



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL PARA ÁREAS VERDES, CASO SAN

JUAN DE MIRAFLORES

Línea de investigación:

Desarrollo empresarial

Tesis para optar el grado académico de Maestra en Gestión Ambiental

Autora

Portocarrero Palomino, Deysi

Asesora:

Castañeda Pérez, Luz Genara
(ORCID: 0000-0001-6684-8205)

Jurado:

Zamora Talaverano, Noe Sabino

Veliz Garagatti, Maria Herlinda

Lopez Juarez, Bertha Beatriz

Lima - Perú

2023

Reporte de Análisis de Similitud

Archivo:

[1A PORTOCARRERO PALOMINO DEYSI-CONTROL ANTIPLAGIO.docx](#)

Fecha del Análisis:

20/10/2021

Analizado por:

Astete Llerena, Johnny Tomas

Correo del analista:

jastete@unfv.edu.pe

Porcentaje:

9 %

Título:

“ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL PARA ÁREAS VERDES, CASO SAN JUAN DE MIRAFLORES”

Enlace:

<https://secure.arkund.com/old/view/110388701-433347-506495#DcRBCsJAEDRu8z6l8kkmUl6FelCikoXdtOleHflg/dtn7MtdxVDpehOT0wxwxwLbGCJC254cBHCiEEUgxnM6ySFVLKTRhY1qVxp5/4+9te+PY7t2Ra5ScrQ0pJQj569fn8=>



DRA. MIRIAM LILIANA FLORES CORONADO
JEFA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO



**Universidad Nacional
Federico Villarreal**

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL PARA ÁREAS
VERDES, CASO SAN JUAN DE MIRAFLORES**

Línea de investigación: Desarrollo empresarial

Tesis para optar el grado académico de Maestra en Gestión Ambiental

Autor:

Portocarrero Palomino, Deysi

Asesor:

Castañeda Pérez, Luz Genara
(ORCID: 0000-0001-6684-8205)

Jurado:

Zamora Talaverano, Noe Sabino

Veliz Garagatti, Maria Herlinda

Lopez Juarez, Bertha Beatriz

Lima-Perú

2022

Dedicatoria:

A Dios primeramente porque me ha dado entendimiento, vida e inteligencia, por su infinita misericordia, amor y humildad.

A mi familia por su apoyo y confianza para el logro de mis metas.

PORTOCARRERO PALOMINO DEYSI

Agradecimiento:

A mis maestros de la Maestría de mi Casa Superior de Estudios por compartir sus experiencias y conocimientos durante ese tiempo.

PORTOCARRERO PALOMINO DEYSI

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Resumen	viii
Abstract	ix
I. Introducción	01
1.1. Planteamiento del problema	02
1.2. Descripción del problema	03
1.3. Formulación del problema	03
1.3.1. Problema general	03
1.3.2. Problemas específicos	03
1.4. Antecedentes	04
1.5. Justificación de la investigación	06
1.6. Limitaciones de la investigación	07
1.7. Objetivos	07
1.7.1. Objetivo general	07
1.7.2. Objetivos específicos	07
1.8. Hipótesis	08
1.8.1 Hipótesis general	08
1.8.2. Hipótesis específicas	08
II. Marco teórico	09
2.1. Marco conceptual	09
2.2. Marco espacial	28
2.3. Marco legal	32

III. Método	33
3.1. Tipo de investigación	33
3.2. Población y muestra	33
3.3. Operacionalización de variables	33
3.4. Instrumentos	34
3.5. Procedimientos	34
3.6. Análisis de datos	39
3.7. Consideraciones éticas	40
IV. Resultados	41
4.1. Estudio de la encuesta	41
V. Discusión de resultados	44
5.1. Alcanzados en la encuesta	44
VI. Conclusiones	46
VII. Recomendaciones	47
VIII. Referencias	48
IX. Anexos	52
Anexo A: Matriz de consistencia	52
Anexo B: Fotos de monitoreo de los parámetros químicos del agua residual	53
Anexo C: Informe de ensayos acreditado por INACAL	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Penetración de las raíces de las plantas emergentes	22
Tabla 2. Características principales de los sustratos usados en los humedales	24
Tabla 3. Resumen dimensionamiento humedal artificial	24
Tabla 4. Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 1	25
Tabla 5. Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 2	26
Tabla 6. Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 3	26
Tabla 7. Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 4	27
Tabla 8. Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 5	27
Tabla 9. Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 6	28
Tabla 10. Peligro de erosión de suelo por zonas de estudio en el distrito de San Juan de Miraflores	30
Tabla 11. Operacionalización de la variable: Índice de calidad de agua residual	33
Tabla 12. Resultados de los Parámetros de calidad de agua en los puntos de monitoreo (Planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores en los puntos de monitoreo)	41
Tabla 13. Índice canadiense de calidad de agua (CCME_WQI).	42
Tabla 14. Clasificación del agua residual de acuerdo al Índice canadiense de calidad de agua (CCME_WQI).	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva típica de la DBO, en sus dos fases	15
Figura 2. Procedimiento general de muestreo de calidad de agua	39

Resumen

Esta investigación se desarrolló con el objetivo de determinar el Índice de Calidad de agua residual para su adecuado uso en las áreas verdes del distrito de San Juan de Miraflores. Se trató de un estudio de tipo descriptivo, empleando el método deductivo. Se trabajó como población con el agua residual tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Sedapal, perteneciente al distrito de San Juan de Miraflores, como muestra se emplearon puntos de monitoreo para la interpretación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos establecidos en la categoría tres de los Estándares de Calidad Ambiental para riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo. Los instrumentos de recolección de datos utilizados fueron: una Ficha de campo, coordenadas Utm georreferenciadas del lugar según el Datum WGS84, y el Protocolo de monitoreo de aguas superficiales del ANA. Los resultados indicaron que, los índices numéricos obtenidos en los diferentes puntos y fechas, fueron menores a 45, ubicándolos en una categoría pobre en la calidad de agua residual, según la clasificación de la metodología del Consejo Canadiense de Medio Ambiente. Se concluye que, el Índice de Calidad de agua residual no es adecuada para el uso de áreas verdes del distrito de San Juan de Miraflores, es decir, el agua de la zona explorada se encuentra dañada y lejana de los niveles ideales para ser empleada en el riego de áreas verdes.

Palabras claves: índice de calidad de agua, áreas verdes, agua residual.

Abstract

This research was developed with the objective of determining the Wastewater Quality Index for its proper use in the green areas of the San Juan de Miraflores district. It was a descriptive study, using the deductive method. We worked as a population with the wastewater treated in the Sedapal Wastewater Treatment Plant, belonging to the San Juan de Miraflores district, as a sample, monitoring points were used for the interpretation of the physicochemical and biological parameters established in category three. of the Environmental Quality Standards for irrigation of tall and short stemmed vegetables. The data collection instruments used were: a field record, georeferenced Utm coordinates of the place according to Datum WGS84, and the ANA surface water monitoring protocol. The results indicated that the numerical indices obtained in the different points and dates were less than 45, placing them in a poor category in the quality of wastewater, according to the classification of the methodology of the Canadian Environmental Council. It is concluded that the Wastewater Quality Index is not adequate for the use of green areas in the San Juan de Miraflores district, that is, the water in the explored area is damaged and far from the ideal levels to be used in irrigation of green areas.

Keywords: water quality index, green areas, waste water.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es el compuesto químico más importante para los seres humanos y para la vida que se desarrolla en nuestro planeta. Desde el aspecto cuantitativo el agua cubre el 72% de la superficie terrestre y la materia viva incluye en su composición altos porcentajes de agua. Por ejemplo; del contenido aproximado en agua en: medusa 98%, embriones humanos >95%, recién nacido 70%, hombre adulto 60% y árboles 50%. (Orozco et al., 2003).

Los requerimientos de agua de los distintos sectores de la sociedad respecto al agua de riego en cantidad, calidad, tiempo y espacio propician el desarrollo económico y social. Los problemas más importantes son la salinización y sodificación del suelo. (Usón et al., 2010). Según Moya (2009), la concentración de sales en el agua de riego reduce el agua disponible para los cultivos, lo que lleva a la planta a sufrir estrés fisiológico por deshidratación, afectando su crecimiento.

La mayor parte de agua residual se aplica en riego o en técnicas de recarga artificial, y está sujeta a procesos de infiltración a través de la zona no saturada de la fuente puntual, la cual representa una fuente constante por el aporte de nutrientes para las plantas.

El contenido de nutrientes del agua residual produce ahorro en gastos de fertilización, contribuye a la conservación de los recursos hídricos y reduce el costo económico del agua destinada a riego de áreas verdes, para lo cual, resulta sumamente relevante el desarrollo de este tipo de investigaciones.

Con esta finalidad, este estudio se presenta en nueve secciones así:

I. Introducción. En la que se plantea, describe y formula el problema a investigar, así como sus antecedentes investigativos tanto a nivel nacional como internacional, la justificación o fundamento de la investigación, los objetivos que se procuran alcanzar y las probables soluciones al problema investigado contenidas en las hipótesis.

II. Marco teórico: En la que se presenta el marco conceptual y se desarrollan desde la perspectiva legal, doctrinal y jurisprudencial la independencia judicial y la prisión preventiva, al igual que el marco filosófico aplicable a la situación investigada.

III. Método. En la que se describe el tipo de investigación empleado, la probación y muestra considerada, la forma como se operacionalizaron las variables, así como los instrumentos, procedimientos y análisis de los datos alcanzados.

IV. Resultados. En esta sección se presentan gráficamente los resultados de la encuesta aplicada, así como de la contrastación de las hipótesis propuestas.

V. Discusión de resultados. En esta sección se examina los resultados obtenidos conforme a los resultados aportados por las investigaciones antecedentes.

VI. Conclusiones. En esta sección se formulan las inferencias alcanzadas luego de efectuada la investigación.

VII. Recomendaciones. Esta sección hace referencia a las sugerencias que se formulan para superar la problemática analizada.

