como el ácido sulfhídrico, que proviene de las moléculas de azufre, tanto orgánicas como inorgánicas, presentes en el agua. Además, se encuentra dióxido de carbono debido a la descomposición de la materia orgánica y nitrógeno disuelto del medio ambiente.

2.1.9 Turbiedad

Flowen (2020) explica que la turbidez del agua es un indicador de su capacidad para dispersar la luz. Su principal aplicación es medir cuánta luz es absorbida o disipada por las sustancias suspendidas en el agua. Además de los residuos industriales, productos de corrosión y restos de microorganismos y plantas, la turbidez también se incrementa debido a la disolución y erosión de materiales como arcilla, limo o rocas. La presencia de residuos de detergentes y jabones en los efluentes residenciales y comerciales contribuye aún más a aumentar la turbidez. Para determinar la turbidez, se compara la intensidad de la luz dispersada en una muestra con la de una suspensión de referencia dispersada bajo las mismas condiciones.

2.1.10 Color

Legionella (2019) señala que las sustancias en disolución, los materiales coloidales y los sólidos en suspensión son los responsables de dar color a las aguas residuales. El color aparente se debe a los sólidos en suspensión, mientras que el color real es el generado por las partículas disueltas y coloidales. Para obtener el color real, se realiza una filtración de la muestra. La determinación del color de las aguas residuales se puede llevar a cabo al contrastar su color con el de soluciones de cloroplatinato potásico (K_2PtCl_6) en concentraciones variables.

Los vertidos industriales pueden incluir compuestos metálicos, químicos y tintes orgánicos, que pueden dar al efluente una gama de colores.

2.1.11 Temperatura

Asepsia (2017) menciona que la temperatura del efluente suele ser más alta que la del agua de origen, especialmente cuando se añade agua caliente proveniente de aplicaciones industriales y residenciales. La gestión de la temperatura es crucial, ya que en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, la actividad biológica depende de ella. Este parámetro es crítico, ya que influye directamente en la vida acuática, las reacciones y los procesos químicos, así como en la calidad del agua para su uso humano. A temperaturas más bajas, el crecimiento y la reproducción de los microorganismos se ralentizan.

2.1.12 Propiedades químicas de las aguas residuales

Pérez (2018) señala que, después de analizar las propiedades físicas de las aguas residuales, es esencial abordar también sus propiedades químicas orgánicas. Las aguas residuales contienen una variedad de componentes químicos inorgánicos, entre los que se incluyen metales, gases, nutrientes y compuestos no metálicos. Ejemplos de nutrientes inorgánicos son el amoníaco libre, el nitrógeno orgánico y el fósforo inorgánico. Además, se utilizan diversas pruebas, como el pH, la alcalinidad, los sulfatos y los cloruros, para medir los diferentes procedimientos de tratamiento y evaluar si las aguas residuales tratadas cumplen con los requisitos para ser reutilizadas.

2.1.13 Acidez

La fórmula para calcular la concentración de iones de hidrógeno en una mezcla. Su definición es la concentración de iones de hidrógeno dividida por el logaritmo negativo.

$$\text{Log}_{10} (\text{H}^+) \text{ ec.} = \text{pH} - 2,1$$

El fósforo y el nitrógeno han sido reconocidos como nutrientes clave, por lo que son significativos haciendo que las plantas acuáticas se desarrollen de forma desfavorable.

2.1.14 La alcalinidad

Clair et al. (2020) la definición de alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar los ácidos. La alcalinidad en las aguas residuales se debe a la presencia de carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-) e hidróxidos (OH^-).

Elementos como los iones de calcio, magnesio, sodio, potasio o amonio, así como sus bicarbonatos (HCO_3^-) y (CO_3^{2-}). Los elementos como los iones de calcio, magnesio, sodio, potasio y amonio provienen de los materiales minerales disueltos en el suelo y el aire. Además, los fertilizantes y pesticidas utilizados en las granjas, junto con los detergentes presentes en los vertidos de aguas residuales, pueden generar fosfatos. La descomposición de la materia orgánica por parte de microorganismos da lugar a la producción de sulfato de hidrógeno y amonio. En cuanto a la alcalinidad, los componentes más comunes son los bicarbonatos de magnesio y calcio, que son fundamentales en la regulación del pH del agua. Cuando los niveles de alcalinidad son altos, el agua adquiere un sabor amargo, lo que puede afectar su calidad y uso.

2.1.15 Intensidad

La cantidad de cationes metálicos multivalentes en una solución se conoce como dureza. En las aguas naturales, el calcio y el magnesio son los cationes metálicos multivalentes más frecuentes. Otros elementos posibles son el estroncio (Sr^{2+}), el aluminio (Al^{3+}), el hierro y el manganeso (Fe^{2+} , Mn^{2+}), entre otros. (Pérez, 2017, p.3)

2.1.16 Metales

Flowen (s.f.) menciona que los metales presentes en las aguas residuales se dividen en dos categorías: nocivos y no tóxicos. Aunque los metales son esenciales para el desarrollo adecuado de la vida biológica en concentraciones controladas, pueden volverse peligrosos si sus concentraciones alcanzan niveles suficientemente altos. Es importante señalar que estos metales pueden estar presentes tanto en concentraciones macro como micro, dependiendo

de las circunstancias. Las principales fuentes de metales en las corrientes naturales incluyen la disolución de depósitos naturales, las emisiones domésticas e industriales, así como los efluentes agrícolas. Para detectar la cantidad de metales en el agua, se emplea la espectroscopia de absorción atómica, una técnica precisa que permite medir su concentración.

2.1.17 Gases

Fabregas (2023) señala que el funcionamiento eficiente de los sistemas de tratamiento de aguas residuales depende en gran medida de la detección de gases disueltos, tales como oxígeno, amoníaco, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno. Las mediciones de amoníaco y oxígeno disuelto son esenciales para regular y supervisar los procesos de tratamiento biológico aeróbico, ya que estos gases juegan un papel crucial en la descomposición de la materia orgánica. Por otro lado, el sulfuro de hidrógeno, debido a su carácter tóxico y su olor desagradable, también es relevante en el tratamiento de aguas residuales, además de ser una causa común de corrosión en las alcantarillas de hormigón. La detección temprana y precisa de estos gases es fundamental para evitar efectos adversos tanto en la salud pública como en la infraestructura del sistema de saneamiento.

2.1.18 Sustancias orgánicas agregadas en las aguas residuales

Chávez (2019) destaca que, durante el proceso de recogida, las aguas residuales incorporan una variedad de componentes adicionales, particularmente compuestos orgánicos. Las proteínas, que representan entre el 40 y el 60% de la materia orgánica en las aguas residuales, son un componente significativo. La concentración de estos compuestos orgánicos adicionales en las muestras de agua tratada es un indicador clave para evaluar la eficacia de los procesos de tratamiento, ya que permite diferenciar entre aguas residuales tratadas y no tratadas. Este parámetro se utiliza para evaluar el rendimiento de los tratamientos y su

comportamiento en las fuentes receptoras, y hoy en día se puede calcular mediante diversos métodos analíticos. A continuación se enumeran:

- a) Los cinco días, se muestra la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).
- b) Demanda química de oxígeno (DQO).

2.2.1 DBO o demanda bioquímica de oxígeno

Esta es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos, da cuenta de cuánto oxígeno han consumido los microorganismos.

Una vez incubada la muestra durante cinco días a 20°C, se vuelve a medir la concentración de oxígeno disuelto y se expresa en miligramos por litro, que se divide por la fracción decimal del volumen de muestra utilizado.

La urea, que constituye la mayor parte del pis, es un componente orgánico importante de las aguas residuales frescas.

Los nutrientes esenciales incluyen las dieciséis adiciones siguientes: N, P, K, Fe y otros.

2.2.19 Demanda química de oxígeno (DQO)

Veolia (2023) señala que muchos compuestos orgánicos presentes en las aguas residuales no pueden descomponerse biológicamente debido a su toxicidad para los microorganismos o a su lento ritmo de degradación, lo que los convierte en no biodegradables. Entre estos compuestos se incluyen pesticidas, herbicidas e insecticidas. Para evaluar la presencia de estos materiales no biodegradables, se utiliza la prueba de Demanda Química de Oxígeno (DQO), que ayuda a determinar la cantidad de compuestos orgánicos que no pueden ser degradados biológicamente. Además, la composición del agua permite calcular la cantidad de materia orgánica que sí puede descomponerse, comparando la Demanda Bioquímica de

Oxígeno (DBO) con la DQO, lo que proporciona información sobre la proporción de material orgánico biodegradable.

Es evidente que la demanda de agua de alta calidad en las áreas metropolitanas aumenta proporcionalmente con la mejora del nivel de vida. Esto indica que la presión sobre las ya limitadas reservas de agua se intensifica, lo que agrava aún más la situación. A su vez, los vertidos de aguas residuales contribuyen significativamente a la contaminación de estos recursos hídricos, haciendo que muchos de ellos dejen de ser aptos para su uso. La creciente preocupación por la escasez de agua y la contaminación requiere de soluciones efectivas y sostenibles para asegurar el acceso al agua limpia y la protección de los ecosistemas acuáticos.

A medida que el nivel de vida aumenta, también lo hace la conciencia social sobre la responsabilidad de proteger el medio ambiente y preservar los recursos naturales. Como resultado de esta creciente conciencia, muchas ciudades se han visto impulsadas a implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales y, en ciertos casos, a considerar la reutilización de estas aguas tratadas. Sin embargo, la reutilización de las aguas residuales depuradas no es la única solución ante la escasez de agua. Este enfoque debe combinarse con otras estrategias que aumenten la disponibilidad de agua, tales como la desalinización del agua salada, los trasvases de agua, la recirculación interna en procesos industriales, la mejora de la gestión y la prevención de pérdidas en las redes de distribución, entre otras. Además, también se deben considerar medidas que ayuden a reducir la demanda de agua, contribuyendo a un manejo más sostenible y eficiente de los recursos hídricos (Pérez, 2018).

2.1.20 Aspectos de Salud Pública

Debido a la gran diversidad de microorganismos peligrosos que pueden estar presentes en las aguas residuales, uno de los principales riesgos asociados con su reutilización es el potencial de transmisión y propagación de enfermedades. Las bacterias, los virus y los parásitos (como helmintos y protozoos) son las tres categorías principales de contaminantes biológicos

que pueden tener efectos negativos sobre la salud humana. Estos microorganismos son responsables de una variedad de enfermedades que pueden propagarse a través del contacto directo o indirecto con aguas contaminadas. No obstante, la simple presencia de un agente infeccioso en las aguas residuales no garantiza necesariamente una transmisión inmediata de la enfermedad. Es importante considerar factores como la carga viral o bacteriana, el tipo de microorganismo y las condiciones del entorno, ya que la probabilidad de infección depende también de la capacidad del agente patógeno para sobrevivir y multiplicarse en el agua tratada. Por lo tanto, es fundamental implementar procesos de tratamiento eficaces para eliminar o reducir significativamente estos riesgos antes de la reutilización de las aguas residuales. La probabilidad de que una persona contraiga una infección depende de una serie de factores, algunos de los cuales conviene destacar:

- La resistencia de los microorganismos patógenos al tratamiento de las aguas residuales.
- La cantidad mínima necesaria para producir la infección (dosis infectiva).
- El grado de virulencia (potencial de enfermedad).
- La inmunidad y susceptibilidad del portador.
- El grado de exposición humana a los focos de transmisión.

Los elementos mencionados, junto con la presencia de otros modos de transmisión, fueron reconocidos por Shuval et al. (2019) como la base para desarrollar un modelo epidemiológico que pueda evaluar los peligros potenciales y teóricos de la transmisión de enfermedades mediante el riego por vertido.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Percepción del tratamiento de las aguas residuales*

Lander (2024) destaca la importancia de evaluar la eficacia de una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR), teniendo en cuenta diversos factores que incluyen la tecnología empleada, la capacidad de tratamiento y la vigilancia constante. Estos elementos son esenciales para asegurar que los sistemas de tratamiento no solo cumplan con los requisitos ambientales, sino que también garanticen la salud pública. La implementación de tecnologías avanzadas y el monitoreo constante permiten un tratamiento más eficiente de las aguas residuales, lo que contribuye a reducir la contaminación y a maximizar la reutilización del agua tratada. Además, la capacidad de la EDAR debe estar ajustada a la cantidad y características del flujo de aguas residuales, lo que garantiza que no solo se cumplan los estándares, sino que también se minimicen los impactos negativos en los ecosistemas y la salud humana.

2.2.2 *Tipos de tratamientos:*

2.2.2.1 Tratamientos físicos. Estos métodos se enfocan en separar físicamente los contaminantes, basándose en características como la viscosidad, flotabilidad y tamaño de las partículas. Técnicas como la filtración de sólidos, la precipitación, la disociación y el cribado son fundamentales para eliminar la contaminación.

2.2.2.2 Tratamientos químicos. Estas técnicas requieren añadir reactivos al agua y se centran en las propiedades químicas de los contaminantes. Entre ellas se incluyen la coagulación, los procedimientos electroquímicos, la oxidación y el intercambio de iones, además de la eliminación de hierro, fosfatos y nitratos.

2.2.2.3 Tratamientos Biológicos. Estos métodos, que emplean microorganismos para descomponer los materiales en suspensión y transformarlos en sólidos sedimentables, se fundamentan en procesos biológicos que eliminan los contaminantes biodegradables. Ejemplos

de estos sistemas son la biodigestión anaeróbica, los lodos activados, los filtros percoladores y las lagunas aireadas, los cuales pueden operar en condiciones tanto aeróbicas como anaeróbicas.

Cepeda (2018) indica que la mayor parte de las aguas residuales de los hospitales son poco biodegradables, lo que hace que los procedimientos físico-químicos sean el principal medio para tratarlas. No obstante, un porcentaje menor de estas aguas residuales es altamente biodegradable, por lo que se recomienda el tratamiento biológico en esos casos. (p.42)

Rojas (2021) los sólidos suspendidos totales (SST) y la temperatura (T) son los criterios físicos analizados en las aguas residuales hospitalarias, según lo establecido en la Resolución Ministerial N° 360-2016-VIVIENDA. A continuación, se describen estos parámetros:

Los sólidos suspendidos totales (SST) en el agua son una mezcla de materia orgánica e inorgánica. En cuerpos de agua sin contaminación por descargas industriales o residenciales, los niveles de SST son mínimos o nulos, pero aumentan en aquellos que reciben contaminantes. Estas partículas aumentan la turbidez del agua, favorecen el crecimiento de microorganismos y actúan como un indicador de erosión en la zona circundante. Además, los altos niveles de SST afectan la agricultura, ya que obstruyen el suelo y dificultan la germinación de las plantas regadas con agua que contiene una alta concentración de SST, lo que disminuye la fotosíntesis y el crecimiento de las plantas.

Temperatura: Belzona (2019) la descarga de agua residual hospitalaria debe mantenerse por debajo de los 35°C, que es el valor máximo aceptable (VMA) para verter estas aguas al alcantarillado o al cuerpo receptor. Los niveles de temperatura pueden variar según las actividades hospitalarias, como la limpieza de aparatos de laboratorio, la preparación de alimentos y la desinfección de ropa. El vertido de agua residual a elevadas temperaturas, especialmente durante estas actividades, podría afectar negativamente las especies acuáticas y

su hábitat, ya que el aumento de la temperatura del agua tiende a reducir los niveles de oxígeno disuelto (OD).

2.2.2.4 Percepción del tratamiento Biológico.

Tuset (2024) señala que la evaluación de indicadores ambientales físicos, químicos y microbiológicos, junto con las aguas residuales generadas por los hospitales, es crucial para entender los riesgos para la salud asociados con el vertido de aguas residuales no tratadas al medio ambiente. En ciertas condiciones físico-químicas, el vertido directo de estas aguas residuales al sistema de drenaje urbano puede promover el crecimiento de bacterias y virus en las plantas de tratamiento de aguas residuales, en las redes de alcantarillado y en el cuerpo receptor al que se descargan.

2.2.2.5 Percepción del tratamiento mixto.

Córdova (2021) menciona que las aguas de tipo mixto son una combinación de aguas residenciales y biológicas, y que la elección del tratamiento adecuado depende del lugar donde se generen estas aguas residuales. Para proponer un tratamiento para este tipo de agua, es crucial considerar que algunos componentes en los efluentes pueden inhibir la actividad de los microorganismos durante los procesos biológicos. (p. 249)

El tratamiento mixto de aguas residuales abarca un enfoque integral que busca lograr un alto grado de depuración. Este proceso incluye diversas etapas, tales como el tratamiento biológico, la desinfección y el tratamiento físico-químico, cada una de las cuales juega un papel fundamental en la eliminación de contaminantes y la mejora de la calidad del agua tratada.