VIII. Referencias. Relación de fuentes de información analizadas.

IX. Anexos. En ella se adjunta documentos que sirven de respaldó a la investigación.

1.1. Planteamiento del problema

La naturaleza del siguiente trabajo es dar a conocer el uso adecuado de las aguas residuales tratadas, como alternativa de solución para el riego de áreas verdes, teniendo en cuenta que el agua es un recurso caro y escaso.

Por ello, en la actualidad el Estado debe garantizar que los suministros de agua potable sean suficiente para abastecer a toda la población y que la calidad sea óptima, además de servicios de saneamiento para la nación por ser un derecho fundamental y básico a la vez.

Es un hecho que los altos costos que demanda el riego de áreas verdes con agua potable y de pozo, ha determinado que algunas instituciones municipales y privadas en Lima

decidan tratar y usar las aguas residuales tratadas locales para reducir significativamente sus costos. Por lo tanto, una forma de evaluar los beneficios económicos del uso de las aguas residuales tratadas es a través del ahorro económico producto del reemplazo del agua potable que tradicionalmente se ha utilizado, especialmente cuando usan agua potable, pese a que, juegan un papel fundamental en la mejora de la calidad de vida, para luego tratar el problema específicos materia de investigación; todo lo cual se concreta en la descripción de la problemática que se presenta a continuación.

1.2. Descripción del problema

La calidad de agua usada para fines de riego de áreas verdes es ineficiente en las ciudades, pese a que, juegan un papel fundamental en la mejora de la calidad de vida. El distrito de San Juan de Miraflores tiene 362.643 habitantes y como fuente de abastecimiento para riego destinado a áreas verdes a la planta de tratamiento de aguas residuales de Sedapal, el estándar mínimo de áreas verdes por habitante en el distrito de San Juan de Miraflores es 3.1 m² según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2015) en el censo realizado durante el año señalado, la cual no corresponde al estándar mínimo de áreas verdes por habitante que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015) que es 9 m².

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles son los valores del índice de calidad de agua residual para su adecuado uso en las áreas verdes del distrito de San Juan de Miraflores?

Problemas específicos

¿Cómo se realizará el monitoreo de aguas residuales para determinar los parámetros físicos, químicos y biológicos?

¿Cómo se calculará el índice de calidad de agua en base a los resultados obtenidos en el monitoreo ambiental?

¿De qué forma el agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores debería utilizarse en las áreas verdes?

1.4. Antecedentes

1.4.1. Antecedentes internacionales

Bermejillo (2006), realizó un estudio en Argentina, con el objetivo de efectuar el monitoreo de las aguas residuales en la 3° zona de riego del Río Mendoza, con el escenario de operación del embalse Potrerillos. El autor evaluó la calidad del agua residual para riego en un área piloto del río Mendoza. Los resultados de los parámetros que analizaron fueron: pH entre 7 y 8, conductividad eléctrica entre 770 y 5780pS/cm-1, nitratos osciló en 0,44 y 32,54 mg/L- 1, fosfatos oscila en 0 y 5,819 mg/L-1 de los parámetros señalados anteriormente todos se encontraban en el estándar máximo tolerable según la normativa del ente provincial del agua y de saneamiento para agua de riego.

Benavides (2008), en México, realizó una investigación denominada: “Evaluación de la calidad del agua residual en las principales lagunas del estado de chihuahua con fines de riego agrícola”, determinó cuatro puntos de monitoreo y muestrearon dos puntos ubicados en la entrada de la laguna y en la bocatoma de salida de la laguna. En el análisis, el autor reportó los siguientes resultados: pH osciló en 6.5 a 8.5, demanda química de oxígeno < 100 mg/L, sólidos suspendidos totales oscila en 75 y 125 mg/L, los parámetros señalados mostraron concentraciones más altas, tomando como referencia la clasificación del agua y categoría para uso agrícola y de riego recomendado por el Consejo Canadiense de medio ambiente.

González et al. (2013), en Colombia, efectuó la investigación titulada "Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada La Ayurá", como parte de esta investigación, los autores evaluaron la calidad de agua de la quebrada La Ayurá (Envigado- Antioquia, Colombia), mediante la aplicación de los índices de Calidad de la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF), Dinius y el índice biótico BMWP/Col. La

estimación de estos índices la efectuaron con información recolectada en tres sitios durante tres muestreos. Los autores determinaron variables fisicoquímicas y microbiológicas. Además, realizaron muestreos cualitativos y cuantitativos de macro invertebrados acuáticos. El empleo de esta metodología permitió el reporte del estado fisicoquímico y de la comunidad biológica en los diferentes sitios. Los resultados fisicoquímicos, microbiológicos de macroinvertebrados acuáticos y de los índices mostraron que en la estación 1 se presentaba una buena calidad del agua y en las estaciones 2 y 3 un deterioro medio de la calidad del agua.

La dirección de gestión de la calidad de los recursos hídricos de la Autoridad Nacional del Agua (2012), propone los Índices de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS), con la finalidad de evaluar el grado de afectación de un cuerpo natural de agua por contaminación y, aplicado a una serie de datos de monitoreo de varios años, puede evidenciar una tendencia de recuperación o degradación de la calidad del agua. Este índice permite utilizarlos ECA-Agua no solamente para la evaluación de la calidad del agua, sino también como una herramienta de categorización del grado de contaminación, que permite indicar al usuario las implicaciones de la contaminación para el uso del recurso y que en el futuro será utilizada como indicador de la efectividad de la gestión que está realizando la ANA como ente rector del (Sistema Nacional de Gestión de recursos hídricos, 2015).

Igualmente, Ardila y Saldarriaga (2013), en Colombia, desarrollaron la investigación titulada “Formulación de un Índice Global de Calidad de Aguas Residuales para Riego”, el objetivo de la investigación fue destinar un agua residual como insumo vital para el sector agrícola, a través de la formulación del Índice Global de Calidad de Aguas Residuales para Riego (IGCAR). determinaron el IGCAR, a través del método de promedio geométrico ponderado, obtenido para 34 parámetros de tipo fisicoquímico y microbiológico que seleccionaron. Los resultados indicaron un valor de 70 para el IGCAR, dónde 100

representaba la mejor calidad deseable para riego y 0 la peor calidad. Los investigadores concluyen que, el IGCAR representa una herramienta adecuada y económicamente viable para gestionar los recursos hídricos, en los sectores agrícolas.

Flores et al. (2013), en México, llevaron a cabo un estudio titulado “Propuesta de Índice de calidad de agua residual utilizando un modelo aritmético ponderado”, el objetivo de su investigación fue conocer el índice de calidad de agua residual para evitar y prevenir efectos adversos en redes de drenaje o plantas de tratamiento de las Cuencas de México. Emplearon un Índice de Calidad de Agua Residual (ICAR), utilizando un método aritmético ponderado. Como resultados indicaron que el ICAR obtenido de diversas empresas ubicadas en ciudad de México, la más contaminada fue la industria de galvanoplastia, con 80 de ICAR. Concluyen que, con dicha medida se lograría explicar el problema de vertimiento de agua residual.

1.4.2. Antecedentes nacionales

Bieberach (2019), en Lima, desarrolló la investigación titulada: “Sostenibilidad para una red de reúso de agua residual urbana en la ciudad de Lima”, la finalidad de dicha investigación fue evaluar la sostenibilidad del planteamiento de una red de reúso de agua residual urbana en 28 distritos de la capital. Fue una investigación mixta, el autor empleó la Guía metodológica para la formulación y evaluación de proyectos de inversión. Como conclusión, el investigador indicó que, el planteamiento de una red de reúso de agua residual urbana para 28 distritos de la ciudad de Lima Metropolitana es viable en términos económicos y ecológicos, equitativo en forma económica y social; y soportable en términos ecológicos y sociales.

1.5. Justificación de la investigación

El uso de agua residual con fines de riego de áreas verdes, cuyo origen se deriva de actividades comerciales, domésticas y de fuente puntual, las cuales se descargan a los cuerpos

receptores, que luego son utilizados como fuentes de agua para bebida de animales o terminan en áreas destinadas a la recreación, tales como parques y jardines. El Perú fue uno de los primeros países latinoamericanos que logró experiencias exitosas en el uso de las aguas residuales domésticas para el desarrollo de áreas verdes productivas y recreativas.

Con este fin la investigación propuesta en el distrito de San Juan de Miraflores, optimizaría el uso adecuado del agua del río Surco en las áreas verdes, ya que actualmente solo se utiliza el estándar mínimo de áreas verdes por habitante de 3,1 m² y debe ser según recomienda la Organización Mundial de la Salud (2015) que es 9 m².

1.6. Limitaciones de la investigación

La búsqueda teórica, fue una de las limitantes presentadas en la investigación, requiriendo un mayor tiempo para consolidar la culminación de tales aspectos en el trabajo, igualmente, a nivel metodológico se requirió de asesoría constante, de manera que, inicialmente tomó mayor tiempo el culminar del trabajo en dicho ámbito. Mientras que, durante el proceso de la toma de datos no se hallaron limitantes, ya que, la información fue recabada de forma in situ, consiguiendo las autorizaciones respectivas para el levantamiento de la información de forma rápida y atendiendo a los objetivos propuestos.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Determinar el índice de calidad de agua residual para su adecuado uso en las áreas verdes del distrito de San Juan de Miraflores.

1.7.2. Objetivos específicos

Realizar el monitoreo de aguas residuales para determinar los parámetros físicos, químicos y biológicos en la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores.

Calcular el índice de calidad de agua en base a los resultados obtenidos en el monitoreo ambiental.

Proponer mejoras en la implementación de áreas verdes de acuerdo al índice de calidad de agua la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

El cálculo del índice de calidad de agua residual nos permitirá determinar si esta agua es apta y de serlo, cuál sería el adecuado uso en la implementación de áreas verdes en el distrito de San Juan de Miraflores.

1.8.2. Hipótesis específicas

Los parámetros físicos y químicos de las aguas tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores se encontrarán dentro de los estándares de calidad de agua correspondiente a la categoría 3 y los parámetros biológicos exceden los valores propuestos en el estándar de calidad de agua correspondiente a la categoría 3.

El índice de calidad de agua en la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores establecido en el marco del consejo canadiense de medio ambiente, se clasifica como bueno para riego de áreas verdes.

El agua tratada será utilizada adecuadamente para la implementación de áreas verdes según nuestra propuesta de investigación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual

Calidad de agua: Es la calificación del agua para considerarse apta para distintos usos, potable, industrial, agrícola, etc. La calidad del agua puede medirse a través de sus características físicas, químicas y biológicas. Cada una de ellas puede a su vez, ser caracterizadas por distintos parámetros. Es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que presenta el agua. Para cualificarlo se debe conocer su calidad natural, es decir sus características fisicoquímicas y bacteriológicas en su estado natural y su calidad útil que respetan las características fisicoquímicas y biológicas que exigen los diversos usos del agua y que proporcionan un beneficio económico, social, o psicológico al hombre.

Calidad de agua en riego: La calidad de agua y su disponibilidad es un tema importante desde el punto de vista económico, ecológico y político, ya que, la calidad depende del uso que le de la humanidad.

La calidad de agua para irrigación está determinada por la cantidad y tipo de sales que la constituyen. El agua de riego puede crear o corregir suelos salinos o alcalinos. La concentración de sales en el agua de riego reduce el agua disponible para los cultivos, es decir, la planta debe ejercer mayor esfuerzo para poder absorber el agua; puede llegar incluso a sufrir estrés fisiológico por deshidratación, afectando su crecimiento. (Moya, 2009).

Dependiendo de la clase de las sales disueltas, estas alteran y modifican el desarrollo de la estructura del suelo, lo cual reduce su infiltración. (Moya, 2009).

El análisis del agua para riego tiene dos propósitos: el primero es determinar la calidad de esta para su empleo en irrigación, así como la tolerancia en los cultivos; el segundo es establecer el grado de calidad para fertiirrigación. (Marín, 2003).

El término calidad de agua para riego agrícola, se utiliza para indicar la conveniencia

o limitación del empleo del agua, con fines de riego de cultivos agrícolas, para cuya determinación generalmente se toman como base las características químicas, pero actualmente al emplear riego por goteo/microaspersión o aspersión es relevante considerar las características físicas y biológicas; así como la tolerancia de los cultivos a las sales, las propiedades del suelo, las condiciones de manejo del suelo y agua y las climatológicas. (Pérez, 2011).

Calidad de las aguas residuales urbanas: La calidad de las aguas residuales procedentes de los núcleos urbanos, depende de la calidad del agua suministrada y del tipo de residuos añadidos durante su uso. Está constituida en un 99,9% por agua y tan sólo el 0,1% restante son residuos de tipo orgánico, inorgánico y biológico, que deberán ser reducidos en los procesos de depuración.

Una de las principales características de las aguas residuales es el contenido en sólidos totales que llevan tanto en suspensión como disueltos o en flotación. Estos sólidos pueden ser de origen orgánico o inorgánico. Los sólidos totales, principalmente los que se encuentran en suspensión deben ser reducidos al máximo ya que pueden ocasionar problemas de aireación y penetración de agua en los suelos, además de la obturación de los emisores de riego.

Dentro de los residuos de tipo biológico que contienen las aguas residuales, son los microorganismos patógenos, entre los que se encuentran bacterias, virus y parásitos (protozoos y helmintos), los que deben ser tenidos en cuenta ya que pueden ser causantes de enfermedades. Para su determinación se utilizan organismos indicadores cuya presencia se encuentra asociada a la de los patógenos, y que son más fáciles de identificar que éstos. La forma más común de identificación es el conteo de coliformes fecales (CF/100 ml); otro identificador es el número de nematodos intestinales, expresado en huevos/litro. Otras características físicas que definen la calidad de las aguas residuales son su olor y color.

Áreas verdes: Se refieren a toda superficie de dominio público o privado relacionado por el área verde urbano y que se destina a las diferentes formas de vegetales generando beneficios al hábitat urbano. (Instituto Metropolitano de Planificación, 2010).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (2015), recomienda a las ciudades disponer más de 8 m² de área verde por habitante, distribuidos equitativamente en relación a la densidad de la población.

El índice per cápita a nivel de Lima es de 3.696 m²/habitante según la sub gerencia de medio ambiente en el año 2011, de lo cual los 33 de distritos de Lima, no cumplen con la recomendación de la (OMS, 2015).

Beneficios del reúso de agua residual urbana

- Es una nueva fuente de provisión del agua para otros usos (riego, enfriamiento, etc.) convenientemente tratadas.
- Libera agua potable, para atender poblaciones que aún no tienen acceso al serviciopúblico de agua potable.
- En Lima, la ciudad se ahorraría el equivalente a megaproyectos por 1 m³/s ó 2m³/s(equivalente a: Huascacocha y planta desalinizadora).
- Reduce el vertido de aguas residuales a ríos y mares.
- Permitirá que Lima se convierta en una ciudad verde, cumpliendo estándares internacionales.

Parámetros de calidad del agua: Son parámetros físicos, químicos y biológicos que proporcionan una medida y permiten evaluar cualitativamente los cambios que las diferentes aplicaciones del agua pueden originar en su calidad. (Vizcarra, 2002).

a) Parámetros físicos

Temperatura: Es una variable física que influye en la calidad de agua, afecta parámetroso características tales como:

- Solubilidad de gases y sales - Ley de Henry (1803).
- Cinética de las reacciones químicas y bioquímicas (aumento de la velocidad de reacción con la temperatura) - Ley de Vant' Holf (1884).
- Desplazamientos de equilibrios químicos (un aumento de temperatura los desplaza en el sentido que son endotérmicos - principio de Chatelier.
- Tensión superficial
- Desarrollo de organismos presentes en el agua

La influencia va ser con la disminución de la solubilidad de oxígeno al aumentar la temperatura y acelera los procesos de putrefacción. (Alfayate, 2008).

Potencial de hidrogeno (pH): Indica el comportamiento ácido o básico, es una propiedad de carácter químico de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática. Tiene influencia sobre determinados procesos químicos y biológicos. Es un parámetro de carácter general para determinar la calidad de agua.

Las aguas naturales tienen un carácter básico, con valores de pH comprendidos entre 6,5 y 8,5. Además de otros parámetros relacionados con la alcalinidad y acidez. (Alfayate, 2008).

Oxígeno disuelto: Los parámetros de oxígeno disuelto y materia orgánica están relacionados y pueden estudiarse en conjunto. Es un indicador importante de la calidad de agua, ya que es un elemento indispensable para la vida; los peces necesitan los niveles de oxígeno disuelto más elevados y las bacterias los más reducidos. La Ley de Henry (1803), indica que la solubilidad de un gas depende de la presión, además de variar con la temperatura; para que el agua se considere poco contaminada, la concentración de oxígeno debe ser al menos superior al 50% del valor de saturación a esa presión y temperatura.

La variación de la solubilidad del oxígeno en el agua es, creciente con la presión (menor altitud) y decreciente con la temperatura. Las fuentes de oxígeno del agua son la disolución del oxígeno atmosférico, la fotosíntesis y la re aireación por agitación.

Las principales causas de desoxigenación de un agua son las actividades de oxidación biológica y respiración de los seres vivos. Los compuestos oxidables pueden ser sustancias inorgánicas tales como nitritos, cloruros, sulfuros, hierro (II), etc., pero la mayor parte son compuestos orgánicos biodegradables. (Alfayate, 2008).

Conductividad eléctrica: Es una medida de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica entre dos electrodos impolarizables sumergidos en la misma. Es directo con la concentración de los iones en disolución y una conductividad elevada se traduce a una salinidad elevada o en valores anómalos de pH. La unidad empleada es el siemen (S), aguas muy mineralizadas en mS y aguas poco mineralizadas en pS. Está relacionada con el parámetro residuo seco a 105°C y con la composición de los iones más abundantes en las aguas. La temperatura es una variable que modifica los valores de conductividad, y se relaciona con la abundancia de la materia disuelta. (Alfayate, 2008).

Turbidez: Es provocada por la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal. Es un fenómeno óptico que consiste en una absorción de luz combinada con un proceso de difusión. Las partículas insolubles responsables de esta turbidez pueden ser aportadas tanto en procesos de arrastre como de remoción de tierras y también por vertidos urbanos e industriales. La turbidez se mide en unidades nefelométricas NTU unido está la cantidad de materias insolubles presentes en el agua. (Alfayate, 2008).

b) Parámetros químicos

Demanda química de oxígeno: Mide la cantidad de materia susceptible de oxidación química contenida en el agua. En esta medida lo constituyen los microorganismos oxidantes por un poderoso agente químico como el dicromato de potasio o el permanganato

de potasio en medio ácido. Es una oxidación rápida y da una idea cuantitativa de la cantidad de sustancias susceptibles de oxidación que existen en el agua, inorgánicas u orgánicas. El resultado se expresa también en mgO_2/L , representando la cantidad de oxígeno equivalente al oxidante químico utilizado en la determinación.

Se utiliza como parámetro indicativo de materia orgánica global, biodegradable y no biodegradable, en el agua, ya que en la determinación analítica se eliminan las interferencias de algunas especies inorgánicas oxidables que se pueden encontrar en concentraciones importantes, como los cloruros. En aguas con contenidos importantes de otras sustancias inorgánicas oxidables como sulfuros, hierro (II), manganeso (II), nitritos, se puede hacer necesario restar a la DQO total la cantidad de estas especies determinada por otros métodos (Alfayate, 2008).