2.2.3 Tratamiento de las aguas residuales

Según Spenagroup (2018), las aguas residuales de hospitales representan una descarga significativa de productos químicos, aunque no son exclusivas en este sentido. Los residuos de productos farmacéuticos también están presentes a lo largo de todo el proceso de tratamiento

de aguas residuales debido a la eliminación ineficiente en los sistemas convencionales, lo que dificulta identificar estos productos. En los hospitales, se utilizan diversas sustancias químicas para garantizar un diagnóstico, tratamiento y recuperación adecuados de los pacientes. Estas sustancias, ya sea en su forma original o metabolizadas, son eliminadas del cuerpo del paciente a través de la orina o las heces. En muchos casos, estos efluentes se vierten directamente a las redes de saneamiento sin tratamiento previo. Aunque pasan por estaciones depuradoras, la eliminación de contaminantes y patógenos específicos, como antibióticos y tranquilizantes, sigue siendo limitada. Esto ha llevado a la detección de estos compuestos en los ecosistemas acuáticos, generando un problema medioambiental significativo.

2.2.3.1 Percepción del tratamiento Físico-Químico. Según Contyquim (2019), el tratamiento fisicoquímico se destaca como uno de los procesos más cruciales dentro del procedimiento de purificación del agua. Gracias a este tratamiento, se puede lograr la eliminación de aproximadamente un 80 a 90% de la materia total suspendida, además de una reducción de hasta un 40% en la demanda química de oxígeno.

Según Alemany (2020), el proceso fisicoquímico se descompone principalmente en dos etapas: coagulación y floculación. Durante la coagulación, el objetivo es aglutinar las sustancias coloidales y en suspensión presentes en el agua para formar coágulos, lo cual se logra al modificar la polaridad. Posteriormente, estos coágulos se sedimentan.

Según Vásquez (2017) el tratamiento biológico de agua residual se aborda en al menos dos etapas. La primera etapa es predominantemente biológica, donde tiene lugar la biooxidación, seguida de una segunda etapa de separación de la biomasa formada mediante sedimentación (p.25).

a. Sedimentación. Subraya que la sedimentación de las partículas depende de que la velocidad del flujo del agua sea inferior a la velocidad de sedimentación de los sólidos en

suspensión presentes. Se resalta la importancia del concepto de carga superficial al construir los tanques de sedimentación. (Córdova, 2018)

b. Filtración de arena y grava. Según Zarza (2023), el empleo de la filtración de arena y grava se ha generalizado como una técnica para el mejoramiento de aguas en diversas regiones del mundo. Esto se debe a su funcionamiento simple y a las múltiples ventajas que ofrece. En las últimas décadas, esta técnica ha sido utilizada especialmente después de eventos meteorológicos y desastres naturales, cuando el tratamiento convencional se ve limitado. Además, ha tenido una gran aceptación para uso individual en viviendas. (p.1)

Según Tech (2021), en el método de filtración con gravas, el agua contaminada con limo, arena y materia orgánica fluye a través de un medio compuesto por grava de pequeño tamaño a una velocidad relativamente baja. Estos sistemas han demostrado ser efectivos en términos de filtración de alta calidad, y su proceso de retrolavado simple y eficiente garantiza un suministro prolongado de agua limpia para el usuario. (p.4)

c. Eliminación de Na. Medina (2024) se aplican diferentes métodos para eliminar el sodio del agua residual, como la ósmosis inversa, la electrodiálisis, la destilación o el intercambio iónico. De estas alternativas, se considera que la ósmosis inversa es la más rentable en términos de consumo de energía y costos financieros.

2.2.3.2 Percepción del tratamiento Biológico. Según Tuset (2024 citado por Rubio et al., 2013), los tratamientos biológicos en aguas residuales producidas por los hospitales utilizan microorganismos como bacterias, hongos, protozoos y algas, lo que conlleva a la eliminación de componentes no deseados del agua aprovechando su metabolismo. El resultado de este proceso es un efluente que finalmente es vertido al ambiente.

El propósito principal del tratamiento biológico de aguas residuales es eliminar los contaminantes mediante el uso de microorganismos. En la mayoría de las situaciones, la

materia orgánica soluble e insoluble, así como el nitrógeno, se eliminan de manera eficaz gracias a la actividad biológica. Sin embargo, el proceso de eliminación biológica del fósforo aún no está tan generalizado en las estaciones depuradoras. (Buitrón et al., 2018, p.7)

A. Desbaste. Valero (2021) detalla que las aguas residuales son recogidas y atraviesan la cesta de desbaste, quedando atrapado el residuo sólido, como plástico, textil u otro material similar, los cuales pueden ser retirados y eliminados posteriormente.

Según la Junta de Establecer que el agua residual derivada del desbaste se somete a un proceso la cual permite eliminar la arena y grasa transportada. Las arenas, al ser más pesadas, sedimentándose en lo profundo, en tanto la grasa ascienden a la superficie mediante flotación, facilitada por el burbujeo de aire generado por soplantes y distribuido por difusores sumergidos. (p.7)

B. Fangos activos. Pilato (2017) indica que el tratamiento biológico de agua residual mediante fangos activos implica cultivar una población bacteriana dispersa en flóculos, dentro de un tanque con aireación sistemática. (p.14)

Vilaseca (2019) resalta que la participación de protozoos ciliados en los lodos activos es fundamental en el desarrollo de los procesos de tratamiento de aguas residuales. Estos microorganismos juegan un papel directo en la clarificación del efluente mediante dos actividades principales: floculación y depredación, lo que es de gran importancia. Diversos estudios experimentales han validado que la presencia de protozoos ciliados en plantas de tratamiento de aguas residuales contribuye a mejorar la calidad del efluente. (p.67)

C. Camas filtrantes. Colombia (2018) indica: Que las camas filtrantes de goteo se caracterizan por rociar las aguas residuales sobre una cama profunda compuesta de carbón, piedra caliza o materiales plásticos diseñados específicamente. Estos materiales deben tener una alta superficie para sustentar las biopelículas que se desarrollan en el proceso.

Barrera (2021) indica: En las instalaciones más antiguas o con cargas fluctuantes, los sistemas de riego por goteo se utilizan con frecuencia para el tratamiento de aguas residuales.

En este procedimiento, el agua se distribuye mediante brazos giratorios perforados que se extienden desde un pivote central. Se mantiene una atmósfera aeróbica gracias a los desagües de la base, que también permiten que el aire salga del lecho hacia arriba cuando el agua se derrama en él. En la superficie del medio crecen biopelículas compuestas por hongos, bacterias y protozoos que degradan o se comen los materiales orgánicos. (p.34)

D. Filtros biológicos. Sobre las modificaciones y la descomposición biológica Valeiro (2014) citado por Ferreira (2017) pueden ocurrir en condiciones aeróbicas, mediante la oxidación biológica en lodos activados y filtros biológicos, o en condiciones anaeróbicas, en sistemas de alcantarillado o digestores de lodo anaeróbico. (p.85)

Castillo (2020) menciona que los sistemas que utilizan materiales orgánicos y procesos metabólicos de microorganismos para eliminar contaminantes en el agua podrían ofrecer una solución efectiva y viable para este desafío. Estos dispositivos son particularmente eficaces en la eliminación de olores desagradables en diversas industrias, lo que contribuye a mejorar la calidad del aire y el ambiente en general.

E. Sedimentación secundaria. Belzona (2010) en ocasiones, la Sedimentación Secundaria se fusiona con la aireación en un tanque extenso o en una poza.

En la parte superior se produce la aireación, mientras que en la inferior se depositan los lodos. El lodo activado, que contiene bacterias y otros microorganismos útiles procedentes del proceso de aireación, es el componente principal de este sistema. Para ayudar a la posterior eliminación de sólidos, aceites y otros contaminantes, estos microorganismos se encargan de descomponer los materiales orgánicos y crear flóculos. (p.19)

2.2.3.4 Percepción del tratamiento mixto.

Quintero (2016) el tratamiento combinado de aguas residuales.

En entornos hospitalarios, se emplean técnicas diseñadas para perfeccionar o mejorar el vertido final, realzando algunas de sus características. Si estas técnicas se implementan de manera intensiva, pueden lograr que el agua tratada vuelva a ser adecuada para satisfacer necesidades agrícolas, industriales e incluso para procesos de potabilización. Esto implica un enfoque integral que asegura que las aguas residuales sean tratadas de manera eficiente y segura antes de ser reutilizadas en diversos sectores. (p.95)

Tejero (2023) el enfoque combinado para purificar aguas residuales mediante;

procesos biológicos, que integra biopelículas y membranas de filtración, implica el uso de un reactor mixto que aprovecha ambas técnicas. Este sistema se compone de cinco elementos principales: un soporte para medios, un módulo que contiene membranas de filtración, una cámara de lodos, un regulador de flujo y un sistema de aireación. (p. 1)

a. Filtración. En lo referente a Millán (2018) señala que establecen que tanto la arena como la antracita carecen de propiedades adsorbentes.

Por lo que el proceso de filtración se basa principalmente en un tamizado, permitiendo que los sólidos disueltos pasen con el agua percolada. Actualmente, el tratamiento de aguas en general demanda el desarrollo de nuevas técnicas de filtración y la exploración de nuevos materiales con propiedades adsorbentes específicas para su implementación en la fabricación de elementos filtrantes capaces de retener contaminantes de manera eficaz. (p.3)

Lo que indica el experto Pérez (2016) es que la técnica de filtración empleada en el tratamiento de aguas proviene del diseño y funcionamiento de filtros.

El medio granular utilizado en la filtración para producir agua potable comparte principios básicos de diseño, configuración física y operación con los filtros empleados en el tratamiento de efluentes secundarios de aguas residuales, o en aguas residuales pretratadas. Sin embargo, es fundamental considerar las diferencias significativas entre ambas aplicaciones. En el tratamiento de agua potable, la filtración tiene como objetivo principal eliminar partículas finas y patógenos, garantizando que el agua sea segura para el consumo humano. En cambio, en los efluentes secundarios de aguas residuales, el objetivo es reducir la carga de contaminantes orgánicos e inorgánicos antes de su disposición o reutilización, lo que implica un enfoque distinto debido a la variabilidad y composición de los contaminantes presentes. (p.15)

b. Lagunaje.

Córdova et al. (2021) la mayoría de las compañías prestadoras de servicios de agua potable y alcantarillado (EPS) que buscan ofrecer un tratamiento adecuado a los líquidos residuales utilizan el método de lagunaje, como las pozas de estabilización. Sin embargo, muchas de estas lagunas carecen de mantenimiento y monitoreo, lo que las hace completamente ineficientes conllevando a un envejecimiento del entorno ambiental y riesgos para la salud pública. (p.249)

Vásconez (2019) señala que el proceso de depuración de aguas residuales mediante lagunaje es una imitación de los procesos naturales que ocurren en cuerpos de agua como ríos y lagos. Este tratamiento proporciona un entorno en el que se llevan a cabo reacciones biológicas esenciales, tales como la oxidación de la materia orgánica y la nitrificación de las proteínas. Además, facilita la reducción de la materia orgánica

por acción de bacterias anaeróbicas, contribuyendo a la eliminación de microorganismos patógenos presentes en las aguas residuales. (p. 10)

c. Humedales artificiales. Silva et al. (2021) se sabe que un humedal construido, que se utiliza para depurar aguas residuales, suele tener una base impermeable que se cubre con un lecho de grava, tierra u otro material apropiado para favorecer el crecimiento de las plantas, que son esenciales para el proceso de depuración. Mediante interacciones con la atmósfera, estos humedales remedian las aguas residuales a través de procesos que incluyen el metabolismo bacteriano, la sedimentación y la absorción. Su funcionamiento es comparable tanto a los filtros percoladores utilizados en las instalaciones de tratamiento convencionales como a los procesos biológicos naturales. (p.347)

Gonzales (2020) El sistema de humedales artificiales ha demostrado ser un método eficaz para eliminar microorganismos potencialmente peligrosos de las aguas residuales, en particular coliformes fecales, que se eliminan hasta niveles inferiores a los límites máximos permitidos establecidos. (p.14)

d. Desinfección. Salas (2020) destaca que un factor crucial a considerar es que la desinfección debe asegurar la calidad sanitaria del agua tratada durante un período prolongado. En este contexto, los agentes químicos que permiten mantener una cantidad residual de desinfectante activo en las aguas tratadas son los más utilizados.

Carbotecnia (2023) el objetivo de la desinfección del agua es erradicar del agua cualquier microorganismo potencialmente dañino. Entre los microorganismos peligrosos presentes en los sistemas de distribución y almacenamiento de agua se encuentran bacterias, virus y protozoos. Existen dos técnicas para reducir estos patógenos: la filtración y la inactivación. La inactivación es el proceso de cambiar los

microorganismos para que ya no puedan causar enfermedades, mientras que la filtración sirve de barrera física para impedir que los microorganismos entren en el efluente.

2.2.3.5 Reutilización del Agua (Y).

Remtavares (2019) constata que las aguas residuales con diversos contaminantes y en distintas cantidades pueden ser tratadas por los sistemas hospitalarios de tratamiento de aguas residuales. Facilitan el reciclaje y la reutilización del agua de una manera accesible. No requieren formación especializada ni equipos para funcionar, y tienen pocos gastos de funcionamiento y mantenimiento.

Valdivieso (2023) indica: que el proceso de recuperación de aguas usadas para un nuevo uso está implicado en la reutilización de aguas residuales hospitalarias. Las fuentes de aguas usadas pueden ser: residuales, grises y precipitadas.

2.2.3.6 Procedencia

Maquinaria (2016) se trata de un sistema que asegura el desplazamiento del agua desde su fuente hasta el lugar de consumo en condiciones óptimas para su uso. La idoneidad abarca aspectos sanitarios, de calidad y la suficiencia del suministro de agua. La fuente de provisión de este sistema puede ser diversa e incluir:

- Suministro de agua procedente de manantiales naturales.
- Agua marina sometida a un proceso de desalinización antes de ser incorporada a la red de suministro.
- Agua proveniente de fuentes superficiales como lagos, ríos, embalses o arroyos.
- Agua subterránea, captada con extracciones.
- Aguas residuales sometidas a tratamiento para su utilización en consumo humano u otros propósitos.
- Diversas fuentes, como el agua de lluvia u otras.

a. Grises

Fibras (2018) indica que las aguas grises, al tener una menor concentración de contaminantes peligrosos, son más fáciles de tratar y reutilizar que las aguas negras. Estas aguas pueden ser recicladas in situ, como en jardines o instalaciones cercanas, siempre que se mantengan separadas de las aguas negras. El reciclaje de aguas grises permite un consumo reducido de agua potable. Aunque pueden ser utilizadas de inmediato, también pueden ser tratadas para asegurar su calidad. Para evitar la descomposición de las materias orgánicas presentes en el agua, es necesario usarla rápidamente después de almacenarla.

b. Negras

Zarza (2023) declaró que el agua que circula a través del sistema de alcantarillado debe ser tratada siguiendo la legislación vigente. En muchas localidades, este tratamiento también incluye el agua de lluvia y la infiltración del terreno.

Bosstech (2020) señala que la mayor parte de las aguas residuales que circulan por el sistema de alcantarillado interno son aguas residuales, a veces denominadas aguas residuales o aguas negras. Durante todo el procedimiento, el agua se vacía en una fosa séptica o en el sistema de alcantarillado.

c. Uso

Comas (2012) señala que el empleo de aguas residuales hospitalarias transformadas para su reutilización abarca una amplia gama de usos, siendo comunes para diversos fines de riego y para la recarga artificial. Estos incluyen riego de parques y jardines, así como aplicaciones urbanas no potables como el riego de áreas verdes, la lucha contra incendios, el uso en instalaciones sanitarias, propósitos medioambientales y otros.

Ramon et al. (2009) las aguas residuales tratadas son una fuente hídrica abundante en zonas densamente pobladas y con escasez de agua. En varios países, se analiza la calidad de estas aguas para emplearlas en sistemas de riego localizado o cultivos hidropónicos, siguiendo

los mismos criterios que se usan para evaluar la calidad de las aguas superficiales o subterráneas. (p.211)

2.2.3.7 Depósitos contra incendios

Arnabat (2020) analiza las instalaciones de depósitos de agua contra incendios, que incluyen depósitos con tuberías de instalación fija, válvulas de cierre para conexiones de mangueras y diferentes sistemas de boquillas. Estas instalaciones constan de un conjunto de fuentes de agua, aparatos de suministro y una red general contra incendios, los cuales deben proporcionar un caudal de agua y una presión suficientes durante el tiempo necesario para apagar un incendio en caso de que se produzca.