La relación entre la DBO5 y DQO nos da una idea de los contaminantes orgánicos existentes en el agua, como señalan los valores:

- $\text{DBO}_5/\text{DQO} < 0.2$ indican la presencia predominante de contaminantes de naturaleza orgánica no biodegradable
- $\text{DBO}_5/\text{DQO} > 0.6$ señalan la presencia predominante de contaminación orgánica de naturaleza biodegradable
- La DQO de las aguas superficiales destinadas a abastecimiento debe ser menor a $30\text{mgO}_2/\text{L}$

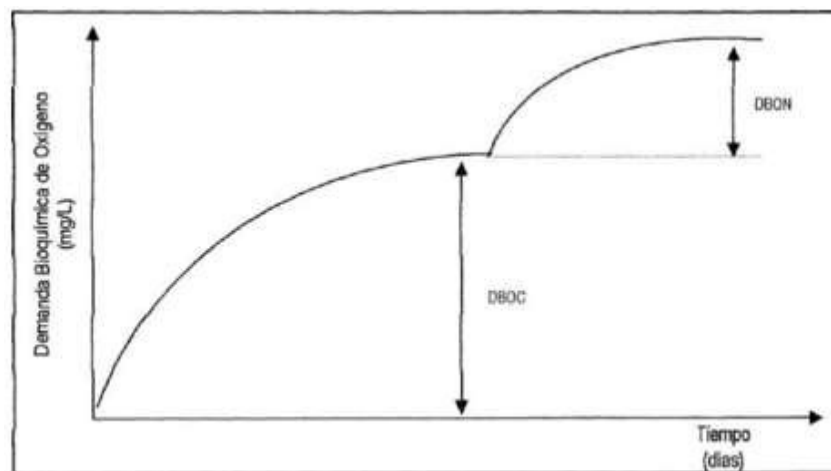
Demanda bioquímica de oxígeno: Es el parámetro que se maneja para tener una idea de concentración en materia orgánica biodegradable; se calcula midiendo la disminución en la concentración de oxígeno disuelto del agua después de incubar una muestra durante 5 días a 20°C . La reacción se lleva a cabo en la oscuridad, para evitar la producción de oxígeno por las algas, a dilución adecuada y manteniendo el pH entre 7-7,5, cuyas unidades son mgO_2/l (ppm/O_2). (Alfayate, 2008).

Los valores de DBO5 indican una alta concentración de materia orgánica biodegradable:

- Aguas muy puras: $DBO_5 < 3 \text{ ppmO}_2$
- Pureza intermedia: $DBO_5 \text{ 3-5 ppmO}_2$
- Agua contaminada: $DBO_5 > 8 \text{ ppmO}_2$
- Residuales urbanas: $DBO_5 \text{ 100-400 ppmO}_2$
- Industria alimentaria o semejante: $DBO_5 \text{ 10.000 ppmO}_2$

Figura 1

Curva típica de la DBO, en sus dos fases



Nota. Elaboración propia.

Nitrógeno amoniacal ($N-NH_4$): Los dos factores que influyen en la selección del método para determinar el amoníaco, son la concentración y la presencia de interferencias. La determinación manual directa de concentraciones bajas de amoníaco, se limita a las aguas potables, aguas superficiales limpias y diluyentes residuales nitrificados de buena calidad. En otros casos y cuando existen y necesita mayor precisión, se requiere un paso preliminar de destilación. Para concentraciones elevadas de amoníaco es preferible una técnica de destilación y titulación. El método utilizado es el paso previo a la destilación. (Alfayate, 2008).

Sólidos totales disueltos: El término disuelto se utiliza como filtrable. Los sólidos son los materiales disueltos en aguas superficiales. Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior palatabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional. Por estas razones, para las aguas potables es deseable un límite de 500mg/l de sólidos disueltos. Las aguas altamente mineralizadas tampoco son adecuadas para muchas aplicaciones industriales o resultan insatisfactorias para bañarse. Los análisis de sólidos son importantes para el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales, y para evaluar el cumplimiento de las limitaciones que regulan su vertido. (Clesceri et al., 1999).

c) Parámetros orgánicos

Aceites y grasas: En la determinación no se mide una cantidad absoluta de una sustancia específica. Es cualquier material recuperado como sustancia soluble en triclorotrifluoroetano. Incluye otros materiales extraídos por el disolvente de una muestra acidificada (tales como compuestos de azufre, tintes orgánicos y clorofila) y no volatilizados durante la prueba. El método utilizado es de Partición – gravimetría. (Alfayate, 2008).

d) Parámetros biológicos

Coliformes totales: Son bacterias principalmente asociadas con los desechos humanos y animales. Proporcionan una medida de la contaminación del agua proveniente de la contaminación fecal.

Coliformes fecales: Son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44° C en vez de 37 °C como lo hacen los totales. (Ramalho, 2003).

Enterococos: Están formados por bacterias esféricas u ovoides que crecen en pares o cadenas de longitud variable. La mayoría son anaerobios facultativos, existiendo algunas especies anaerobios obligados, son cocos Gram positivos que se agrupan en pares o cadenas

cortas. Sus características microbiológicas es que Son anaerobios facultativos, capaces de desarrollar en condiciones extremas tales como NaCl 6.5%, pH 9.6 y a temperaturas que oscilan entre 10-45 °C. Pueden sobrevivir 30 min a 60 °C y desarrollan en presencia de 40% de sales biliares.

Se encuentran en el medio ambiente y su hábitat más importante es el tracto gastrointestinal del hombre y otros animales. (Rodríguez, 2009).

Escherichia coli: Es una bacteria que habita normalmente en el intestino del hombre y animales de sangre caliente, y desempeña un importante papel en la fisiología del intestino. La distribución en el ambiente está determinada por su presencia en el intestino. Por ser un habitante regular y normal del intestino se usa desde hace un siglo como “el mejor” indicador de contaminación con materia fecal de los alimentos. En este caso indica la contaminación con bacterias perjudiciales o patógenas para el hombre que tienen un hábitat común. (Michanie, 2003).

Huevos de helmintos: El huevo constituye la etapa contagiosa de los parásitos de Helminto; son excretados en las heces y se extienden a las aguas residuales, en el suelo o en los alimentos. El huevo es muy resistente a las tensiones ambientales y a la desinfección. (Bitton, 1994).

Salmonella sp: Es un género de la familia enterobacteriácea, que agrupa a los bacilos gramnegativos que se comporta como patógeno intracelular facultativo. Su hábitat es el aparato gastrointestinal de los animales y el hombre. Se encuentra asociada a problemas gastrointestinales, septicémicos y aborto gracias a su capacidad de invasión celular y sobrevivencia intrafagocítica. (Figuroa, 2005).

Vibrio cholerae: Es un germen patógeno que se encuentra generalmente en el agua. La propagación es por vía fecal oral, para poder cumplir con las necesidades de supervivencia del microorganismo. Su ciclo vital se caracteriza por:

El ingreso de la bacteria al huésped por ingestión de agua y alimentos contaminados, incluirse varios factores de colonización, como las adhesinas y la producción de enzimas hidrolíticas, la modificación de la expresión del gen para colonizar el epitelio intestinal y la relación de toxinas, los cambios de su desarrollo, mediados por efectos de las toxinas y su multiplicación. (García, 2007).

Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces están formados por *Escherichia Coli* y especies de *Klebsiella*. Se encuentran casi exclusivamente en las heces de los animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. (Ramalho, 2003).

Estándares de calidad ambiental (ECA)

Establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño y aplicación

Diseño de humedal artificial: El diseño de los humedales artificiales a lo largo de la historia ha tenido diferentes modelaciones que determinan los parámetros necesarios para su diseño. Esto se ha debido a que, a diferencia de otros sistemas de tratamientos, los humedales poseen una serie de interacciones de los microorganismos con la degradación de la materia, trabajando en simbiosis con las plantas; y también considerando el hecho de que, en él, ocurren diferentes procesos tanto físicos, químicos y biológicos.

Elección del sistema a diseñar: De acuerdo a las características de tratamiento de las aguas residuales domésticas, donde existen emisión de olores y tenemos la probabilidad de aparición de vectores, el sistema que mejor aborda este tipo de condiciones es el Humedal

Artificial Subsuperficial, debido a que el agua contaminada fluye debajo del material de soporte, por lo tanto, existe disminución significativa de olores y también permite que no haya contacto directo entre la atmosfera y el agua, evitando la eclosión de mosquitos e insectos. Ahora bien, entre un sistema vertical y uno horizontal, tenemos que, para un menor costo y tiempo de operación, la elección de un sistema horizontal, Para el caso de la presente tesis se selecciona el humedal artificial de flujo horizontal donde el dimensionamiento se realiza en dos etapas: en la primera se determina la superficie necesaria de tratamiento (dimensionamiento biológico), y en la segunda se establecen las dimensiones geométricas del sistema (dimensionamiento hidráulico).

Diseño biológico: En los humedales artificiales la cinética de remoción determina la velocidad en que los contaminantes son removidos del medio. Las velocidades varían según el tipo de contaminante que se quiere reducir o el más significativo a la hora del diseño y construcción. En la mayoría de los casos, la ecuación de velocidad puede expresarse como el producto de una constante por las concentraciones elevadas a una cierta potencia y se expresa en la siguiente fórmula.

$$C_e = \frac{C_o}{1 + K_T \cdot t}$$

Donde:

C_e : Concentración del contaminante efluente. (mg/L)

C_o : Concentración del contaminante afluente. (mg/L)

K_T : Constante de velocidad de reacción de primer orden, dependiente de la temperatura. (d^{-1})

t : Tiempo de retención hidráulica. (d)

Siendo la constante de velocidad de reacción de primer orden según datos empíricos (Reed, S.; Crites, R. & Middlebrooks, E., 1995)

$$K_t = K_{20} * (1.60)^{(T-20)}$$

$$K_{20} = 0,678 * d^{-1}$$

El tiempo de retención hidráulica en los humedales puede ser calculado usando la siguiente ecuación:

$$t = \frac{L * W * h * \eta}{Q}$$

h: Profundidad del agua en el estanque (m).