A. Cisterna de inodoro.

Asepsia (2017) indica que los sanitarios con arrastre hidráulico utilizan agua para mover las heces desde el punto de descarga hacia el lugar de tratamiento o almacenamiento, como una fosa, hoyo o reactor de biogás. A diferencia de los sanitarios tradicionales con tanque, el agua no proviene de un tanque de almacenamiento, sino que el usuario la vierte manualmente. Este sistema contribuye a reducir el consumo de agua, ya que no es necesario utilizar agua limpia, lo que permite reutilizar el agua previamente usada en actividades como el lavado de ropa, utensilios o baño.

A. Riego de áreas verdes.

Dautant (2016) indica que el agua proveniente de un uso primario y que ha sido sometida a un tratamiento adecuado se clasifica como agua para reúso. Este tipo de aguas procesadas tiene diversos usos directos, como la irrigación de áreas verdes, campos de golf y fuentes ornamentales. (p.17)

Ferreira (2017) indica que las plantas paquete o compactas, se pueden colocar en hospitales y las aguas tratadas utilizarse para regar zonas verdes, dichas plantas están hechas

para tratar caudales de aguas residuales pequeños y medianos. Además, contienen todos los componentes necesarios como una depuradora tradicional. (p.12)

C. Lavadoras adaptadas.

El agua es un recurso fundamental para el desarrollo humano, y las lavadoras son uno de los mayores consumidores de este recurso a nivel mundial, contribuyendo significativamente a la degradación ambiental. Además, aproximadamente el 80% de las aguas residuales no reciben un tratamiento adecuado, lo que facilita la contaminación y la propagación de enfermedades. Las lavadoras emplean grandes cantidades de agua para lavar y enjuagar la ropa, y en modelos de alta capacidad, cada ciclo de lavado puede consumir hasta 100 litros de agua en promedio. Una vez finalizado el ciclo de lavado y enjuague, el agua residual se descarga a los sistemas de desagüe, pero podría reutilizarse para otras actividades.

D. Limpieza de superficies.

Mannise (2023) señala que el agua empleada en el lavado, resultado de las labores de limpieza de superficies, frecuentemente contiene contaminantes nocivos para múltiples especies de vida silvestre que dependen de vías acuáticas saludables para sobrevivir. (p.2)

Para el agua residual de lavadoras es importante diferenciar el detergente utilizado; puede ser detergente ecológico o biodegradable, o puede ser detergente convencional. En ese sentido; el agua residual con detergente convencional no se podrá usar para regar las plantas, pero si se podrá utilizar para limpieza de suelos (garajes, terrazas, patios, etc.), y el agua residual con detergente ecológico, si lo podrás utilizarla para regar plantas y limpieza de suelos y jardines.

2.4 ¿Que es la reutilización de agua residual?

Meléndez (2019) explica que la reutilización de aguas residuales es el proceso mediante el cual se emplea agua que previamente ha sido utilizada en sectores industriales, médicos o residenciales. Para que esta agua pueda ser aprovechada de nuevo, es necesario someterla a un

tratamiento adicional al proceso estándar de depuración. El agua que ha sido tratada y acondicionada para su reutilización se conoce como agua reciclada. (p.18)

Antes de ser utilizada para cualquier propósito, el agua proveniente del mar, río, lago o acuífero se somete a un tratamiento para cumplir con los estándares de agua potable en los sistemas municipales de abastecimiento. Una vez utilizada, el agua se convierte en aguas residuales, las cuales se transportan a través de tuberías hasta las redes de alcantarillado y luego a una estación depuradora de aguas residuales (EDAR). En esta estación, el agua pasa por diversas etapas de tratamiento antes de ser devuelta al entorno natural o destinada a su reutilización. (Alemany, 2020)

Es fundamental tratar las aguas residuales domésticas, hospitalarias e industriales para proteger tanto la salud pública como el medio ambiente. El agua contaminada puede causar infecciones, ya que contiene altas concentraciones de microorganismos, nutrientes, productos químicos, residuos farmacéuticos y materiales orgánicos e inorgánicos.

Rodríguez (2019) señala que las aguas residuales industriales pueden contener sustancias peligrosas como metales pesados, hidrocarburos, productos químicos orgánicos e inorgánicos, trazas de fármacos, microorganismos y otros compuestos tóxicos. Sin embargo, la composición de estas aguas puede variar dependiendo de su origen, que puede ser doméstico, hospitalario, industrial o de otro tipo. En muchos casos, los hospitales e industrias se encargan de tratar sus propias aguas residuales, aunque también es posible que las estaciones depuradoras de aguas residuales municipales (EDAR) asuman este tratamiento. Por lo general, este tipo de aguas requiere un tratamiento preliminar en su fuente, es decir, dentro de las instalaciones hospitalarias o industriales, antes de ser enviadas a la planta municipal para su tratamiento final.

Las aguas residuales municipales, hospitalarias e industriales suelen ser vertidas al medio ambiente después de pasar por las diferentes etapas de tratamiento. No obstante, el uso de agua residual regenerada está aumentando de manera significativa, y todo apunta a que en el futuro se convertirá en una práctica aún más común.

Cevallos et al. (2019) señalan que, para que el uso de las aguas residuales hospitalarias o industriales sea viable, es necesario aplicar tratamientos adicionales y llevar a cabo controles de calidad. Estos tratamientos pueden incluir diversos procedimientos técnicos avanzados, que pueden usarse de manera individual o combinada. La elección del tratamiento adecuado depende de varios factores, como el consumo de energía, las opciones para la eliminación de residuos, los contaminantes presentes, la cantidad y calidad de las aguas residuales, el propósito final del agua tratada y los costos asociados.

2.4.1 Procedimientos de reutilización del agua

Los cuatro tipos de procedimientos de reutilización más populares en la actualidad son los siguientes:

Reutilización básica: Se basa en tratamientos biológicos posteriores para eliminar las partículas en suspensión, restos de microorganismos y eliminar nutrientes como el fosfato y el nitrógeno.

Tratamientos terciarios:

Telwesa (2021) Se trata de procesos que implican la aplicación de un filtro para eliminar más partículas en suspensión y la posterior aplicación de una técnica de desinfección treactores biológicos de membrana (RBM), que combinan la filtración y el tratamiento biológico en una sola fase de tratamiento.

Los tratamientos clasificados como terciarios avanzados incluyen oxidaciones avanzadas (AOP) y una etapa de absorción de los subproductos producidos, además de los dos tratamientos mencionados anteriormente.

Tratamientos multi-barrera, multi-membrana: Estos tratamientos implican etapas de micro o ultrafiltración, nanofiltración u ósmosis inversa, seguidas de AOP o desinfección.

2.4.2 Utilización y control del agua reciclada

Meléndez (2019) menciona que las normativas sobre la reutilización del agua potable varían según el país. Algunas naciones restringen su uso únicamente a fines industriales o agrícolas, mientras que otras permiten su uso para el suministro de agua potable. En todos los casos, las regulaciones que rigen la reutilización del agua deben cumplir con rigurosos estándares de calidad. (p.223)

Tratamientos terciarios avanzados: Constan de tratamientos básicos y preparatorios más Procesos de Oxidación Avanzada (POA) y una fase de absorción para los subproductos generados.

Los tratamientos de reutilización pueden realizarse con varias barreras, múltiples membranas o tres barreras. Estos tratamientos comprenden fases de ósmosis inversa, microfiltración o ultrafiltración, nanofiltración o AOP seguidas de desinfección o AOP.

León (2017) hoy en día, el agua reciclada se destina a muchos usos, como el riego de zonas verdes urbanas, la limpieza de garajes y calles, la lucha contra incendios, la limpieza de vehículos industriales, el uso de agua procedente de diversos procesos industriales y la recarga de acuíferos.

2.5 Beneficios de la reutilización de aguas residuales industriales

2.5.1 Reducción de riesgos externos

La Organización Panamericana de la Salud (2020) una de las principales ventajas del sistema es que elimina la opción de utilizar sistemas de reutilización de aguas residuales industriales para ayudar a reducir el uso de agua potable en respuesta a las órdenes gubernamentales de sequía. Para muchas empresas, el tratamiento y suministro de agua puede ser un componente importante de la producción y servicios. Las industrias pueden reducir significativamente su dependencia de suministros externos de agua potable, lo que a su vez significa que pueden disminuir su dependencia de la legislación y/o del clima reciclando y reutilizando el agua ya tratada.

2.5.2 Uso eficaz de los recursos hídricos

Los recursos hídricos pueden utilizarse de forma más eficaz cuando las aguas residuales se reutilizan en la industria, en los hospitales, a nivel municipal y domiciliario. El agua reciclada que satisface los criterios de calidad necesarios para la aplicación concreta puede utilizarse en operaciones industriales, en regado de áreas verdes, en limpieza de almacenes y talleres, y en otros usos en lugar del agua potables de red pública. Así se protegen los recursos de agua dulce de los entornos acuáticos y se preservan para fines futuros.

Telwesa, una empresa comprometida con la sostenibilidad ofrece modernos servicios de reutilización de aguas residuales. Para el tratamiento de aguas residuales y lixiviados complicados, disponen in situ de instalaciones móviles de ósmosis. El agua tratada cumple los criterios más exigentes gracias a las tecnologías de vanguardia, que garantiza la eliminación de contaminantes. (Telwesa, 2024)

Si busca algo más adaptable. Antes de implantar métodos de tratamiento a mayor escala, las plantas piloto ofrecen la posibilidad de evaluar diversos enfoques gracias a su diseño totalmente personalizable y a una supervisión meticulosa.

Para ahorrar gastos y cumplir los requisitos medioambientales, ofrecen una solución eficaz y económica para la reutilización del agua. Fomente la sostenibilidad y la responsabilidad social corporativa al tiempo que contribuye a preservar los suministros de agua naturales y a salvar el medio ambiente. los expertos estarán encantados de ayudarle a avanzar hacia un futuro más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. (Dautant , 2019)

2.5.3 Condiciones de reutilización

Reutilización: Análisis y gestión de riesgos; Bermejo (2018) se puede afirmar que las enfermedades y los microorganismos no han disminuido significativamente:

A pesar de que las aguas residuales se someten a un tratamiento estándar o secundario, a menudo persisten cantidades significativas de contaminantes químicos, incluidos residuos de medicamentos. Estos compuestos pueden representar un riesgo en ciertas circunstancias debido a las características particulares de las aguas residuales y a los tratamientos específicos requeridos por las normativas legales. Por este motivo, la gestión de riesgos se vuelve fundamental para la reutilización de estas aguas. En respuesta a esta necesidad, diversas agencias sanitarias y el sector del agua en varios países han implementado estrategias de gestión de riesgos. (p.25)

Tradicionalmente, la industria del agua y las autoridades sanitarias han abordado esta necesidad mediante la creación de normas que especifican los requisitos mínimos de calidad de las aguas residuales dependiendo de su uso al cual se destina. Cabe señalar que, si bien en varios países, como España. Han adoptado medidas, pero en la actualidad no existen en muchos países una legislación nacional sobre esta cuestión.

Asepsia (2017) destaca que, aunque existen tecnologías bien establecidas para el tratamiento y regeneración de aguas residuales, aún es necesario profundizar en la investigación para evaluar la fiabilidad de estos procesos, desarrollar métodos económicos y establecer sistemas de tratamiento amplios que permitan un uso seguro de estas aguas tratadas.

Una de las limitaciones en los métodos actuales es la incertidumbre sobre el cumplimiento a largo plazo de los estándares de calidad del agua. No todas las tecnologías son igualmente confiables, y la mayoría de los criterios regulatorios solo se enfocan en eliminar huevos de nematodos y bacterias fecales, omitiendo otras sustancias potencialmente peligrosas, como virus, residuos de medicamentos y compuestos específicos dañinos.

Pero la calidad del agua recuperada se evalúa con frecuencia en el efluente de la planta de regeneración, no en el punto de uso. En vista de ello, se podrían recomendar varios estudios en el ámbito de la recuperación y reutilización de aguas residuales en el contexto de la evaluación y gestión de riesgos.

El uso de parámetros de control adecuados, Azabache et al. (2020) indica La confiabilidad de las instalaciones de regeneración.

Entre los aspectos para tener en cuenta se encuentran los sistemas de puntos de control clave, las evaluaciones de riesgos, las buenas técnicas de reutilización de efluentes y el cumplimiento de la normativa. Es imperativo reconocer que la identificación y la gestión de riesgos por sí solas no mitigan el nivel de riesgo asociado a la reutilización de aguas residuales. Por el contrario, facilitan una comprensión más profunda de estas actividades y, como resultado, permiten la aplicación de estrategias que pueden producir aguas residuales tratadas de alta calidad para el fin previsto. (p. 2)

III. MÉTODO

3.1 Tipo de Investigación

3.1.1 Tipo.

El tipo de estudio era explicativo básico, a menudo conocido como explicativo puro o fundamental.

3.1.2 Enfoque.

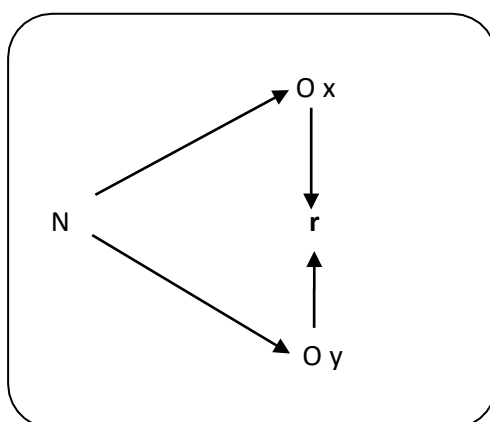
En este estudio se utilizó una metodología cuantitativa. Con el fin de identificar patrones de comportamiento y validar ideas, esta estrategia, según Hernández (2014) implica la recolección de datos para probar hipótesis utilizando la medición numérica y el análisis estadístico.

Alcance o nivel

En este estudio se utilizó la metodología correlacional. El objetivo es determinar si dos variables están o no conectadas, según Hernández (2014).

Diseño.

Este estudio era de naturaleza transaccional y no utilizaba un diseño experimental. Como sólo se observaría el fenómeno y no se modificaría ningún factor, era no experimental. Debido a que la investigación sólo recopilará datos una vez, fue transaccional.



Denotación:

N	=	Población
O_x	=	Observación a la variable independiente.
O_y	=	Observación a la variable dependiente.
r	=	Relación entre variables.

3.2 Población y muestra**Población (N).**

El universo poblacional estuvo constituido por los 152 trabajadores administrativos del Hospital Regional, Huaura – Huacho que fueron las unidades de observación y los casos que servirían para corroborar la investigación.

Muestra (n)

La muestra de estudio estuvo conformada por 64 funcionarios administrativos del Hospital Regional ubicado en Huaura - Huacho. Estos funcionarios sirvieron como unidades de observación para el cuestionario.

Tabla 1*Muestra*

	Nivel de Muestra
Unidad de Logística	20
Unidad de Servicios Generales y Mantenimiento	23
Unidad de Estadística e Informática	21

La muestra que se utilizó en la investigación fue probabilística aleatoria donde se considera los siguientes parámetros:

$Z_{95\%} = 1,96$ Nivel de confiabilidad (nivel de confianza del 95%)

$p = 0,5$ Probabilidad de ocurrencia

$q = 0,5$ Probabilidad de no ocurrencia

$P = 152$ Población

$eEs\% = 0,005$ Margen de error

$$n_0 = \frac{Z^2 \times p \times q \times P}{Z^2 \times p \times q + e^2 \times (P - 1)}$$

$$n_0 = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 \times 152}{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 + 0,005^2 \times 151}$$

$$n_0 = 109$$

Como $n_0 > 5\%$ de la población, se tiene que hacer un ajuste.

$$n' = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 + 1)}{N}}$$

$$n' = \frac{109}{1 + \frac{(109 + 1)}{152}}$$

$$N' = 64$$

Entonces la muestra estuvo conformada por 64 trabajadores administrativos del Hospital Regional, Huaura – Huacho.

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	
(X)	X.1. Percepción del Tratamiento Físico-Químico	X1.1. Eliminación de Na		
		X1.2. Filtración con arena y grava	Siempre	
		X1.3. Sedimentación	Casi Siempre	
		X2.1. Desbaste		
		X2.2. Fangos activados	A veces	
		X2.3. Camas filtrantes		
	X.2. Percepción del Tratamiento Bilógico	X2.4. filtros biológicos	Casi Nunca	
		X2.5. Sedimentación secundaria	Nunca	
		X.3. Percepción del Tratamiento mixto	X3.1. Filtración	
			X3.2. Lagunaje	Likert.
			X3.3. Humedales artificiales	
			X3.4. Desinfección	

(Y)				
REUTILIZACIÓN DEL AGUA	Y.1. Procedencia	Y.1.1. Grises	Siempre.	
		Y.1.2. Negras		
	Y.2. Uso			Casi
		Y.2.1. Depósitos contra incendios		Siempre
		Y.2.2. Cisterna de inodoros		A veces
		Y.2.3. Riego de áreas verdes		
		Y.2.4. Lavadoras adaptadas y Limpieza de superficies		Casi Nunca Nunca
			Likert.	

3.4 Instrumentos

Se empleó un cuestionario como herramienta para calibrar las opiniones sobre el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales, y de este modo se recopilaban los datos de la encuesta. Para ello se utilizó el instrumento, validado por tres profesionales. Doctores con amplia formación.

Para recabar la información sobre el tratamiento y reuso de aguas residuales, se entregó al personal administrativo del Hospital Regional de Huaura - Huacho un cuestionario de conocimientos para ser respondido individualmente. El cuestionario contenía dieciocho ítems sobre el tratamiento y reuso de aguas residuales.

Considerando los niveles de la escala de Likert:

- Buena: Representa el nivel en la escala de Siempre a Casi siempre
- Regular: Representa el nivel en la escala de A veces a Casi nunca
- Mala: Representa el nivel en la escala de Nunca

3.5 Procedimientos

Se aplicó las siguientes técnicas de procesamiento de datos:

a) Diseño de la encuesta

El instrumento de estudio fue un cuestionario de 18 preguntas con cinco respuestas posibles, clasificadas mediante una escala de Likert. El objetivo de las preguntas era conocer las opiniones sobre la reutilización y el tratamiento de las aguas residuales. El instrumento se elaboró utilizando dimensiones particulares a fin de reunir datos pertinentes y cumplir los objetivos del estudio. Percepción del tratamiento físico – químico, percepción del tratamiento biológico y percepción del tratamiento mixto (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 y 12) y procedencia y uso (13,14,15,16,17,18).

b) Validación del instrumento por una terna de expertos. Para llevar a cabo el procedimiento de validez y validar el instrumento se recurrió al juicio de expertos. Este grupo estaba formado por tres profesores experimentados con al menos un doctorado en la materia. Las 18 preguntas del instrumento de medición fueron bien recibidas por estos profesionales.

c) Calculo el grado de confiabilidad del instrumento. En este estudio, se empleó la prueba de confiabilidad de Alfa de Cronbach para evaluar la consistencia de las variables bajo investigación.

Tabla 3

Midiendo los ítems de la variable Percepción del Tratamiento de las aguas residuales

Alfa de Cronbach	Nº de elementos
0,815	12

Tabla 4

Midiendo los ítems de la variable Reutilización del agua

Alfa de Cronbach	Nº de elementos
0,841	6

d) Análisis estadístico. Los datos se procesaron con el programa estadístico SPSS 25.0, con el que se analizaron, evaluaron y discutieron los gráficos estadísticos para obtener resultados y extraer conclusiones sobre los objetivos y las hipótesis de la investigación.

3.6 Análisis de datos.

Posteriormente a la recogida de datos, estos se procesaron estadísticamente con el programa de SPSS 25.0.

3.7 Consideraciones éticas

– Validez científica

Los resultados de nuestro estudio se consideran fidedignos, ya que contamos con supervisores de investigación con formación tanto en humanidades como en ciencias. Estos especialistas nos guiaron en la creación de instrumentos fiables, que luego utilizamos con una muestra seleccionada de acuerdo con principios científicos, al tiempo que se respetaban los principios morales. La búsqueda de la validez científica se basa en los siguientes elementos:

- a) Una estrategia de investigación que tenga en cuenta el problema y la necesidad social, así como la formación de relaciones morales y respetuosas entre el investigador y los participantes, la selección meditada de las unidades de observación y la elección correcta del equipo.
- b) Suficiente fundamentación teórica sustentada en registros y datos creados de forma alineada con la matriz de operacionalización, garantizando su confiabilidad.
- c) Uso adecuado del lenguaje utilizado para comunicar el informe; tanto en el lenguaje como en el formato, el informe debe apoyar los ideales científicos y representar fielmente el proceso de estudio.
- d) Los factores analizados y la realidad psicológica, cultural o social de las unidades de observación estudiadas deben ser altamente concordantes.

– Selección adecuada de las unidades de observación

La selección de los sujetos del estudio fue una muestra representativa. La selección adecuada de la unidad de observación fue de 152 trabajadores administrativos del Hospital Regional, Huaura – Huacho, se trabajó con un margen de error de 5%. y considera que todos ellos pueden beneficiarse positivamente del resultado de la investigación.

– **Consentimiento informado**

El objetivo del consentimiento informado es garantizar que las unidades de observación que participen en la investigación propuesta contribuyan con su conocimiento de manera voluntaria. El consentimiento informado se justifica por la necesidad de respetar a las personas y sus decisiones autónomas. Se reconoce el valor intrínseco de cada individuo debido a su capacidad para elegir, modificar y seguir su propio plan de vida.

3.8 Métodos de análisis de datos

La evaluación de los datos y la información se llevó a cabo mediante el uso de la estadística descriptiva, utilizando tablas y gráficos para facilitar la visualización de los resultados obtenidos.

En el proceso de correlación de los datos estadísticos en este tipo de análisis, se comenzó aplicando el estudio de las relaciones entre las dos variables mediante el análisis clásico de tablas. A continuación, se llevó a cabo un cálculo alternativo de la información de la tabla, que condujo al razonamiento subyacente de los modelos log-lineales. El mismo procedimiento se llevó a cabo para los objetivos específicos.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo por dimensiones

Tabla 5

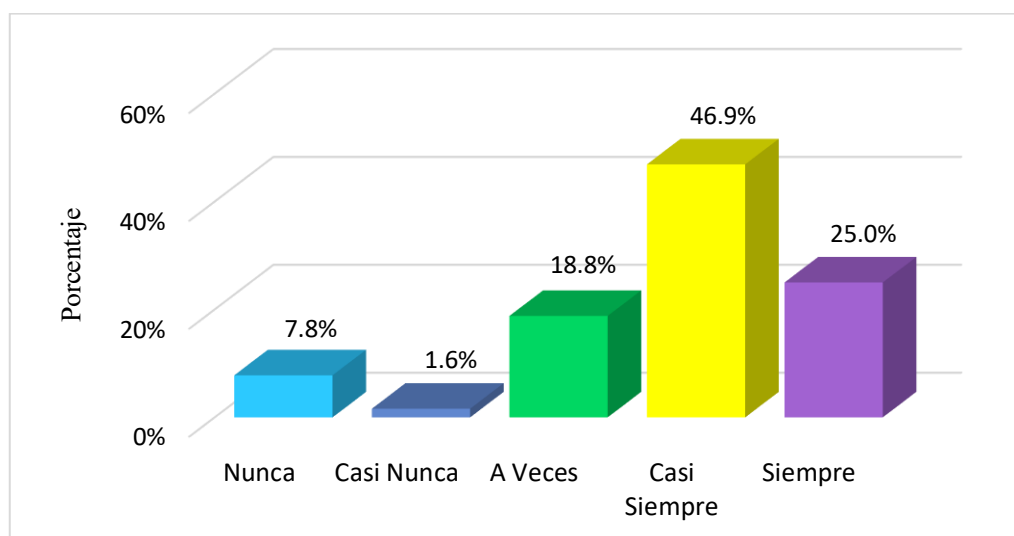
Percepción del Tratamiento Físico-Químico

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	5	7,8	7,8	7,8
	Casi Nunca	1	1,6	1,6	9,4
	A Veces	12	18,8	18,8	28,1
	Casi Siempre	30	46,9	46,9	75,0
	Siempre	16	25,0	25,0	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Figura 1

Percepción del Tratamiento Físico - Químico

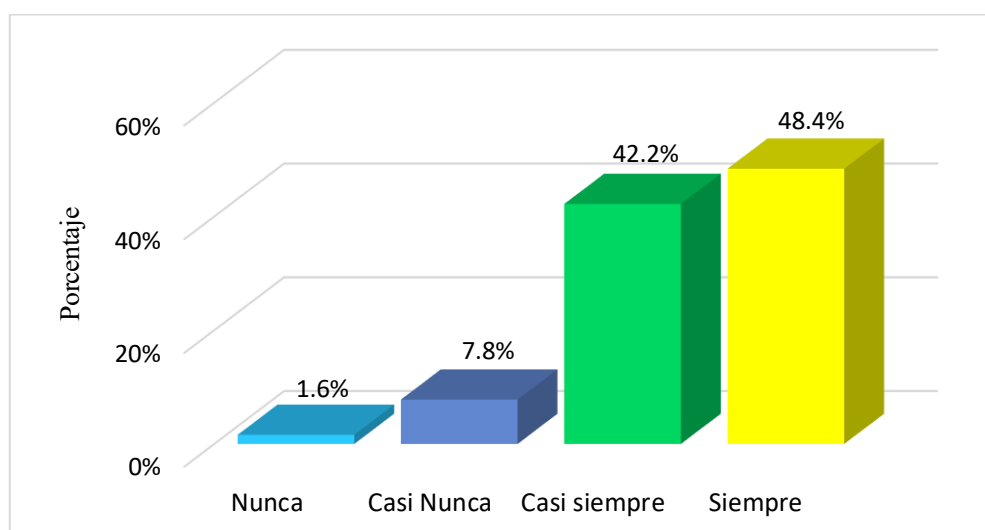


Nota. se muestran los resultados de las encuestas realizadas al 100%, de ello el 7,81% de los encuestados manifestaron que nunca ha existido percepción del tratamiento físico-químico en tratamientos de aguas residuales, el 1,56% casi nunca; el 18,75% a veces, el 46,88% casi siempre y el 25,00% de los encuestados manifestaron que siempre ha existido percepción del tratamiento físico-químico para el tratamiento de las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Tabla 6*Percepción del Tratamiento Biológico*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	1,6	1,6	1,6
	Casi Nunca	5	7,8	7,8	9,4
	Casi siempre	27	42,2	42,2	51,6
	Siempre	31	48,4	48,4	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Fuente: Propia

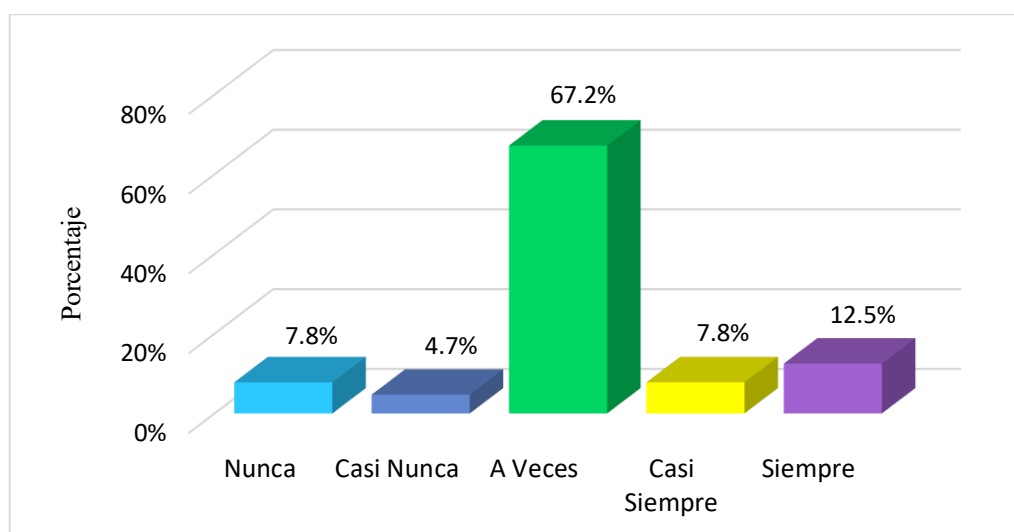
Figura 2*Percepción del Tratamiento Biológico*

Nota. Se muestran los resultados de las encuestas completadas al 100%. De los encuestados, el 1,56% manifestó que nunca se ha percibido el tratamiento biológico como medio de tratamiento de las aguas residuales, el 7,81% manifestó que casi nunca, el 42,19% manifestó que casi siempre se ha percibido como tal y el 48,44% manifestó que siempre se ha percibido como tal para el tratamiento de las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019.

Tabla 7*Percepción del Tratamiento Mixto*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	5	7,8	7,8	7,8
	Casi Nunca	3	4,7	4,7	12,5
	A Veces	43	67,2	67,2	79,7
	Casi Siempre	5	7,8	7,8	87,5
	Siempre	8	12,5	12,5	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

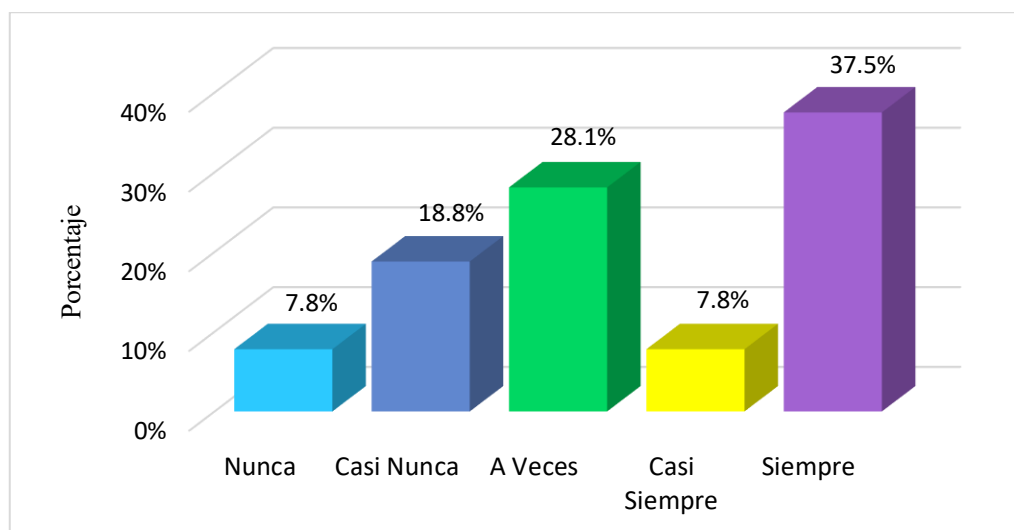
Fuente: Propia

Figura 3*Percepción del Tratamiento mixto*

Nota. se muestran los resultados de las encuestas realizadas al 100%, de ello el 7,81% de los encuestados manifestaron que nunca ha existido percepción del tratamiento mixto en el tratamiento de aguas residuales, el 4,69% casi nunca; el 67,19% a veces; el 7,81% casi siempre y el 12,50% de los encuestados manifestaron que siempre ha existido percepción del tratamiento mixto para el tratamiento de las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Tabla 8*Procedencia*

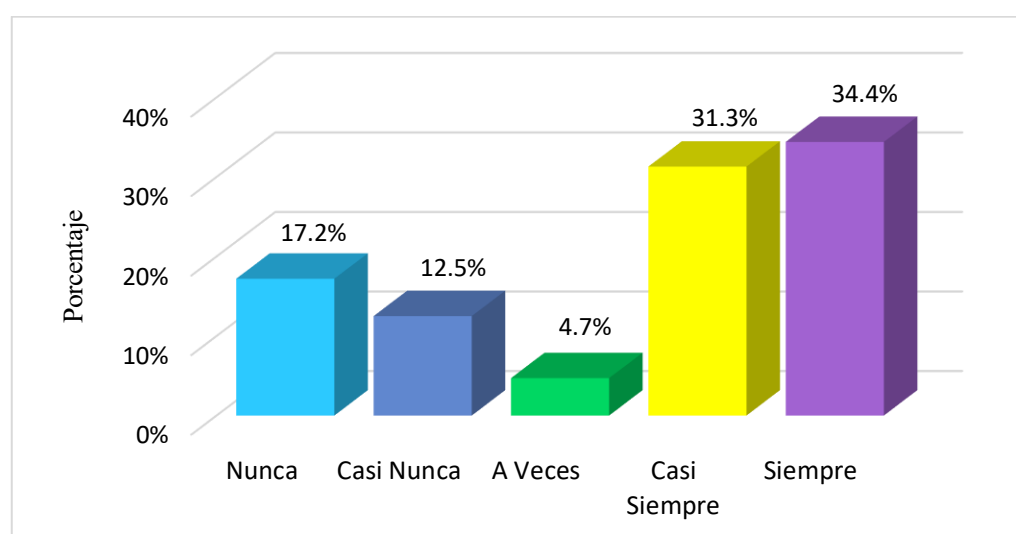
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	5	7,8	7,8	7,8
	Casi Nunca	12	18,8	18,8	26,6
	A Veces	18	28,1	28,1	54,7
	Casi Siempre	5	7,8	7,8	62,5
	Siempre	24	37,5	37,5	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Fuente: Propia**Figura 4***Procedencia*

Nota. Estos son los resultados de las encuestas que se completaron con un índice de respuesta del 100%: El 7,81% dijo que nunca se ha informado sobre el origen de las aguas residuales, el 18,75% dijo que casi nunca, el 28,13% dijo que ocasionalmente, el 7,81% dijo que casi siempre y el 37,50% dijo que siempre se ha sabido de dónde provienen las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho, en el 2019.