η : Porosidad, o espacio utilizado por el agua para fluir a través del humedal. En los humedales con flujo libre (FL) la vegetación y las plantas secas ocupan un espacio, mientras que en los humedales con flujo subsuperficial (FSS) el medio, las raíces y otros sólidos hacen lo mismo. La porosidad es un porcentaje y se expresa en forma decimal.

Q: Flujo promedio a través del humedal (m^3 / d). Para determinar el flujo promedio se aplica la siguiente ecuación:

Para determinar el flujo promedio se aplica la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{Q_a + Q_e}{2}$$

Donde:

Qa: Flujo afluente.

Qe: Flujo efluente.

Para hacer un diseño preliminar usualmente se asume que Qa y Qe son iguales. Combinando las ecuaciones (8), (9) y (11) se puede determinar el área superficial del humedal.

$$A_s = \frac{Q * \ln(C_0)}{K_t * h * \eta}$$

Donde:

As: Área superficial del humedal (m^2).

El valor de K_t usado tanto en la ecuación (8) como en la (12) depende del tipo de contaminante removido y de la temperatura.

Diseño hidráulico: El dimensionamiento hidráulico se utiliza para determinar las dimensiones del sistema (anchura y longitud) una vez conocida su superficie a través del dimensionamiento biológico. El dimensionamiento hidráulico se realiza aplicando la Ley de Darcy, que describe el régimen del flujo en un medio poroso, mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{med,d} = K_s * A_{sp} * S$$

Siendo:

Q: el caudal, en m^3 / d .

K_s : la conductividad hidráulica del medio en una unidad de sección perpendicular a la dirección del flujo, en $m^3 / m^2 * d$.

A_{sp} : es la sección del humedal perpendicular a la dirección del flujo, en m^2 / s es el gradiente hidráulico o pendiente (dh/dL), en m/m .

Las dimensiones del humedal se determinan entonces:

$$A_{sp} = \frac{Q_{med,d}}{K_s * S}$$

Siendo:

$Q_{med,d}$: el caudal medio diario, en m^3 / d .

Calculada el área de la sección transversal, y una vez fijada la profundidad (h), se determina el ancho del humedal:

$$W = \frac{A_{sp}}{h}$$

Siendo:

W: el ancho, en m .

h: la profundidad, en m. Conocido el ancho y teniendo en cuenta la superficie determinada con el dimensionamiento biológico se determina la longitud del sistema:

$$L = \frac{As}{w}$$

Siendo:

L la longitud, en m.

Criterios de diseño:

Profundidad del humedal: La profundidad tiene relación con el volumen de agua disponible para el sistema, por lo que su valor influye en el caudal y el tiempo de residencia dentro del humedal. Este parámetro queda condicionado por la profundidad radicular, dependiendo directamente de la especie y tipo de planta utilizada. Las profundidades típicas del humedal de flujo subsuperficial varían de 0,4 m a 1 m (valor usual 0,7 m) y se determina en conjunto con la penetración de las raíces de las plantas a utilizar.

A continuación, se presenta la clasificación de la penetración de las raíces de las plantas emergentes.

Tabla 1

Penetración de las raíces de las plantas emergentes

Plantas emergentes	Penetración de las raíces en el medio
Scirpus Spp	76
Phragmites Australis	>60
Typha Latifoidea	30

Nota. Elaboración propia.

Relación largo ancho: La relación larga/ancho (L/W) debe estar sobre 2/1 para condicionar un flujo tipo pistón. Su valor depende de la cantidad de materia orgánica a eliminar, y de las características y propiedades de los contaminantes que se desean remover. Además, este parámetro está directamente relacionado a la pendiente a utilizar en el fondo del

lecho del humedal, lo que condicionará la velocidad del flujo y si éste podrá romper las fuerzas de fricción del medio granular. (Steiner y Watson., 1993).

Pendiente: En la mayoría de casos estudiados la pendiente más utilizada es del 1%. Resultados de estudios consideran que puede utilizarse el 10% de la profundidad del lecho en su entrada (h_0), a razón de la longitud del humedal (L). (Kadlec y Knight, 1996).

$$S < 0,1 \frac{h_0}{L}$$

Gradiente hidráulico: La ocurrencia de cargas excesivas o disminuciones de la conductividad hidráulica, puede producir gradientes demasiado altos capaces de ocasionar inundaciones. Un límite del 20% de la altura del lecho en las pérdidas de carga permisibles, es suficiente para su buen funcionamiento. (Kadlec y Knight, 1996).

Sustrato: Es el medio donde crecen las plantas, los microorganismos y se realizan los principales procesos de depuración. Para el diseño se recomienda utilizar grava con menos de 30 mm (3/4") de diámetro que es el que funciona mejor. (Arias, 2004). Si se utiliza grava con diámetros muy grandes de sustrato, origina que se incremente la velocidad del paso del agua, resultando en un flujo turbulento y que no se cumpla la ley de Darcy para el diseño. Caso contrario ocurre con grava de tamaño demasiado pequeño, esta reduce la velocidad del paso de agua originando zonas con presencia de agua en la superficie y flujos preferenciales, pero tienen la ventaja de proporcionar una mayor área superficial para la actividad microbiana y la adsorción. En algunos casos se utiliza ciertos tipos de suelo (arcillas) para adsorber metales pesados, fosfatos, etcétera. El inconveniente es la gran reducción de la velocidad de paso del agua. Antes del inicio del diseño se recomienda realizar pruebas de conductividad y porosidad del sustrato escogido (grava), esto para definir exactamente el tipo de material a emplearse. Asimismo, se recomienda multiplicar el valor de la conductividad por 0,33 o bien por 0,1 (10%) para evitar problemas de atascamiento por acumulación de lodos, raíces y otros. Con

relación a la uniformidad del material este debe tener un coeficiente de uniformidad entre 1 y 6, definido como D10-D60. (Terzaghi, y Ralph, 1973.).

A continuación, se presenta las características principales de los substratos usados en los humedales.

Tabla 2

Características principales de los substratos usados en los humedales

Tipo de Material	Tamaño Efectivo D10 (mm)	Conductividad Hidráulica, K, (m³/m²/d)	Porosidad n%
Arena gruesa	2	100-1000	28-32
Arena gruesa	8	500-5000	30-35
Grava fina	16	1000-10000	35-38
Grava media	32	10000-50000	36-40
Roca gruesa	128	50000-250000	38-45

Nota. Elaboración propia.

Dimensionamiento humedal subsuperficial horizontal: De acuerdo a los valores y criterios de diseños utilizados para el dimensionamiento de humedal artificial subsuperficial horizontal domiciliario a construir, se detalla a continuación una tabla resumen de los valores calculados en anexo A, “memoria de cálculo”.

A continuación, se presenta el resumen del dimensionamiento humedal artificial.

Tabla 3

Resumen dimensionamiento humedal artificial

Variables	Simbología	Unidad	Valor
	Diseño biológico		
Caudal medio diario	Q	m ³ /d	0,80
DBO total afluente	C	Mg/l	350,00
DBO total afluente	C	Mg/l	35,00
Profundidad útil del humedal	h	m	0,70
Pendiente del estanque	s	%	0,10

Medio soporte			Grava
Tamaño de grano	mm		25,00
Conductividad hidráulica	Ks	m ³ /m ² d*d	1000,00
Porosidad	n		0,35
Constante de velocidad	K20	1/d	0,68
Constante de velocidad	kc	1/d	0,51
Área superficial	As	m ²	14,84
	Diseño hidráulico		
Área sección transversal	Asp	m ²	0,08
Ancho	W	m	0,8
Largo	L	m	18,60
	Recalculando, valores finales		
Área superficial del humedal	As	m ²	14,84
Ancho del humedal	W	m	2,40
Largo	L	m	6,20
Tiempo de residencia hidráulico	t	días	5,00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 4

Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 1

Parámetros para riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo		
Parámetros	Unidad	Valor
Fisicoquímicos Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	10-700
Conductividad	(gs/cm)	<2000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda química de Oxígeno	mg/L	10
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos-P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10
Nitratos (NO ₂ -N)	mg/L	0,06

Nota. Elaboración propia.

Tabla 5*Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 2*

Parámetros para riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo		
Parámetros	Unidad	Valor
Oxígeno disuelto	mg/L	>=4
Ph	Unidad de pH	6,5-8,5
Sodio		200
Sulfatos		300
Sulfuros		0,05
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5-6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05

Nota. Elaboración propia.**Tabla 6***Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 3*

Parámetros para riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo		
Parámetros	Unidad	Valor
Fisicoquímicos cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo (6+)	mg/L	0,1
Cloruros	mg/L	1
Hierro	mg/L	2,5
Litio	mg/L	150
Magnesio	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2

Nota. Elaboración propia.

Tabla 7*Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 4*

Parámetros para riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo		
Parámetros	Unidad	Valor
Orgánicos		
Aceites y grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	
Clordano (CAS-57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrin	ug/L	

Nota. Elaboración propia.**Tabla 8***Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 5*

Parámetros para riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo		
Parámetros	Unidad	Valor
Endosulfan	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y		
Heptacloripoxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5

Nota. Elaboración propia.

Tabla 9*Agua de categoría 3 - riego de vegetales y bebida de animales- parte 6*

Parámetros para riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo		
Parámetros	Unidad	Valor
Fisicoquímicos Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	10-700
Conductividad	(gs/cm)	<2000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda química de Oxígeno	mg/L	10
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos-P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10
Nitratos (NO ₂ -N)	mg/L	0,06

Nota. Elaboración propia.

2.2. Marco espacial

La investigación se realizará en la Región de Lima y limita al norte con el distrito de La Molina, al este con el distrito de Villa María del Triunfo, al sur con el distrito de Villa El Salvador y San Pedro de los Chorrillos; y al oeste con el distrito de Santiago de Surco.