Tabla 9*Uso*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	11	17,2	17,2	17,2
	Casi Nunca	8	12,5	12,5	29,7
	A Veces	3	4,7	4,7	34,4
	Casi Siempre	20	31,3	31,3	65,6
	Siempre	22	34,4	34,4	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Fuente: Propia**Figura 5***Uso*

Nota. Del total de encuestados que diligenciaron las encuestas, el 100% manifestó que nunca le informaron sobre el uso previsto de las aguas residuales, el 12,50% manifestó que casi nunca, el 4,69% manifestó que algunas veces, el 31,25% manifestó que casi siempre y el 34,38% manifestó que siempre le informaron sobre el uso previsto de las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019, si estas aguas residuales fueran tratadas.

Frecuencia de Respuesta de los Encuestados

Tabla 10

Percepción del tratamiento físico-químico

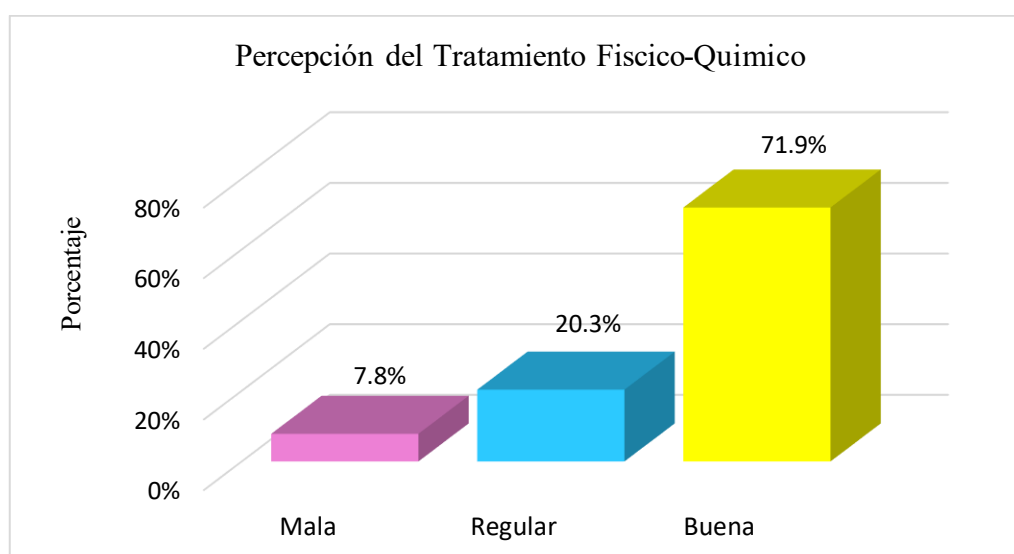
Percepción del Tratamiento Físico-Químico

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	5	7,8	7,8	7,8
	Regular	13	20,3	20,3	28,1
	Buena	46	71,9	71,9	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Nota. se aprecia la frecuencia de respuestas por parte de los encuestados para determinar cómo perciben el tratamiento físico-químico de las aguas residuales en el Hospital Regional Huaura, Huacho.

Figura 6

Percepción del Tratamiento Físico-Químico



Nota. De acuerdo a los resultados de las encuestas, que fueron completadas con un 100% de respuesta, el 7,81% de los encuestados manifestó tener una opinión negativa del tratamiento físico-químico utilizado para el tratamiento de las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019, el 20,3% manifestó que es regular y el 71,88% manifestó que es percibido positivamente.

Tabla 11

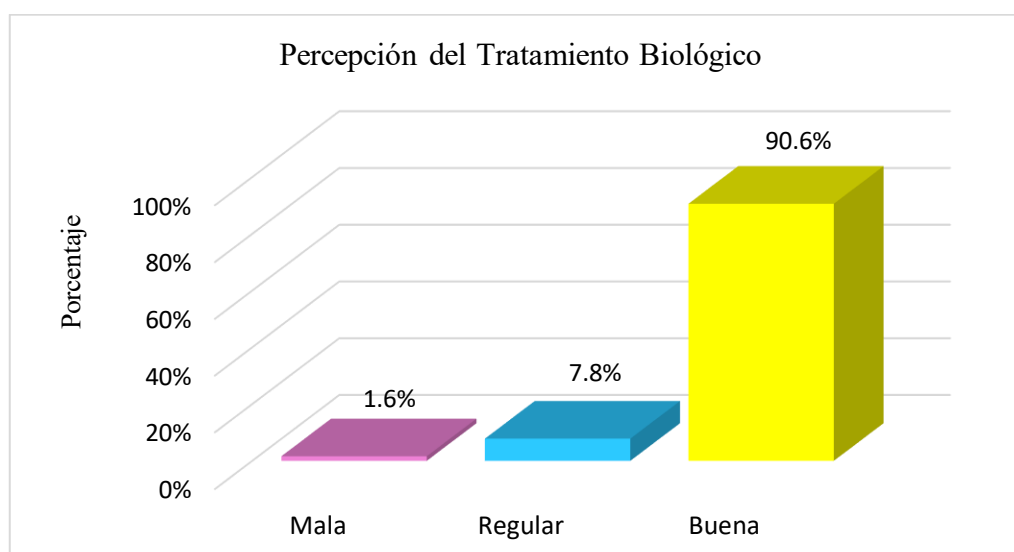
Percepción del Tratamiento Biológico

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	1	1,6	1,6	1,6
	Regular	5	7,8	7,8	9,4
	Buena	58	90,6	90,6	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Nota. se aprecia la frecuencia de respuestas por parte de los encuestados para determinar cuál es su percepción del tratamiento biológico de las aguas residuales en el Hospital Regional Huaura, Huacho.

Figura 7

Percepción del Tratamiento Biológico



Nota. Se muestran los resultados de la encuesta, que se completó con una tasa de respuesta del 100%. De los encuestados, el 1,56% dijo que el tratamiento biológico había sido percibido negativamente en el tratamiento de aguas residuales, el 7,81% dijo que había sido utilizado regularmente y el 90,63% dijo que había sido percibido positivamente en el tratamiento de aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019.

Tabla 12

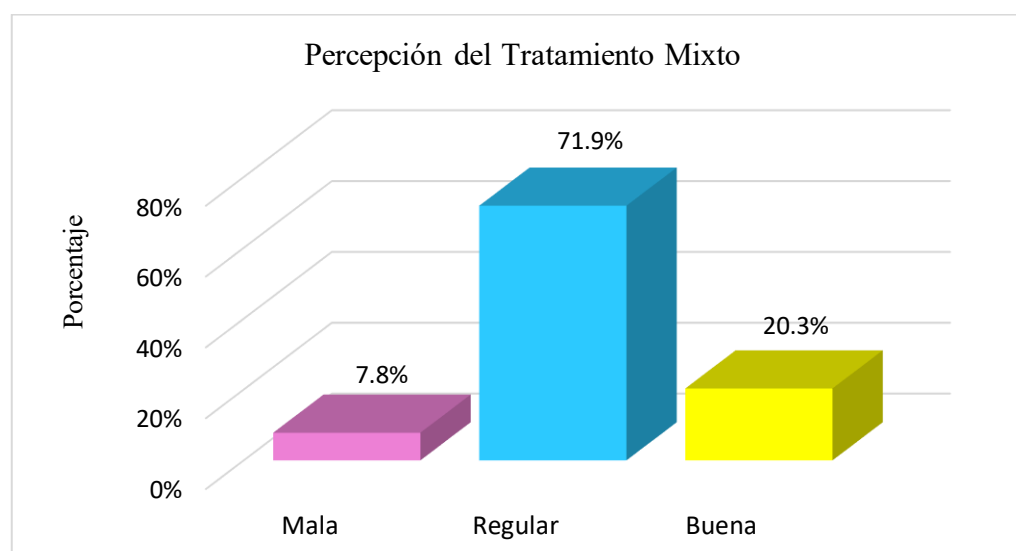
Percepción del Tratamiento mixto

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	5	7,8	7,8	7,8
	Regular	46	71,9	71,9	79,7
	Buena	13	20,3	20,3	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Nota. se aprecia la frecuencia de respuestas por parte de los encuestados para determinar cuál es su percepción del tratamiento mixto de las aguas residuales en el Hospital Regional Huaura, Huacho.

Figura 8

Percepción del Tratamiento mixto



Nota. De acuerdo a los resultados de las encuestas, que fueron respondidas en un 100%, el 7,81% de los encuestados manifestó que el tratamiento mixto utilizado para tratar las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho, fue percibido negativamente, el 71,88% manifestó que fue percibido regular y el 20,31% manifestó que fue percibido positivamente.

Tabla 13

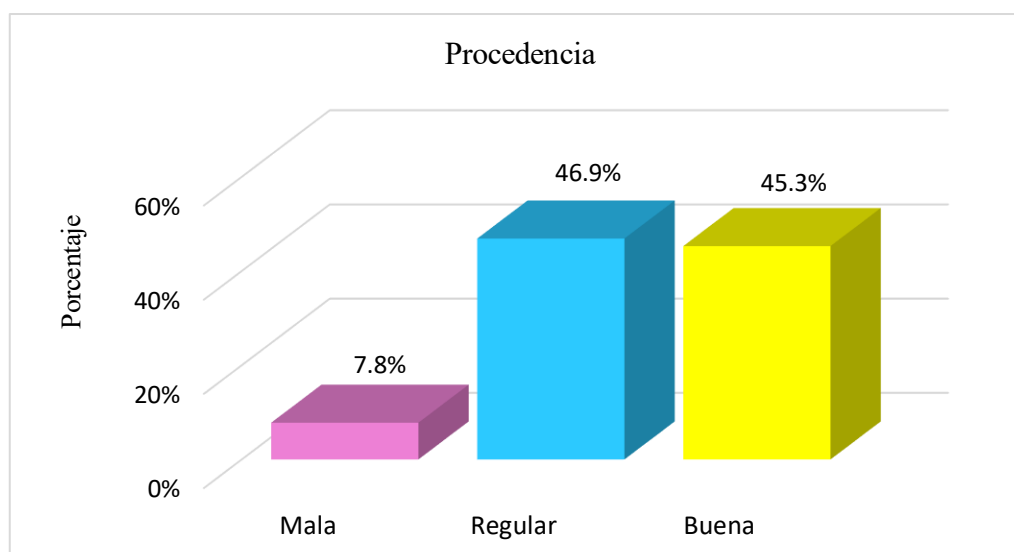
Procedencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	5	7,8	7,8	7,8
	Regular	30	46,9	46,9	54,7
	Buena	29	45,3	45,3	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Nota. se aprecia la frecuencia de respuestas por parte de los encuestados para determinar cómo perciben la procedencia de las aguas residuales en el Hospital Regional Huaura, Huacho.

Figura 9

Procedencia



Nota. Según los resultados de la encuesta al 100%, el 7,81% de los participantes manifestó no saber nada sobre el origen de las aguas residuales, el 46,88% manifestó saber

regular y el 45,31% manifestó saber mucho sobre el origen de las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019.

Tabla 14

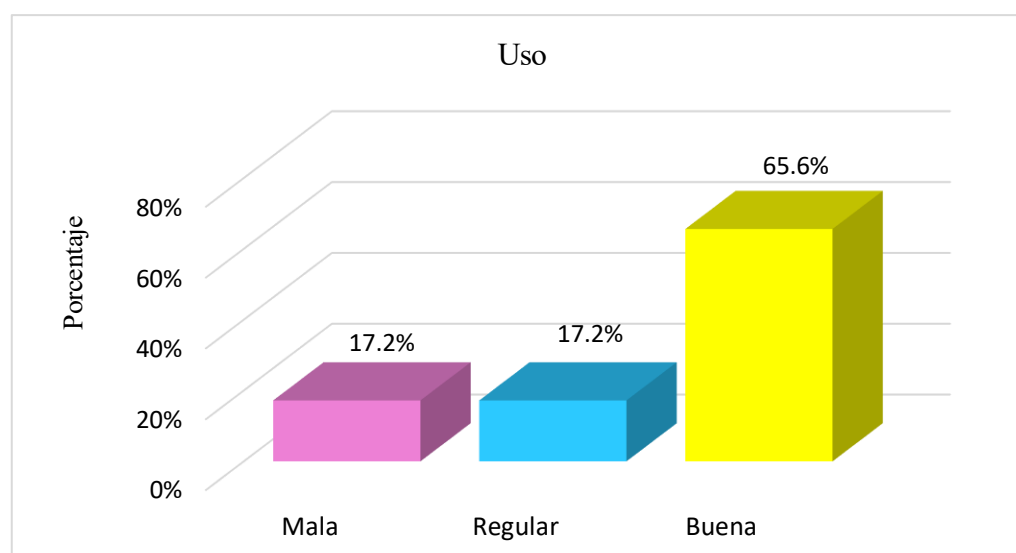
Uso

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	11	17,2	17,2	17,2
	Regular	11	17,2	17,2	34,4
	Buena	42	65,6	65,6	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Nota. se aprecia la frecuencia de respuestas por parte de los encuestados para determinar cómo perciben el uso que se daría a las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho, si éstas fueran tratadas.

Figura 10

Uso



Nota. Se muestran los resultados del 100% de las encuestas. De los encuestados, el 17,19% dijo que no había información disponible sobre el uso que se le daría a las aguas residuales, el 17,19% dijo que se le daría un uso regular, y el 65,63% dijo que había buena

información disponible sobre las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019 que se utilizarían si fueran tratadas.

Percepción de Subgrupos de Encuestados

Tabla 15

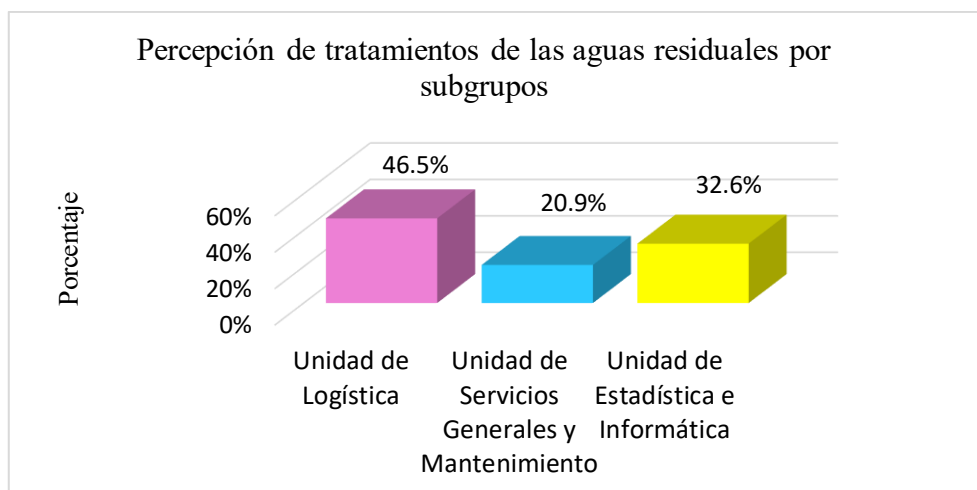
Percepción de tratamientos de las aguas residuales por subgrupos

	Frecuencia	Porcentaje	Nivel de percepción	Porcentaje
Unidad de Logística	20	31,6	20	46,5
Unidad de Servicios Generales y Mantenimiento	23	35,9	9	20,9
Unidad de Estadística e Informática	21	32,8	14	32,6
Valido total	64	100,0	43	100,0

Nota. se aprecia la frecuencia de respuestas parte de los encuestados por subgrupos para determinar cómo perciben el tratamiento de las aguas residuales en el Hospital Regional Huaura, Huacho.

Figura 11

Percepción de tratamientos de las aguas residuales por subgrupos



Nota. La unidad de logística del hospital regional Huaura-Huacho, con un (46,5%) del subgrupo, la unidad de servicios generales y mantenimiento (20,9%) y la unidad de estadística e informática (32,6%) tienen una percepción positiva del tratamiento de las aguas residuales, según la encuesta realizada.

Tabla 16

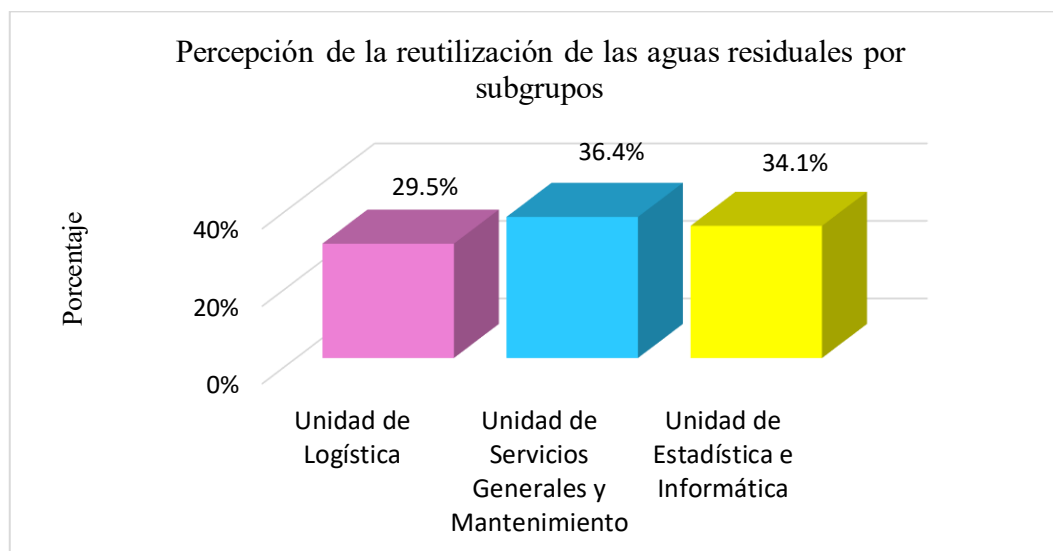
Percepción de la reutilización de las aguas residuales por subgrupos

	Frecuencia	Porcentaje	Nivel de percepcion	Porcentaje
Unidad de Logística	20	31,6	13	29,5
Unidad de Servicios Generales y Mantenimiento	23	35,9	16	36,4
Unidad de Estadística e Informática	21	32,8	15	34,1
Valido total	64	100,0	44	100,0

Nota. Se aprecia la frecuencia de respuestas por parte de los encuestados por subgrupos para determinar cómo perciben la reutilización de las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho.

Figura 12

Percepción de la reutilización de las aguas residuales por subgrupos



Nota. En base a los resultados de la encuesta, se evidencia que la unidad de servicios generales y mantenimiento del hospital regional Huaura-Huacho, con un 36,4% del subgrupo,

la unidad de estadística e informática con un 34,1% y la unidad de logística con un 29,5%, tienen una percepción positiva de la reutilización de aguas residuales.

4.2 Contratación de hipótesis

Hipótesis general

H₀: La percepción del tratamiento de las aguas residuales no se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

H_a: La percepción del tratamiento de las aguas residuales se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Para la comprobación de hipótesis se asume un valor estadístico de prueba de 5 %.

Sí: P-valor > 0,05 se acepta H₀

P-valor < 0,05 se acepta H_a

En la Tabla 17 se aprecia la prueba de hipótesis de tratamiento de las aguas residuales y la reutilización de las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho. Permitiéndonos examinar las diferencias entre variables categóricas en la misma población.

Tabla 17

Prueba de hipótesis percepción del tratamiento de las aguas residuales y reutilización en el Hospital regional Huaura, Huacho

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	181.474	126	0.001
Razón de verosimilitud	130.844	126	0.366
Asociación lineal por lineal	0.058	1	0.81
N de casos válidos	64		

Nota. observamos un Sig. = 0,001, (menor a 0,05), la cual se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna, indicando que la percepción del tratamiento de las aguas residuales

se relaciona con la reutilización para los trabajadores administrativos del Hospital Regional Huaura, Huacho. Siendo una variable categórica se confirma una asociación directa entre variables.

Hipótesis específica 1

H₀: La percepción del tratamiento físico – químico no se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

H_a: La percepción del tratamiento físico – químico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Para la comprobación de hipótesis se asume un valor estadístico de prueba de 5 %.

Sí: $P\text{-valor} > 0,05$ se acepta H_0

$P\text{-valor} < 0,05$ se acepta H_a

En la Tabla 18 se aprecia la prueba de hipótesis del tratamiento físico-químico y la reutilización de las aguas residuales en el Hospital Regional Huaura, Huacho.

Tabla 18

Prueba de hipótesis percepción del tratamiento físico – químico y la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho.

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	91.266	63	0.011
Razón de verosimilitud	85.818	63	0.03
Asociación lineal por lineal	0.001	1	0.981
N de casos válidos	64		

Nota. observamos un Sig. = 0,011, (menor a 0,05), la cual se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, indicando que la percepción del tratamiento físico – químico guarda relación con la reutilización para los trabajadores administrativos del Hospital Regional Huaura, Huacho. Siendo una variable categórica se confirma una asociación directa entre variables.

Hipótesis específica 2

Ho: La percepción del tratamiento biológico no se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Ha: La percepción del tratamiento biológico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Para la comprobación de hipótesis se asume un valor estadístico de prueba de 5 %.

Sí: P-valor > 0,05 se acepta H_0

P-valor < 0,05 se acepta H_a

En la tabla 19 se aprecia la prueba de hipótesis del tratamiento biológico y la reutilización de las aguas residuales en el Hospital Regional Huaura, Huacho.

Tabla 19

Prueba de hipótesis percepción del tratamiento del tratamiento biológico y la reutilización en el Hospital regional Huaura, Huacho

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	100.854	72	0.014
Razón de verosimilitud	87.1	72	0.109
Asociación lineal por lineal	0.218	1	0.641
N de casos válidos	64		

Nota. observamos un Sig. = 0,000, (menor a 0,05), rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna, aseverando que la percepción del tratamiento mixto se relaciona con la reutilización para los trabajadores administrativos del Hospital Regional Huaura, Huacho. Tratándose de variables categóricas se afirma una asociación directa entre las variables estudiadas.

Hipótesis específica 3

H₀: La percepción del tratamiento mixto no se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

H_a: La percepción del tratamiento mixto se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Para la comprobación de hipótesis se asume un valor estadístico de prueba de 5 %.

Sí: P-valor > 0,05 se acepta H₀

P-valor < 0,05 se acepta H_a

En la tabla 20 se aprecia la prueba de hipótesis del tratamiento mixto y la reutilización de las aguas residuales en el Hospital Regional Huaura, Huacho.

Tabla 20

Prueba de hipótesis percepción del tratamiento del tratamiento mixto y la reutilización en el Hospital regional Huaura, Huacho

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	71.075	54	0
Razón de verosimilitud	63.852	54	0.169
Asociación lineal por lineal	0.005	1	0.941
N de casos válidos	64		

Nota. Se observa un Sig. = 0,000, (menor a 0,05), la cual rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, indicando que la percepción del tratamiento mixto guarda relación con la reutilización para los trabajadores administrativos del Hospital Regional Huaura, Huacho. Siendo una variable categórica se confirma una asociación directa entre variables.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta sección toma en cuenta los resultados de las siguientes teorías:

El personal administrativo del Hospital Regional de Huaura considera que el tratamiento de las aguas residuales está relacionado con la reutilización, lo que concuerda con la hipótesis general. Se apoya la hipótesis alternativa y, en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula. Sig. = 0,001 indica una relación sustancial, y estos resultados concuerdan con los de Pariona (2021). El Centro de Salud de la Picota produce aguas residuales, y el plan pone de manifiesto la urgencia de establecer un sistema de tratamiento que garantice la pureza de las aguas residuales. Los resultados indican que debe ponerse en marcha un proceso de fangos activados multietapa que comprenda la recogida, el cribado, el desarenado, el reactor biológico secuencial UASB y la sedimentación secundaria.

Este proceso consigue una superficie asequible y accesible con un 85% menos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y sólo requiere un funcionamiento y mantenimiento adecuados. Esta tasa de eliminación satisface las actuales limitaciones máximas permitidas para el vertido de aguas residuales. Además, este enfoque mejora la sostenibilidad medioambiental y disminuye el riesgo para la salud pública al reducir el nivel de toxinas en el efluente del Centro de Salud de la Picota.

Esto conduce al rechazo de la hipótesis nula y aceptación de la alternativa en relación a la primera hipótesis específica, la cual demuestra que el personal administrativo del Hospital Regional de Huaura tiene un sentimiento de reutilización relacionado con el tratamiento físico-química. Con un nivel de significación de 0,011, este resultado se asocia con la investigación de Cáceres del año 2021, donde llega a la conclusión que, a excepción del pH, que se encuentra dentro del rango con relación a los elementos fisicoquímicos, los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no cumplen con la normatividad vigente, es decir, superan el límite máximo permisible establecido en el D. S. N°. 003-2010-MINAM del Ministerio del Ambiente. Esta

conclusión se basa en los resultados de los diversos parámetros examinados y en el análisis estadístico realizado en este estudio.

Rechazada la hipótesis nula, el resultado de nuestra segunda hipótesis específica apoya la aprobación de la hipótesis alternativa, la cual afirma que el personal administrativo del Hospital Regional de Huaura valora el tratamiento biológico en relación con la reutilización. Estos resultados, que muestran una relación significativa con una Sig. = 0,014, son similares a los del estudio de Córdova et al. (2018), quienes encontraron que las propiedades de las aguas residuales provenientes del Hospital Andino y del Hospital General Puyo aportan valiosos conocimientos para su gestión y tienen un impacto en el medio ambiente. Estos líquidos añaden una variedad de compuestos químicos y biológicos, como desinfectantes, heces, secreciones de pacientes, medicamentos contra el cáncer y antibióticos.

En conclusión, el resultado de nuestra tercera hipótesis específica indica que la reutilización para el tratamiento mixto vinculada al Hospital Regional de Huaura; rechaza la hipótesis nula y se apoya la hipótesis alternativa. Estos resultados concuerdan con la investigación de Muñoz (2014) que muestra que el proceso Fenton es un soporte eficaz para el tratamiento de aguas residuales hospitalarias (Sig. = 0,000, que muestra una asociación sustancial). Con el fin de producir efluentes no tóxicos y garantizar la desinfección de las aguas residuales después del tratamiento, se logra una estricta eliminación de los componentes fenólicos y una reducción del 70% de la demanda química de oxígeno (DQO) en las condiciones de trabajo (70-90 °C, H₂O₂ estequiométrico y 25 mgL⁻¹ Fe³⁺).

VI. CONCLUSIONES

- La Tabla 10 y la Figura 6 muestran que los resultados de todas las encuestas son percibidos, ya que el 71,88% de los encuestados afirma que siempre ha tenido una opinión positiva del tratamiento físico-químico en el Hospital Regional Huaura, Huacho, para tratar las aguas residuales.
- El tratamiento biológico para tratar las aguas residuales en el Hospital Regional Huaura, Huacho, ha obtenido siempre una opinión positiva por parte del 90,63% de los encuestados. La Tabla 11 y la Figura 7 presentan los resultados de las encuestas realizadas al 100% de los encuestados.
- Los resultados de las encuestas al 100% se muestran en la Tabla 12 y la Figura 8, donde el 20,31% de los encuestados manifestó tener siempre una opinión favorable del tratamiento combinado utilizado para tratar las aguas residuales en el Hospital Regional de Huaura en Huacho.
- El 45,31% de los participantes manifestó haber obtenido información satisfactoria respecto a la procedencia de las aguas residuales del Hospital Regional de Huaura, Huacho en el año 2019, tal como se muestra en la Tabla 13 y Figura 9, donde se muestran los resultados de los cuestionarios realizados al 100%.
- Finalmente, los resultados de los cuestionarios realizados al 100% se muestran en la Tabla 14 y la Figura 10, donde se aprecia que el 65,63% de los participantes manifestó haber obtenido información adecuada sobre el uso que se le dará a las aguas residuales del Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019 en caso de que deban ser tratadas.

VII. RECOMENDACIONES

- Se aconseja emplear un mayor tamaño de muestra, estandarizar e implementar ciertos estándares de las variables en los hospitales públicos y realizar un futuro estudio con el personal del Hospital Regional de Huaura Huacho sobre la perspectiva del tratamiento de las aguas residuales y su relación con el reuso.
- El científico deberá identificar otras variables relacionadas con la percepción del manejo y reuso de aguas residuales en beneficio de los habitantes de Huaura Huacho y de la nación en su conjunto. Esto apoyará la obtención de mejores servicios, el manejo adecuado de las aguas residuales y que el hospital de Huacho reutilice el agua tratada.
- Se recomienda que el director del hospital regional permita el uso de herramientas de medición con el fin de recoger datos precisos de medición para el análisis de los elementos que inciden en la impresión del personal del hospital regional de Huaura-Huacho sobre el tratamiento y reuso de las aguas residuales.
- Se recomienda que los habitantes de Huaura-Huacho sean mejor informados por el Ministerio del Ambiente para que tomen decisiones acertadas como Usuarios. La implementación de sistemas de tratamiento y el desarrollo de una buena gestión de los recursos hídricos están supeditados a un programa educativo sobre el tratamiento de aguas residuales, su reutilización y las ventajas que reporta.
- Para que se tomen decisiones en los distintos niveles estatales, se aconseja que las universidades produzcan datos científicos sobre los factores de investigación. Las instituciones que se ocupan del agua potable, los servicios de saneamiento y los recursos hídricos también deberían considerar estos proyectos de investigación, al igual que otros sectores, incluido el económico. En última instancia, para que todos contribuyan eficazmente a la sociedad y al Estado, deberían estos temas ser elevados a puestos de

autoridad dentro del poder ejecutivo, el gobierno local, el sector productivo y la política estatal.

- Instar al hospital regional de Huaura, Huacho, a instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales y a reutilizar sus aguas hospitalarias tratadas para lavado de superficies como lugares de trabajo, almacenes y espacios verdes, además de para limpieza y riego. Para ambas dificultades es necesario un buen control de la calidad y una adecuada desinfección de las aguas residuales hospitalarias. En cuanto al objetivo 6 (Agua Limpia y Saneamiento), que aboga por el abastecimiento de agua, la gestión sostenible y el acceso universal al saneamiento, la investigación debería ayudar al gobierno peruano a cumplir con sus obligaciones en el marco de la Agenda 2030, la agenda de desarrollo sostenible de la ONU. Los objetivos del objetivo 6 que se relacionan con esta investigación es el siguiente: 6.1. Garantizar la accesibilidad justa y económica de la comunidad.

VIII. REFERENCIAS

- Aguilar, S. (2018). *Caracterización de aguas residuales hospitalarias. Programa de Especialización en Gestión Ambiental*. Universidad Libre Colombia.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/19207/CD%20EGA%202018%200004.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Aleman, J. (2020). Tratamiento físico-químico compacto de aguas residuales industriales.
<https://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/9137-Tratamiento-fisico-quimico-compacto-de-aguas-residuales-industriales.html>.
- Arnabat. (2020). Instalaciones contra incendios: tipos de tuberías y materiales.
<https://www.caloryfrio.com/sanitarios/tuberias-accesorios/instalaciones-contra-incendios-tipos-tuberias-materiales.html>.
- Asepsia. (2017). *Aplicación del ozono para el tratamiento de aguas residuales hospitalarias*.
<https://www.mizono.es/aguas-residuales-hospitalarias/>.
- Asociación Española de Desalación y Reutilización (02 de Febrero de 2019). *¿Qué es la reutilización de agua?* <https://aedyr.com/que-es-reutilizacion-agua/>.
- Azabache, Y., Rojas, K., Stánler, I., Rodríguez, R. & Quispe, B.. (2020). Propuesta de un sistema hidráulico de reutilización de las aguas grises que disminuiría el consumo de agua potable en viviendas familiares. *Revista de Investigación Científica*, 17(2).
<https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/163/0>.
- Barrera Peña, M. (2021). *Diseño preliminar de una planta de tratamiento de aguas residuales PTAR en el municipio de Nuevo Colón Boyacá. Colón Boyacá*. Universidad La Salle.
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1967&context=ing_civil.
- Belzona Inc. (2019). *Tratamiento de aguas residuales*. (1era ed.).
https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf.
- Bermejo, D. (2018). *Reutilización de aguas residuales domésticas. Estudio y comparativa de tipologías edificatorias: depuradoras naturales como alternativa*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Alicante.