2.2.1. Características físicas delo distrito de San Juan de Miraflores

Clima y ecología

El distrito corresponde a la región climática tropical; sin embargo, se presentan ambientes desérticos, áridos y semiáridos debido a la corriente fría de Humboldt y la Cordillera de los Andes.

Temperatura

El promedio anual de temperatura es de 18,5 °C, con variaciones promedios mensuales. Durante la ocurrencia de fenómenos de El Niño, la temperatura promedio anual puede alcanzarlos 22.84 °C, elevando los promedios mensuales a 18 y 27.01 °C según el mes.

Humedad relativa máxima

La humedad relativa máxima se mantiene entre el 70% y 87%, y es mayor en los meses de invierno. Este parámetro adquiere mayor registro en las zonas más cercanas a los ríos Rímac, Lurín y otras corrientes de agua de origen natural o artificial.

Nubosidad

El promedio anual de nubosidad es de 6/8, el cual puede considerarse alto ya que cubre un 75% del cielo. La ocurrencia de la nubosidad está estrechamente vinculada con el proceso de inversión térmica que contribuye a saturar de humedad la atmósfera en invierno. La evaporación total anual es de 1,028.6 mm, que está en estrecha relación con la temperatura, pues la intensidad refleja la mayor o menor radiación calórica del suelo, la cual se manifiesta a través de la gasificación de la humedad retenida.

Vientos

En el área de estudio se registran como vientos predominantes los procedentes del Oeste, que alcanzan una velocidad promedio anual de 6.4 Km/H aproximadamente, que de acuerdo a la escala de Beaufort se clasifican como “Brisa Débil”. Estos vientos son más en los meses de octubre a marzo.

Cobertura vegetal

Según la información que maneja la Municipalidad, la extensión de áreas verdes es de 38.4 has. Esta cobertura define un promedio de 1.1 m² por habitante, que está muy alejado del valor mínimo señalado por la OMS que es de 8 m² por habitante.

Suelos

Según la tabla referida a los tipos de suelo en la zona de estudio en el Distrito de San Juan de Miraflores refiere las zonas de estudio y el grado de peligro de la erosión

Tabla 10

Peligro de erosión de suelo por zonas de estudio en el distrito de San Juan de Miraflores

Nº Zona	Área	Grado de peligro Vulnerabilidad de erosión
1	Pamplona Alta	Peligro Medio
2	Pamplona Baja	Peligro Medio
3	Zona Urbana	Peligro Medio
4	María Auxiliadora	Peligro Medio
5	Pampas de San Juan	Peligro Alto y Muy Alto
6	Panamericana Sur	Peligro Alto y Muy Alto (Zona de relleno)

Nota. Elaboración propia.

2.2.2. Características geográficas

Su ubicación geográfica presenta una topografía irregular constituyéndose con quebradas, suelo arenoso y amplias áreas planas, al norte está comprendida por cerros de baja altura, accidentada y que en la actualidad ha sido motivo de construcciones de viviendas precarias habitadas, que constituyen un riesgo.

Zonificación

Se considera 6 zonas: Pamplona Alta, Pamplona Baja, zona urbana, María Auxiliadora, pampas de San Juan y Panamericana Sur. Según su división geográfica, se encuentra dividido en 6 zonas:

1) Zona Pamplona Alta: El sector “Pamplona Alta” de San Juan de Miraflores, se encuentra ubicado en la parte norte del distrito en terrenos accidentados de los cerros del mismo nombre. Limita con los distritos de Surco, La Molina y Villa María del triunfo. En su interior albergan 5 asentamientos humanos, 3 asociaciones de vivienda, 26 sectores poblacionales y 45 ampliaciones; con un total de 79 pueblos y unos 95,000 habitantes (19,000 familias). En esta zona se ubica el cementerio municipal, se han presentado problemas de tráficos de tierras.

2) **Zona Pamplona Baja.** Se denomina “Ciudad de Dios, Pamplona Baja y San Juanita” está en la parte central del distrito, en una franja que corre en paralelo entre la Av. de los Héroes y la Av. Defensores de Lima. Limita con los distritos de Surco y Villa María del Triunfo. Comprende dos parcialidades que son: Ciudad de Dios y Pamplona Baja con una población aproximada de 35,000 habitantes (7,000 familias).

3) **Zona urbana.** Es el sector más consolidado del distrito y está ubicado en su parte central. Tienen una población total de 103,950 habitantes (20,790 familias), y está conformada por las siguientes:

4) **Zona María Auxiliadora.** Se encuentra ubicado en la parte sur del distrito, de terreno arenoso y salitroso, empezando ahí donde termina la urbanización San Juan. Limita en la parte alta con el distrito de Villa María del Triunfo. Cuenta con 14 Asentamientos humanos, una Asociación de Vivienda, 2 AA. HH (sin reconocimiento); con un total de 17 pueblos y una población de 25,000 habitantes (5000 familias).

5) **Zonas Pampas de San Juan.** Ubicado en la parte sur del distrito, abarca una extensión aproximada de 350 hectáreas de terrenos accidentados y eriazos de consistencia arenosa y salitrosa. Limita con los distritos de Villa el Salvador y Villa María del Triunfo. Allí se encuentran la zona industrial y cuenta con 37 Asentamientos humanos, 5 Asociaciones de Vivienda y 4 Cooperativas de Vivienda; con un total de 46 pueblos y una población de 50,000 habitantes (10,000 familias).

6) **Zona Panamericana Sur.** El sector “Panamericana Sur” de SJM se encuentra ubicado en la parte oeste del distrito ya abarca la franja derecha que corre paralela a la carretera Panamericana Sur en una extensión aproximada de 6km. (puente Amauta hasta el kilómetro 18 de la Panamericana). Limita con los distritos de Surco y Chorrillos. Cuenta con 36 Asentamientos humanos, 8 Asociaciones de Vivienda, 5 Cooperativas de Vivienda y una

Urbanización. Tiene un total de 50 pueblos y una población de 45,000 habitantes (9000 familias).

Se habla de una 7° Zona correspondiente a las urbanizaciones residenciales Monterrico Sur y otras limítrofes con Surco que agrupan a un 4% de la población del distrito y que ha motivado la solución del diferendo limítrofe entre las autoridades de San Juan de Miraflores y Surco.

2.3. Marco legal

a) Ley marco

- Constitución Política del Perú de 1993.
- D. L. N° 613 - Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente.
- Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos.
- D. L. N° 17752 - Ley General de Aguas.

b) Sector

- Ley General de aguas y sus Reglamentos
- Reglamento de los requisitos oficiales Físico, Químicos microbiológicos para el agua.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La investigación realizada fue de tipo descriptiva, es decir se manipuló ninguna variable. (Hernández et al., 2014). Responde a un enfoque cuantitativo, ya que se tomaron datos, los cuales fueron procesados, analizados y permitieron brindar respuesta a las hipótesis formuladas, el método general adoptado fue el método deductivo, para determinar el índice de calidad de agua residual para su adecuado uso en las áreas verdes del distrito de San Juan de Miraflores.

3.2. Población y muestra

La población estuvo constituida por el agua residual tratada en la planta de tratamiento de aguas residuales de Sedapal, ubicada en el distrito de San Juan de Miraflores y en la muestra se estableció los puntos de monitoreo de los cuales se obtuvieron los resultados e interpretaron los parámetros fisicoquímicos y biológicos establecidos en la categoría tres de los estándares de calidad ambiental para riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 11

Operacionalización de la variable: Índice de calidad de agua residual

Variables	Indicadores	Valor final	Escala de medición
Índice de calidad de agua	Alcance	>33	Intervalo continuo
	Frecuencia	>0.3	
	Amplitud	>94	
	Numero de sumatoria de excursiones	>0	
	Excursión	>15	

Nota. Elaboración propia.

3.4. Instrumentos

La recolección de los datos se realizó considerando lo siguiente:

Una ficha de campo, coordenadas Utm georreferenciadas del lugar según el Datum WGS84, Protocolo de monitoreo de aguas superficiales del ANA, donde dichos resultados fueron tomados para el proceso de investigación.

3.5. Procedimiento

3.5.1. Fase gabinete

- **Recopilación de información:** Se recolectó toda la información necesaria y antecedentes disponibles acerca del tema de estudio.
- **Adquisición de instrumentos:** Se adquirieron los materiales e insumos necesarios para la tomade datos y recolección de muestras.

3.5.2. Fase de campo

En la planta de tratamiento de aguas residuales

a) Identificación del punto de muestreo: La localización de los puntos de muestreo se estableció previamente en el plan de muestreo, claramente identificados de acuerdo al procedimiento establecido.

En campo se verificó la existencia de efluentes, y el posicionamiento geográfico.

b) Diseño del muestreo: El proceso de muestreo implementado en la presente investigación se ha basado teniendo en consideración el protocolo nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial; propuesta por la Autoridad Nacional del Agua.

c) Toma de muestras: Antes del recojo de muestras de punto de monitoreo, se dejó que, el agua corra durante dos minutos. Luego se colocó el envase contra el sentido de la salida del efluente. Los envases para análisis físico-químico se enjuagaron según las veces necesarias, más no para microbiológicos.

Como fuente puntual se consideró al efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores en términos de concentración, caudal y estado permanente de flujo.

En la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores

1) *Criterios de ubicación de las estaciones de muestreo*

Las estaciones de muestreo estuvieron ubicadas con la finalidad de determinar las fuentes puntuales, así como los puntos de muestreo en el área considerando los siguientes criterios:

- **Identificación:** Las estaciones de muestreo estaban ubicadas utilizando el sistema de posicionamiento global GPS, de manera que sea fácil su ubicación y el reconocimiento exacto, marcando con pintura roja, indicando el número de estación de muestreo.

- **Accesibilidad:** Para un rápido y seguro acceso al lugar para la toma de muestra.

- **Representatividad:** La fuente más representativa del piscícola ingenio. En cuanto a estaciones en el río, se evitó en lo posible ubicarlas en zonas de embalse o turbulentas

2) *Estaciones de muestreo en la planta de tratamiento de aguas residuales*

Inicialmente se delimitó el sistema para conocer las características, se ubicaron estaciones de muestreo en todo el sistema. El establecimiento de las estaciones dentro del sistema se realizó tomando en cuenta una mezcla completa entre las aguas residuales del PTAR de San Juan de Miraflores y las fuentes puntuales.

a) *Determinación de los tiempos de muestreo*

Debido a que la investigación se basó en un análisis de parámetros para riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo que incluyeron parámetros fisicoquímicos, orgánicos y biológicos, nos interesa conocer la evolución conforme avanza el área del efluente hídrico para ello fue necesario determinar la hora de la toma de la muestra para cada estación.

b) Medición de caudales

Aforos en función de velocidad y área (para ríos)

- Determinación de la velocidad
- Determinación del área transversal
- Recolección de la muestra
- Preservación de la muestra
- Rotulación de la muestra

3.5.3. Fase de laboratorio

Evaluación de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las muestras recolectadas.

- pH, temperatura y conductividad eléctrica
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), OD
- Coliformes totales y fecales

3.5.4. Plan de muestreo**A. Pre-muestreo**

Las actividades de pre muestreo se dividieron en:

1) Preparación del material

- Materiales de vidrio y/o plástico
- Blancos viajeros
- Uso de preservantes, Ice packs y/o otros refrigerantes, guantes de látex, etc.

2) Preparación de equipos de campo

- Limpieza de equipos
- Preparación de los estándares de calibración
- Verificación operacional de los equipos

3) Preparación de documentos

- Cadenas de custodia de campo
 - Formatos de registro de datos y/o libretas de campo
 - Procedimientos de muestreo
 - Llenado de formatos de verificación operacional
- 4) ***Embalaje del material de muestreo y equipos***
- 5) ***Transporte de los materiales al punto de muestreo***

a) **Preservación de muestras:**

El tiempo en que transcurre desde que la muestra es tomada en el campo hasta su llegada al laboratorio puede conducir a cambios físicos-químicos y bioquímicos dentro del envase de muestreo, lo que produjo un cambio en la calidad intrínseca de la muestra de agua. Por lo tanto, fue necesario preservar la muestra antes de su envío al laboratorio para prevenir o minimizar estos cambios

Utilizar preservantes indicados para cada uno de los parámetros según el método de la Environmental Protection Agency (EPA) o Standard Methods (SM).

b) **Preservantes frecuentemente utilizados:**

- Ácido nítrico $\text{HNO}_3(1:1)$
- Ácido Sulfúrico $\text{H}_2\text{SO}_4(1:1)$
- Hidróxido de sodio Na (OH)
- Acetato de Zinc, sulfato manganoso, azida de sodio

La preservación en una muestra retarda los cambios químicos y biológicos que sobrevienen inevitablemente al remover la muestra de la fuente original.

c) **Los métodos de preservación son relativamente limitados y se hallan dirigidos a:**

- Retardar la acción biológica
- Retardar la hidrólisis de los compuestos y complejos químicos

- Reducir la volatilidad de los constituyentes

Y se limitan al control del pH, adición química, refrigeración y congelación

d) Cadena de custodia

Es el documento clave para documentar el manejo de muestras, asigna la responsabilidad por la integridad y seguridad de la muestra en cada momento. Asimismo, sirve como solicitud de análisis a la llegada al laboratorio.

Permite hacer control y seguimiento de las condiciones de recolección de la muestra, preservación, codificación, transporte y análisis; esencial para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección de la muestra; esencial para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta el reporte de los resultados. Es evidencia de la trazabilidad del muestreo.

e) Embalaje:

Se verifica el etiquetado de las muestras que corresponda con el cuaderno de campo y la cadena de custodia que lo acompaña, lo que permitirá la rápida y correcta identificación de todos y cada uno de los envases al momento de su recepción en laboratorio.

f) Entrega de muestras al laboratorio:

En este proceso se refleja las condiciones de entrega que van desde la persona responsable de la recepción de las muestras que se compruebe el número total de recipientes y muestras que coincide con lo indicado en la cadena de custodia.

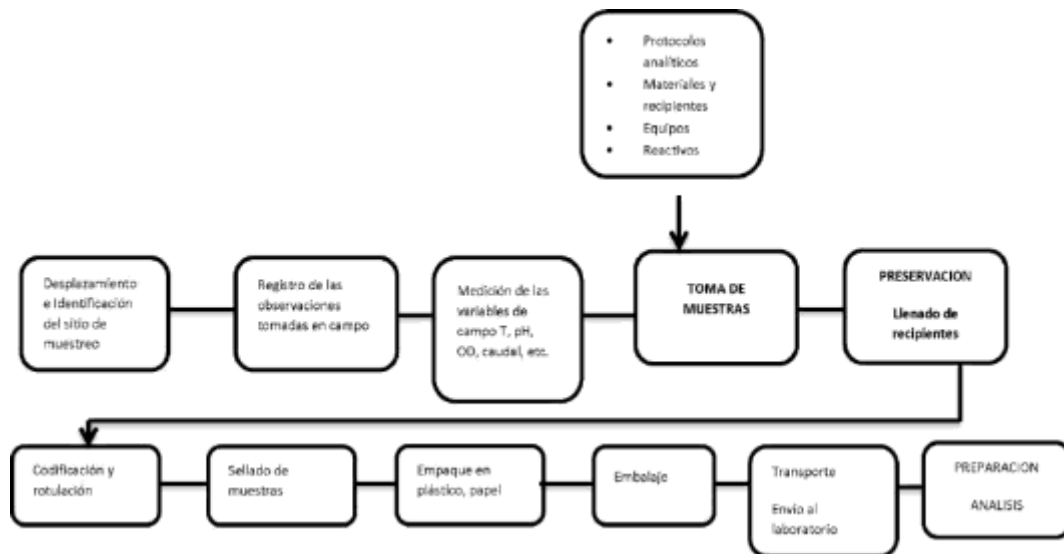
B. Post-muestreo

En este proceso se realizaron actividades como:

- Limpieza de equipos
- Verificación de la operatividad de los equipos y almacenamiento
- Reporte de datos de campo al laboratorio

Figura 2

Procedimiento general de muestreo de calidad de agua



Nota. Tomado de CGTA, 2012

3.6 Análisis de datos

Para recoger la información se utilizaron equipos calibrados y el análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos que tienen certificación del Instituto Nacional de Calidad. El análisis estadístico de los datos se efectuó con ayuda del paquete de datos Microsoft Excel 2016, con el propósito de identificar los valores numéricos que determinaron el índice de calidad de agua residual en el sector abordado, aplicando la estadística descriptiva simple (promedios) para el cálculo de parámetros.

Se tomó en cuenta la siguiente información, para la adaptación de fórmulas en el paquete Excel 2016:

$$\text{Excursión} = \left(\frac{\text{Valor excedido del rango}}{\text{rango}} \right) - 1$$

Índice canadiense de calidad de las aguas:

$$\text{CCME_WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right)$$

3.7. Consideraciones éticas

Se recalca que el desarrollo de esta investigación no supone ningún tipo de riesgo humano, o riesgo hacia el cuidado del ambiente, por el contrario, buscó aportar de forma beneficiosa con sus hallazgos.

IV. RESULTADOS

4.1. Estudio de la encuesta

En este apartado se presentan los resultados del estudio, los cuales fueron procesados utilizando el SPSS 23.0, la cual fue representada en tablas y figuras con su respectivo análisis.

4.1.1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos

Tabla 12

Resultados de los parámetros de calidad de agua en los puntos de monitoreo (planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores en los puntos de monitoreo)

Parámetros fisicoquímicos y biológicos	Unidades	ECA DS 004-2017 MINAM	PUNTOS DE MONITOREO			
			punto 1		punto 2	
			Bocatoma de salida			
			PTAR-SJL		Aguas de 1° y 2° uso	
		12/01/2019	08/05/2019	12/01/2019	08/05/2019	
Oxígeno disuelto	mgO ₂ /L	4	6.5	0.25	6.2	0.04
Conductividad eléctrica	uS/cm	2000	350	2029	320	1712
Sólidos disueltos	mg/L	500	769	1332	921	1060
DQO	mgO ₂ /L	40	131	325	881	1172
Coliformes						
Termotolerantes	(NMP/100mL.)	1000	1.7	11000	54000	35000
Huevos de Helminetos	Huevo/L	1	0.9	0.9	0.9	0.9

Nota. Los análisis fueron realizados por un laboratorio del Instituto Nacional de calidad y se encuentran en el anexo 1 de acuerdo a los resultados. Se puede observar en la tabla 9, los parámetros fisicoquímicos como oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos disueltos y demanda química de oxígeno y los parámetros biológicos, como coliformes termo tolerantes, huevos de helmintos, en las dos estaciones y fechas de monitoreo exceden los estándares de calidad ambiental categoría 3.

4.1.2. Determinación del índice de calidad de agua residual

A continuación, se presenta los índices de calidad de agua calculados mediante la metodología canadiense.