- Bosstech. (2020). *Diferencia y tratamiento de aguas grises y negras*. 2020.
<https://bosstech.pe/diferencia-y-tratamiento-de-aguas-grises-y-negras/> .
- Buitrón, G. Sánchez C & Carrera, J. (2018). *Manual técnico sobre tecnologías biológicas aerobias aplicadas al tratamiento de aguas residuales industriales*.
<https://www.cytcd.org/es/biblioteca/manual-tecnico-sobre-tecnologias-biologicas-aerobias-aplicadas-al-tratamiento-de-aguas>.
- Cabotecnia. (13 de octubre de 2021). Significado de los sólidos disueltos totales en agua (TDS).
- Cáceres, Y. L. & Martos, V. E. (2021). *Caracterización del agua residual de la posta de salud "Samana Cruz"*. [Tesis de grado]. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/2430/TESISpdf?sequence=1&isAllowed=y> .
- Carbotecnia. (9 de Febrero de 2023). *Desinfección*.
<https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/desinfeccion/metodos-para-desinfeccion-del-agua/> . 2024 de Mayo de 02.
- Castillo Joya, L. (2020). Filtro biológico de la UNAL captaría los olores contaminantes de aguas residuales. <https://periodico.unal.edu.co/articulos/filtro-biologico-de-la-unal-captaria-los-olores-contaminantes-de-aguas-residuales/>.
- Cedrón, O. & Cribilleros, A. (2017). *Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3561> .
- Cepeda, S. (2018). Caracterización de aguas residuales hospitalarias. *Revisat Unilibre*, 2018(2), 37-42. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ambiental/article/view/5793>.
- Cevallos, M. A. & Manoto, J. S.[2019]. *Línea base para la propuesta técnica del mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del Hospital básico de la parroquia Shell*. [Tesis de grado]. Escuela Politécnica Nacional.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20493/1/CD%209985.pdf> .
- Chávez, I.G. (2019). Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de Aguas residuales. *Dominio de las Ciencias*, 3(1), 536-560.

- Chiroles, Gonzales &. (2010). El aprovechamiento de aguas residuales en la agricultura. *Cubana Salud Pública*, 37(11).
- Clair, N., Sawyer Perry L., McCarty, Gene F. Parkin. (2020). *Química para Ingeniería Ambiental*.
- Comas, V. (2012). *¿A qué usos se destinan las aguas residuales?*
<https://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/100020-A-que-usos-se-destina-la-reutilizacion-de-aguas-residuales.html> .
- Condorchem Envitech. (02 de Mayo de 2024). *Tratamiento biológico de aguas residuales*. s.f.. [https://condorchem.com/es/blog/tratamiento-biologico-de-aguas-residuales/..](https://condorchem.com/es/blog/tratamiento-biologico-de-aguas-residuales/)
- Contyquim. (27 de Marzo de 2019). *Tratamiento fisicoquímico para aguas residuales*.
<https://contyquim.com/blog/tratamiento-fisicoquimico-para-aguas-residuales>.
- Córdova, S. & Escudero, M. (2018). *Evaluación de patógenos de aguas residuales de 2 unidades hospitalarias de la Coordinación Zonal 3*. [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/8931>.
- Córdova Mendoza, P., Córdova-Barrios, I., Barrios-Mendoza, T. & Navarrete-Velarde, R. (2021). Tratamiento de aguas residuales domesticas mediante reactor anaerobio para la reutilización del efluente en cultivos agrícola. *ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5(4), 237 – 249.
<http://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v5n14/2664-0902-arca-5-14-237.pdf>.
- Córdova, S.N. & Escudero, M.V. (2018). *Evaluación de patógenos de aguas residuales de 2 unidades hospitalarias de la coordinación zonal 3 – salud*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/8931/1/236T0331.pdf>.
- Dautant, R. (2019). *Uso seguro del agua para el rehusó*. https://climatesmartwater.org/wp-content/uploads/sites/2/2018/09/AIDIS-Uso_seguro_del_agua_26_sep.pdf.
- Díaz Cuenca, E., Alvarado-Granados, A. & Camacho-Calzada, K. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San

Miguel. México. *Quivera*, 14(1), 78-97.

<https://www.redalyc.org/pdf/401/40123894005.pdf>.

Espinal, C.D. y Ocampo y Rojas, J. (2023). *Construcción de un prototipo para el sistema de reciclaje de aguas grises en el hogar*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira].

Fabregas, J. (10 de julio de 2023). *Sistemas con reactores aeróbicos para tratar aguas residuales..* <https://sigmadafclarifiers.com/aguas-residuales-de-matadero/>

Ferreira, A. (2017). Distribución de esteroides estrogénicos en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. *Acta toxicológica argentina*, 25(3), 80-90.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-37432017000300002 .

Fibras y Normas de Colombia, S.A.S (2018). Aguas grises: Definición y tratamiento.

<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/aguas-grises-definicion-y-tratamiento/>.

Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (21 de Febrero de 2018). *Estas son las etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales.*

<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/etapas-del-proceso-tratamiento-aguas-residuales/>.

Flowen. (s.f.). Tratamiento de aguas residuales en hospitales.

<https://flowen.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales-en-hospitales/#:~:text=el%20ozono%20y%20la%20luz,compuestos%20qu%C3%ADMICOS%20resistente%20a%20tratamientos>.

Flowen. (6 de agosto de 2020). Turbidez en el agua.

García Zumbado, U. (2019). *Propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales para el Hospital Psiquiátrico Roberto Chacón Paut, La Unión, Cartago, Costa Rica.*

[Trabajo de grado, Universidad Nacional de Costa Rica].

<https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/18144>.

Gutiérrez. (2003). *¿Qué es la reutilización de agua?* AEDyR. <https://aedyr.com/que-es-reutilizacion-agua/>.

Instituto Nacional de Salud [INS]. (07 de noviembre de 2022). Salud, Instituto Nacional.

- Lander. (22 de abril de 2024). Sumar dice que su objetivo "primordial" era tener escaño y apela a los votantes de Podemos.
- Legionella. (17 de Mayo de 2019). Color del agua, parámetro indicador de calidad.
- León Suematsu, G. (12 de setiembre de 2017). Uso de aguas residuales; Acuicultura; Lagunas de estabilización. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3499555>.
- Mannise, R. (27 de setiembre de 2023). Reutilizar El Agua De La Lavadora AHORRA Miles De Litros. <https://ecocosas.com/eco-ideas/reutilizar-el-agua-de-la-lavadora/>.
- Maquinaria Arístegui. (18 de Octubre de 2016). Como funciona una red de abastecimiento de agua potable. <https://www.aristegui.info/como-funciona-una-red-de-abastecimiento-de-agua-potable/>.
- Martínez Solis, F. (2020). *Gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales en dos hospitales de la Región Callao*. [Tesis de grado]. Universidad César Vallejo..
- Medina. (2024). *Como se consigue separar la sal del agua*. USA. <https://www.lenntech.es/desalacion/desalacion.htm>.
- Meléndez, J.A. y M.M. Lemos. (2019). Reutilización de aguas grises domésticas para el uso eficiente del recurso hídrico: aceptación social y análisis financiero. Un caso en Portugal. *UIS Ingeniería* (2019)18, 223-236.
- Millán, F., Prato, J.G. y García, M. (2018). Caracterización de materiales litológicos oxídicos de carga variable para estudios de adsorción iónica”. Publicación in Extensu Memorias XIX Congreso de la Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo, Instituto Nacional.» *Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia*, 41(1).
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, [OEFA]. (2022). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Perú, Ministerio del Ambiente.
- Organización Panamericana de la Salud (31 de mayo de 2022). *Saneamiento básico: agua segura, disposición de excretas y manejo de la basura: cuadernillo para capacitaciones con enfoque intercultural en áreas rurales*.
- Pérez Guzmán, J. A., & Rincón Ojeda, M. C. (2016). Evaluación del proceso de filtración como tratamiento de aguas residuales de la fase de pelambre en la Curtiembre

Camelo, barrio San Benito. Universidad de La Salle.

https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/540 .

Pérez, F., Armenteros, T.A. y Hernández, J.P. (2018). Sistema de tratamiento para las aguas residuales en la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Villa Clara. *Centro Azúcar*, 43(2), 68-75

Pérez-López, E. (17 de noviembre de 2017). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 29(3), 3-14. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n3/0379-3982-tem-29-03-3.pdf>.

Pureaqua. (01 de enero de 2022). Desionizador de lecho mixto alterno gemelo 2 X 70 GPM. <https://es.pureaqua.com/desionizador-de-lecho-mixto-alterno-gemelo-2-x-70-gpm-mexico/>.

Quintero, J. (03 de febrero de 2022). *Diseño de propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir los niveles de contaminantes de un complejo agroindustrial en la ciudad de Ilo*. [Tesis de grado, Universidad Continental]. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12406/2/IV_FIN_108_TE_Quintero_2022.pdf.

Ramon Zamora, E., Rodríguez Guevara, J. Torres-Rodríguez, G. & Yendis-Colina, J. (2009). Uso de agua residual y contenido de materia orgánica y biomasa microbiana en suelos de la llanura de coro, Venezuela. *Agricultura Técnica en México*, 35 (2), 211-218. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v35n2/v35n2a8.pdf>.

Ramos Alvariño, C. «Comportamiento de los indicadores sanitarios y ecotoxicológicos de las aguas residuales con trazas de medicamentos.» (2013): 25 (2): 180-205. <https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543735008.pdf>.

Ramos Alvariño, C. (2008). Aguas residuales generadas en hospitales. https://www.academia.edu/8117344/Aguas_residuales_generadas_en_hospitales.

Remtavares. (02 de abril de 2019). *Tratamiento y reutilización de aguas residuales mediante humedales: Alternativa ecológica para poblaciones con problemas de abastecimiento*.

- Residuos Profesionales (29 de junio de 2021). Nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales hospitalarias. <https://www.residuosprofesional.com/tratamiento-aguas-residuales-hospital/>.
- Reutilización. «Procedencia de la reutilización del agua.» 02 de Noviembre de 2019.
- Rodríguez, H. (2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. Iagua. <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>.
- Rodríguez, H. (2019). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. Iagua. <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>.
- Rodríguez, O. W. (2015). *Análisis y plan de gestión de las aguas residuales del Hospital Regional de Cajamarca* -. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10891/rodriguez_co.pdf?sequence=1&isAllowed=y .
- Rojas Gonzales, L. (2020). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales generadas por el hospital José Hernán Soto Cadenillas, Chota*. Universidad Autónoma de Chota. <https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/220/INFORME%20FINAL%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rubio-Clemente, A. & Peñuela-Mesa, G. Chica-Arrieta. (2013). *Procesos de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de contaminantes orgánicos emergentes*. . 2013. *Rev. Ambient. Água*, 8(3). <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/487FPTLyXrSG7MHJfDYN6pj/?format=pdf> .
- Salas, J. (2020). *Nociones básicas sobre la desinfección de las aguas residuales en tiempos convulsos*. Iagua. <https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/nociones-basicas-desinfeccion-aguas-residuales-tiempos-convulsos-0> .
- Sanz, P. (2017). *Diseño del tratamiento biológico de fangos activos para eliminación de materia orgánica y nutrientes para una población de 60000 HE*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/87739?show=full>.

- Shaheen, M. (2018). Guía para el control de infecciones asociadas a la atención en salud. <https://isid.org/guia/prevencion/higienemanos-2/>.
- Silva, J. y P. & Madera, C. Torres. (2021). Reúso de aguas residuales domésticas en agricultura. *Una revisión*, 26(2), 347-359,. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n2/v26n2a20.pdf>.
- Spenagroup. (2018). Tratamiento de aguas residuales para hospitales. Spenagroup. <https://spenagroup.com/tratamiento-aguas-residuales-hospitales/>.
- Tech, W. (2021). Cómo tratar las aguas residuales del hospital mediante electrocoagulación. <https://es.genesiswatertech.com/blog-post/hospital-wastewater-treatment-through-electrocoagulation/>.
- Tejero Monzón, I. (2023). Sistema mixto para la depuración biológica de aguas residuales combinando biopelículas y membranas de filtración. [Trabajo de grado]. Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12406>.
- Telwesa. (2024). El papel del tratamiento de aguas para una industria sostenible. *Blog Post* Telwesa. <https://telwesa.com/tratamiento-aguas-industria-sostenible/>.
- Tuset, S. (2024). Tratamiento biológico de aguas residuales. *Condorchem enviro Solutions*. <https://condorchem.com/es/blog/tratamiento-biologico-de-aguas-residuales/>.
- Valdivieso, A. (2023). *¿Cómo reciclar el agua?* Iagua. <https://www.iagua.es/respuestas/como-reciclar-agua>.
- Valeiro, A. (2014). *Mejora de la eficiencia energética a partir de residuos de caña de azúcar*.
- Valero, D. (2021). *¿Cómo reutilizar el agua residual de manera sostenible?* <https://ecoduo.org/como-reutilizar-el-agua-residual-de-manera-sostenible/>.
- Vásconez, M. A. (2019). *Evaluación y optimización eficiente del recurso hídrico y su ciclo dentro de un centro hospitalario, caso de estudio Hospital “Luz Elena Arismendi” Parroquia Guamaní, Quito Ecuador*. [Tesis de grado]. Pontificia Universidad Católica de Ecuador.
- Veolia. (2023). *Gases disueltos El agua natural y potable está en equilibrio con el aire, por lo que contendrá gases disueltos como nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono*.

<https://es.elgalabwater.com/gases-disueltos#:~:text=E1%20agua%20natural%20y%20potable,las%20resinas%20de%20intercambio%20ani%C3%B3nico.>

Vilaseca, M. (2019). Observación microscópica de fangos activados en los tratamientos de depuración biológica, *Boletín Intexter*, 119, 67-72.

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/1726/TREBALL8.pdf>.

Zarza, L. F. (2023). *¿Qué son las aguas negras?*. Iagua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-negras>.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia

PROBLEMA DE INVESTIGACION	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
<p>Problema Central ¿Cómo la percepción del tratamiento de las aguas residuales se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019?</p> <p>Problemas secundarios</p> <p>1).- ¿Cómo la percepción del tratamiento físico – químico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019?</p> <p>2).- ¿Cómo la percepción del tratamiento biológico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019?</p> <p>3).- ¿Cómo la percepción del tratamiento mixto se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho - 2019?</p>	<p>Objetivo general Conocer cómo la percepción del tratamiento de las aguas residuales se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>1).- Conocer cómo la percepción del tratamiento físico – químico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.</p> <p>2).- Conocer cómo la percepción del tratamiento biológico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.</p> <p>3).- Conocer cómo la percepción del tratamiento mixto se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.</p>	<p>Hipótesis general La percepción del tratamiento de las aguas residuales se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>1).- La percepción del tratamiento físico – químico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.</p> <p>2).- La percepción del tratamiento biológico se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.</p> <p>3).- La percepción del tratamiento mixto se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.</p>	<p>(x)</p> <p>Percepción del Tratamiento de aguas residuales</p> <p>(Y)</p> <p>Reutilización del agua</p>	<p>X.1.- Percepción del Tratamiento Físico-Químico</p> <p>X.2.- Percepción del Tratamiento Biológico</p> <p>X.3.- Percepción del Tratamiento mixto</p> <p>Y.1.- Procedencia</p> <p>Y.2.- Uso</p>	<p>X1.1.- Eliminación de Na y grava</p> <p>X1.2.- Filtración con arena y grava</p> <p>X1.3.- Sedimentación</p> <p>X2.1.- Desbaste</p> <p>X2.2.- Fangos activados</p> <p>X2.3.- Camas filtrantes</p> <p>X2.4.- filtros biológicos</p> <p>X2.5.- Sedimentación secundaria</p> <p>X3.1.- Filtración</p> <p>X3.2.- Lagunaje</p> <p>X3.3.- Humedales artificiales</p> <p>X3.4.- Desinfección</p> <p>Y.1.1.- Grises</p> <p>Y.1.2.- Negras</p> <p>Y.2.1.- Depósitos contra incendios</p> <p>Y.2.2.- Cisterna de inodoros</p> <p>Y.2.3.- Riego de áreas verdes</p> <p>Y.2.4.- Lavadoras adaptadas y Limpieza de superficies</p>	<p>Tipo: Básica</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Correlacional</p> <p>Diseño: No experimental transeccional</p> <p>Población: 152 trabajadores administrativos</p> <p>Muestra: 64 trabajadores administrativos</p> <p>Técnica: Encuesta</p> <p>Instrumento: Cuestionario</p>

Anexo 2*Matriz de operacionalización de la variable*

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<p>(X)</p> <p>PERCEPCIÓN DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES</p>	<p>X.1. Percepción del Tratamiento Físico-Químico</p> <p>X.2. Percepción del Tratamiento Bilógico</p> <p>X.3. Percepción del Tratamiento mixto</p>	<p>X1.1. Eliminación de Na</p> <p>X1.2. Filtración con arena y grava</p> <p>X1.3. Sedimentación</p> <p>X2.1. Desbaste</p> <p>X2.2. Fangos activados</p> <p>X2.3. Camas filtrantes</p> <p>X2.4. filtros biológicos</p> <p>X2.5. Sedimentación secundaria</p> <p>X3.1. Filtración</p> <p>X3.2. Lagunaje</p> <p>X3.3. Humedales artificiales</p> <p>X3.4. Desinfección</p>	<p>Siempre</p> <p>Casi Siempre</p> <p>A veces</p> <p>Casi Nunca</p> <p>Nunca</p> <p>Likert.</p>

Anexo 3

Instrumento de recolecta de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

Cuestionario para Conocer cómo la percepción de las aguas residuales se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Estimado colega esperamos tu colaboración respondiendo con responsabilidad y honestidad, el presente cuestionario. Se agradece no dejar ninguna pregunta sin contestar.

El objetivo es recopilar información, para Conocer cómo la percepción de las aguas residuales se relaciona con la reutilización en el Hospital Regional Huaura, Huacho – 2019.

Instrucciones: Lea cuidadosamente las preguntas y marque con un aspa (x) la escala que crea conveniente.

Escala valorativa

SIEMPRE	CASI SIEMPRE	A VECES	CASI NUNCA	NUNCA
5	4	3	2	1

PERCEPCIÓN DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES (X)						
Nº	X.I. PERCEPCIÓN DEL TRATAMIENTO FÍSICO - QUÍMICO.	N	C.N	A	C.S	S
1	X1.1.- Conoce usted los efectos que se producirían si no se realiza la eliminación de sales (sodio) de las aguas residuales tratadas?					
2	X1.2.- Conoce usted que los filtros de arena son unidades de tratamiento de las aguas residuales?					
3	X1.3.- Sabía usted que la sedimentación sirve para separar sustancias extrañas y suciedades de las aguas residuales?					
	X.2. PERCEPCIÓN DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO					
4	X2.1.- Conoce usted que el proceso de desbaste se utiliza al inicio del tratamiento para retirar solidos grandes de las aguas residuales?					
5	X2.2.- Sabía usted que el tratamiento biológico se aplica a las aguas residuales para eliminar la materia orgánica?					

6	X2.3.- Conoce usted que la remoción de los compuestos orgánicos y microorganismos se pueden realizar en camas filtrantes o reactores biológicos?					
7	X2.4.- Conoce usted que la función de los filtros biológicos en el tratamiento de las aguas residuales es la separación de la materia orgánica?					
8	X2.5.- Sabía usted que el tratamiento biológico de las aguas residuales por sedimentación se encarga de eliminar la materia orgánica?					
X.3. PERCEPCIÓN DEL TRATAMIENTO MIXTO						
9	X3.1.- Conoce usted que uno de los procedimientos que permite eliminar solidos disueltos de las aguas residuales se llama filtración?					
10	X3.2.- Conoce usted que si no se aplica adecuadamente el tratamiento de aguas residuales por lagunaje se generaría un riesgo al medio ambiente y a la salud?					
11	X3.3.- Conoce usted que los humedales artificiales son las tecnologías más implementadas a nivel mundial para el tratamiento de las aguas residuales?					
12	X3.4.- Conoce usted que el objetivo del tratamiento de desinfección de las aguas residuales es evitar la transmisión de enfermedades?					
REUTILIZACIÓN DEL AGUA (Y)						
Y.1. PROCEDENCIA						
		N	C N	A	C S	S
13	Y.1.1. ¿Conoce usted que las aguas grises procedentes de duchas, bañeras y lavamanos se pueden tratar y reutilizar para el regado de áreas verdes?					
14	Y.1.2.- Sabía usted que algunos tipos de bacterias son utilizadas para el tratamiento de las aguas negras?					
Y.2. USO						
15	Y.2.1.- Le han brindado información que las aguas residuales tratadas se pueden utilizar en sistemas contra incendios?					
16	Y.2.2.- Sabía usted que las aguas residuales tratadas se pueden utilizar en las cisternas de los inodoros?					
17	Y.2.3.- Conoce usted que las aguas residuales tratadas se pueden utilizar en las lavadoras adaptadas y para la limpieza de superficies?					
18	Y.2.4.- Usted comprende que es importante utilizar las aguas residuales tratadas?					

Definición conceptual

Percepción del Tratamiento de las aguas residuales

Salud (2022) las aguas residuales que provienen de hospitales contienen residuos no solo de limpieza, sino también de fluidos y excreciones de pacientes con diversas enfermedades, que se vierten en el mismo sistema de alcantarillado. La falta de tratamiento previo de estos efluentes antes de su descarga en la red de alcantarillado por parte de muchos hospitales es preocupante, ya que varios estudios han identificado la presencia de bacterias resistentes a múltiples antibióticos en estas aguas residuales hospitalarias. Esta situación se agrava aún más si estas aguas contaminadas se mezclan con las aguas residuales generales sin haber recibido tratamiento previo.

Percepción del tratamiento físico – químico

Junta de Andalucía (s.f.) los tratamientos físico-químicos comprenden una serie de procesos diseñados para disminuir o eliminar los elementos presentes en un flujo residual hospitalario que lo caracterizan como peligroso.

Percepción del tratamiento biológico

Condorchem (s.f.) se realiza a través de una serie de procesos de tratamiento fundamentales que involucran el uso de microorganismos, principalmente bacterias, para eliminar componentes solubles presentes en el agua. Estos procesos aprovechan la capacidad de los microorganismos para consumir la materia orgánica y los nutrientes, como el nitrógeno y el fósforo, disueltos en el agua residual para su propio desarrollo.

Percepción del tratamiento Mixto

Pureaqua (2022) comúnmente, se utilizan resinas de intercambio iónico de lecho mixto para tratar agua o refinarla en el proceso de pulido, especialmente para obtener agua de alta

calidad tras un sistema de ósmosis inversa de paso simple o doble. Este lecho mixto está compuesto por una resina de intercambio catiónico de ácido fuerte y una resina de intercambio aniónico de base fuerte.

Reutilización del agua

A. E. Reutilización (2019) el proceso de reutilización del agua implica volver a emplear el agua previamente utilizada en contextos domésticos, hospitalarios, comerciales o industriales. Para posibilitar este segundo uso, se requiere aplicar un tratamiento adicional al tratamiento convencional de depuración. Estas aguas tratadas para su reutilización también son conocidas como aguas regeneradas.

Procedencia de la reutilización del agua

Gutiérrez (2003) citado por Silva et al. (2021). En la reutilización de aguas residuales, el nivel de tratamiento necesario y el grado de confianza deseado en los procesos de tratamiento suelen estar determinados por el uso previsto del agua. En el caso del reúso agrícola, también son relevantes la permeabilidad y otras características del suelo, así como el tipo de cultivo. (p.359).

Uso de la reutilización del agua

Chiroles et al. (2010) el aprovechamiento de aguas residuales en la agricultura puede ofrecer algunas ventajas, pero su uso sin control suele acarrear riesgos para la salud humana. En Cuba, el reúso del agua es poco frecuente, ya que, aunque la agricultura urbana ha crecido en los últimos tiempos, se lleva a cabo con agua potable. Es de suma importancia que el país considere las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para evaluar en el

futuro el empleo seguro de aguas residuales tratadas en la agricultura, asegurando beneficios tanto para la población como para el medio ambiente. (p.1)

Otros usos de las aguas residuales tratadas pueden ser:

- Regado de vías no asfaltadas
- Regado de áreas verdes
- Limpieza de talleres, almacenes, veredas y otros.
- Sistemas Contra Incendios.

Anexo 4

Validación de Expertos



UNIVERSIDAD NACIONAL
"FEDERICO VILLARREAL"
DOCTORADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

I.- DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres Del Experto informante	Grado Académico	Cargo e Institución	Nombre del instrumento de Evaluación	Autor del instrumento
MORENO MANTILLA	DOCTOR	CAZOPALMIO S.P.C.	CUESTIONARIO	TORRE LUIS COSTIQUA FERNANDEZ
Título de Investigación: <i>Tratamiento de aguas residuales y La reutilización en el Hospital Regional Huacho, Huacho - 2018.</i>				

II.- Aspecto de validación:

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE DE 00 A 20		REGULAR DE 21 A 40				BUENA DE 41 A 60				MUY BUENA DE 61 A 80				EXCELENTE DE 81 A 100				
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91
1. Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible																			
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables																			X
3. Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems																			X
4. Suficiencia	Los ítems son suficiente para la medición de los indicadores en estudio																			X
5. Intencionalidad	Los ítems son adecuados para valorar los indicadores que se pretende medir																			X
6. Coherencia	Hay coherencia entre las variables e indicadores																		X	X
7. Consistencia	Los ítems están basados en aspectos teóricos - científicos sobre el tema en estudio																			X
8. Viabilidad	Es posible su aplicación y ejecución																			X

III.- Opinión de aplicabilidad:

APLICAR EL INSTRUMENTO

IV.- Promedio de valoración:

PUNTAJE (DE 0 a 100)	80	Calificación (De Deficiente a Excelente)	MUY BUENO
----------------------	----	--	-----------

Lugar y fecha	D.N.I	Firma del experto informante	Teléfono
LIMA 05/12/18	15746030		990078928

Benigno Walter Moreno Mantilla: Docente principal, adscrito al departamento académico de matemática y estadística de la facultad de ciencias de la universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión de Huacho. Decano interino de la facultad de Ingeniería Civil.

Anexo 5

Base de datos

N °	PERCEPCIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES														
	PERCEPCIÓN DEL TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO				PERCEPCIÓN DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO						PERCEPCIÓN DEL TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO-BIOLÓGICO				
	P1	P2	P3	D1	P4	P5	P6	P7	P8	D2	P9	P10	P11	P12	D3
1	4	3	1	Mala	2	1	1	1	3	Mala	1	3	3	5	Regular
2	4	3	1	Mala	2	3	1	1	3	Regular	1	3	3	5	Regular
3	5	3	4	Buena	3	3	2	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
4	5	3	3	Regular	3	3	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular
5	5	3	5	Buena	3	3	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular
6	5	3	5	Buena	3	3	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular
7	5	3	3	Regular	3	3	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular
8	5	3	3	Regular	3	3	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular
9	5	3	3	Regular	3	3	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular

10	5	3	3	Regular	3	3	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular
11	5	3	3	Regular	3	3	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular
12	5	3	5	Buena	3	3	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular
13	4	4	1	Regular	5	3	3	4	5	Buena	1	3	4	3	Nunca
14	4	4	5	Buena	5	3	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular
15	4	4	5	Buena	5	5	3	4	5	Buena	3	3	4	5	Regular
16	5	4	5	Buena	5	5	3	4	5	Buena	3	3	5	5	Siempre
17	5	4	5	Buena	5	5	3	4	5	Buena	3	3	5	5	Siempre

1																
8	5	4	5	Buena	5	5	3	4	5	Buena	3	3	5	5	Siempre	
1																
9	5	4	5	Buena	5	5	3	4	5	Buena	3	3	5	5	Siempre	
2																
0	5	4	3	Buena	5	5	3	4	5	Buena	3	3	5	5	Siempre	
2																
1	5	3	5	Buena	5	3	3	4	4	Buena	1	3	4	4	Regular	
2																
2	5	5	5	Buena	5	3	3	4	4	Buena	3	3	4	4	Regular	
2																
3	5	5	5	Buena	5	3	5	4	4	Buena	3	3	4	4	Regular	
2																
4	5	5	5	Buena	5	3	5	4	4	Buena	3	3	4	4	Regular	
2																
5	5	5	5	Buena	5	3	5	4	4	Buena	3	3	4	4	Regular	

2															
6	5	3	3	Regular	5	5	5	5	3	Buena	5	3	5	5	Buena
2															
7	5	3	3	Regular	5	5	5	5	3	Buena	5	3	5	5	Buena
2															
8	5	3	3	Regular	5	5	5	5	3	Buena	5	3	5	5	Buena
2															
9	5	3	3	Regular	5	5	3	5	3	Buena	5	3	5	5	Buena
3															
0	5	3	3	Regular	5	5	3	5	3	Buena	5	3	5	5	Buena
3															
1	5	3	5	Buena	5	5	3	5	3	Buena	5	3	5	5	Buena
3															
2	5	1	2	Mala	1	1	2	5	1	Regular	1	4	5	1	Mala
3															
3	5	1	2	Mala	1	1	2	5	1	Regular	1	4	5	1	Mala

3															
4	5	1	2	Mala	1	1	2	5	1	Regular	1	4	5	1	Mala
3															
5	5	1	4	Regular	1	1	2	5	1	Regular	1	4	5	1	Mala
3															
6	5	3	4	Buena	3	3	2	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
3															
7	5	3	4	Mala	3	3	2	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
3															
8	5	3	4	Buena	3	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
3															
9	5	3	4	Buena	3	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
4															
0	5	3	4	Buena	3	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
4															
1	5	3	4	Buena	3	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular

4															
2	5	3	4	Buena	3	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
4															
3	5	5	4	Buena	3	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
4															
4	5	3	4	Buena	3	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
4															
5	5	3	4	Buena	4	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
4															
6	5	3	4	Buena	4	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
4															
7	5	3	4	Buena	4	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
4															
8	5	3	4	Buena	4	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
4															
9	5	3	4	Buena	5	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular

50	5	3	4	Buena	5	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
51	5	3	4	Buena	5	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
52	5	3	4	Buena	5	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
53	5	3	4	Buena	5	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
54	5	3	4	Buena	5	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
55	5	3	4	Buena	5	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
56	5	5	4	Buena	5	3	4	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
57	5	3	4	Buena	3	3	5	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular

5															
8	5	3	4	Buena	3	3	5	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
5															
9	5	5	4	Buena	4	3	5	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
6															
0	5	5	4	Buena	4	3	5	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
6															
1	5	5	4	Buena	5	3	5	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
6															
2	5	5	4	Buena	5	3	5	4	4	Buena	3	4	4	4	Regular
6															
3	5	5	5	Buena	3	5	5	4	5	Buena	5	5	4	5	Buena
6															
4	5	5	5	Buena	3	5	5	4	5	Buena	5	5	4	5	Buena

	REUTILIZACION DEL AGUA							
	PROCEDENCIA			USO				
	P13	P14	D1	P15	P16	P17	P18	D2
1	5	5	Buena	4	5	1	3	Regular
2	5	5	Buena	4	5	5	5	Buena
3	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
4	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
5	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
6	5	5	Buena	4	5	1	1	Mala
7	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
8	2	3	Mala	4	5	1	3	Regular
9	2	3	Mala	4	5	1	3	Regular
10	3	3	Regular	4	5	1	1	Mala
11	3	3	Regular	4	5	1	1	Mala
12	3	3	Regular	4	5	1	1	Mala
13	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena

14	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
15	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
16	3	3	Regular	4	5	1	1	Mala
17	3	3	Regular	4	5	1	1	Mala
18	3	3	Regular	4	5	1	1	Mala
19	3	3	Regular	4	5	1	1	Mala
20	3	3	Regular	4	5	1	1	Mala
21	3	3	Regular	4	5	1	1	Mala
22	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
23	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
24	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
25	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
26	3	3	Regular	4	5	1	1	Mala
27	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
28	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
29	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena

30	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
31	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
32	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
33	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
34	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
35	3	5	Buena	4	5	3	5	Buena
36	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
37	3	4	Regular	1	5	3	4	Regular
38	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
39	3	3	Regular	4	5	1	3	Regular
40	1	4	Mala	4	4	1	5	Regular
41	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
42	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
43	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
44	3	4	Regular	4	4	3	4	Regular
45	5	5	Buena	4	5	5	5	Buena

46	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
47	3	3	Regular	5	5	1	1	Regular
48	3	4	Regular	4	4	3	4	Regular
49	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
50	5	5	Buena	5	5	5	5	Buena
51	5	5	Buena	4	5	5	5	Buena
52	5	5	Buena	4	5	5	5	Buena
53	5	5	Buena	4	5	5	5	Buena
54	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
55	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
56	3	5	Buena	4	5	3	5	Buena
57	2	3	Mala	4	5	1	3	Regular
58	2	3	Mala	4	5	1	3	Regular
59	3	4	Regular	4	5	3	4	Buena
60	3	5	Buena	4	5	3	5	Buena
61	3	5	Buena	4	5	3	5	Buena

62	3	5	Buena	4	5	3	5	Buena
63	3	4	Regular	4	4	3	5	Buena
64	3	4	Regular	4	4	3	5	Buena