Tabla 13

Índice canadiense de calidad de agua (CCME_WQI)

Parámetros físicoquímicos y biológicos	Unidades	ECA DS 004-2017 MINAM	PUNTOS DE MONITOREO			
			punto 1		punto 2	
			Bocatoma de salida			
			PTAR-SJL		Aguas de 1° y 2° uso	
			12/01/2019	08/05/2019	12/01/2019	08/05/2019
Oxígeno disuelto	mgO ₂ /L	4	-0.38		-0.35	
Conductividad eléctrica	uS/cm	200				
Sólidos disueltos	mg/L	500	-0.35	-0.01	-0.46	-0.53
DQO	mgO ₂ /L	40	-0.69	-0.62	-0.95	-0.97
Coliformes Termotolerantes						
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1		-0.91		
Índice de calidad del agua CCME WQI			33.17	33.1	30.68	33.18
Clasificación			Pobre	Pobre	Pobre	Pobre

Nota. En los resultados de la tabla 10, se evidencian los parámetros físicoquímicos como, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos disueltos y demanda química de oxígeno y los parámetros biológicos como: coliformes termotolerantes y huevos de helmintos, en los dos puntos de monitoreo y en las fechas programadas, se muestra el análisis espacial de la calidad de agua evaluados de acuerdo al Índice del consejo canadiense de medio ambiente (CCME WQI), cuyo resultado de la clasificación es pobre.

A continuación, se presenta clasificación del agua residual de acuerdo al índice de calidad de agua del consejo canadiense de medio ambiente.

Tabla 14

Clasificación del agua residual de acuerdo al Índice canadiense de calidad de agua (CCME_WQI)

Factor	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4
F1	33	50	66.67	50
F2	0.13	0.13	0.17	0.13
Nse	2	12	0	0
F3	94	104.52	104.52	104
CCME	33	30.1	30.69	33.18
Calidad	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre

Nota. En los resultados de la tabla 11, se evidencia el alcance, la amplitud y la frecuencia del punto de monitoreo 1 y 2 con las fechas respectivas de evaluación y el resultado de la clasificación del índice de calidad de agua, de acuerdo al índice canadiense de calidad de agua es pobre.

4.1.3. Propuesta de la implementación de áreas verdes utilizando el agua residual

El índice de calidad de agua que se ha obtenido tiene una clasificación de pobre mediante la implementación de un humedal artificial, se lograra obtener un índice de calidad de agua residual bueno y el cual es apto para el riego de áreas verdes, mediante ello el agua residual que se obtenga mejore la calidad y el costo beneficio y que sea sostenible en el tiempo y espacio para la presente investigación.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Alcanzados en la encuesta

Los resultados de nuestra investigación nos muestran que los parámetros físicoquímicos y biológicos de las aguas residuales de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores, exceden los estándares de calidad ambiental categoría 3 respecto al oxígeno disuelto, sólidos disueltos, demanda química de oxígeno, coliformes termotolerantes.

a) Validación de la hipótesis general

De acuerdo a la hipótesis general el índice de calidad de agua residual es apta y tiene un adecuado uso en la implementación de áreas verdes en el distrito de San Juan de Miraflores y los resultados de la investigación demuestran que el índice de calidad de agua residual es pobre y se tiene que implementar un humedal artificial con fines de riego de áreas verdes. Estos resultados son diferentes a los obtenidos por Bieberach (2019), cuando se realizó el estudio de la sostenibilidad para una red de reúso de agua residual urbana en la ciudad de Lima cuya red de reúso de agua residual urbana para 28 distritos de la ciudad de Lima Metropolitana es viable en términos económicos y ecológicos, equitativo en forma económica y social y soportable en términos ecológicos y sociales.

b) Validación de la hipótesis específica 1

En ese contexto, la hipótesis específica 1 que consideró que estos si se encontraban dentro de los estándares de calidad de agua correspondiente a la categoría 3, se descarta que estos si se encontrarían cumpliéndose la hipótesis alterna. Estos resultados son similares que los obtenidos por Benavides (2008), cuando hizo la evaluación de la calidad del agua residual en las principales lagunas del estado de chihuahua con fines de riego agrícola, los parámetros evaluados como pH, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, mostraron

concentraciones más altas, tomando como referencia el Consejo Canadiense de medio ambiente.

c) Validación de la hipótesis específica 2

De acuerdo a la hipótesis específica 2, el índice de calidad de agua en la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores establecido en el marco del consejo canadiense de medio ambiente, se clasificaría como bueno, según nuestros resultados la clasificación determinada es pobre con lo cual se descarta esta hipótesis y se valida la hipótesis alterna. Estos resultados son diferentes a los obtenidos por Ardila y Saldarriaga (2013), cuando se la hizo formulación de un índice global de calidad de aguas residuales para riego, cuyo resultado indico un valor de 70, que representaba la mejor calidad deseable.

d) Validación de la hipótesis específica 3

De acuerdo a la hipótesis específica 3, se planteó que el agua residual es el agua tratada es utilizada adecuadamente para la implementación de áreas verdes según nuestra propuesta de investigación, y los resultados de la investigación demuestran que la implementación de un diseño de humedal artificial es el adecuado para el uso de aguas residuales con fines deriego de áreas verdes. Estos resultados son diferentes a los obtenidos por Flores et al. (2013), cuando se realizó la propuesta del Índice de calidad de agua residual utilizando un modeloaritmético ponderado, cuyo resultado se indicó que se debe implementar un vertimiento de agua residual.

VI. CONCLUSIONES

En función al desarrollo del estudio, se generaron las siguientes conclusiones:

6.1. Se requiere medidas correctivas propuestas a partir de estos hallazgos, para asegurar un uso adecuado de aguas residuales en la implementación de áreas verdes.

6.2. Se determinó que el índice de calidad de agua residual no es apta para el adecuado uso en el riego de áreas verdes en el distrito de San Juan de Miraflores.

6.3. Los parámetros físico químicos y biológicos en los dos puntos de monitoreo en sus respectivas fechas, no se encuentran dentro de los valores del estándar de calidad de agua correspondiente a la categoría 3.

6.4. El índice de calidad de agua en la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores establecido en el marco del consejo canadiense de medio ambiente, se clasifica como pobre para riego de áreas verdes.

6.5. Se concluye que la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores no tienen un proceso adecuado el cual no establece el índice de calidad de agua apta para riego de áreas verdes, por lo cual se sugiere mejorar el tratamiento en la investigación y el cual nos ha permitido evaluar la calidad de esta agua según la norma del consejo canadiense de medio ambiente en ese contexto es un aporte para el distrito de San Juan de Miraflores y para los que administran la planta de tratamiento de aguas residuales.

VII: RECOMENDACIONES

7.1. Restringir el uso de aguas residuales para el riego de áreas verdes en el distrito de SJM, no obstante, estas aguas podrían emplearse de aplicar un tratamiento previo, en el efluente de salida de la planta de tratamiento de Agua Residual de San Juan de Miraflores, que permita tener valores admisibles en el uso y riego de áreas verdes.

7.2. Como medidas de tratamiento para las aguas residuales analizadas se recomienda implementar un humedal artificial con fines de riego de áreas verdes.

7.3. Se recomienda elaborar un proyecto técnico económico para la puesta en marcha de un humedal artificial en el distrito de San Juan de Miraflores.

7.4. Se recomienda implementar una metodología para determinar el índice de calidad de agua que esté acorde con la realidad peruana de acuerdo a las características geográficas y edafológicas de cada región del Perú.

VIII. REFERENCIAS

- Alfayate, J. (2008). *Contaminación ambiental una visión desde la química: Características de las aguas naturales*. Editorial Paraninfo.
- Ardila, A. y Saldarriaga, J. (2013). Formulación de un índice global de calidad de aguas residuales para riego. *Avances en ciencias e ingeniería*,4(3), pp. 11-26.
<https://www.redalyc.org/pdf/3236/323629167002.pdf>
- Arias, O. (2004). “*Estudio de la biodegradación de la materia orgánica en humedales contruidos de flujo subsuperficial*”. [Tesis de pregrado]. Universitat Politècnica de Catalunya.
<http://hdl.handle.net/2099.1/3339>
- Autoridad Nacional del Agua. [ANA]. (2012). Memoria Anual 2012.
<https://hdl.handle.net/20.500.12543/4747>
- Benavides, A. (2008). Evaluación de la calidad del agua en las principales lagunas del Estado de Chihuahua. *Revista Latinoamericana de recursos naturales*,4(2), pp. 84-88.
<https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/107>
- Bermejillo, A. (2010). El aprovechamiento del agua en el cinturón verde de la provincia de Mendoza: análisis de la calidad hídrica e impacto ambiental. *Plataforma de información para políticas públicas (PiPP)*.
https://www.ina.gov.ar/ifrh-2018/pdf/IFRH_2018_paper_50.pdf
- Bieberach, H. (2019). “*Sostenibilidad para unared de reúso de agua residual urbana en la ciudad de Lima*”. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/15172>
- Bitton, G. (1994). *Microbiología de las aguas residuales*. Editorial Hoboken.

Clesceri, L., Franson, M., Greenberg, A. y Eaton, A. (1999). *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. (20th ed.). Editorial American Public Health Association.

Constitución Política del Perú [Const]. Art. 2, 29 de diciembre de 1993.

https://www.sat.gob.pe/transparenciav2/Normas/descargar/CONSTITUCION_POLITICA_DEL_PERU_1993_v2.pdf

Decreto Legislativo N° 613 – Promulgan el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. (07 de setiembre de 1990).

<https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/DecretosLegislativos/00613.pdf>

Decreto Ley N° 17752 – Ley General de Aguas. (24 de julio de 1969).

<https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/353353-ley-general-de-aguas-decreto-ley-n-17752->

Figueroa, I. y Verdugo, A. (2005). Mecanismos moleculares de patogenicidad de *Salmonella* sp. *Revista Latinoam Microbiol*, 47(1), pp. 25-42.

https://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2005/mi05-1_2e.pdf

Flores, P., Meléndez, J. y Amezcua, M. (2013). Propuesta de índice de calidad de agua residual utilizando un modelo aritmético ponderado. *Revista de ciencia y tecnología de America*, 38(2), pp. 145-149.

<https://www.redalyc.org/pdf/339/33926950011.pdf>

García, F. (2007). *Metodología de extracción in situ de coagulantes naturales para la clarificación de agua superficial. Aplicación en países en vías de desarrollo*. (1ª ed.). Universidad Politécnica de Valencia.

González, V., Caicedo, O. y Aguirre, N. (2013). Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada La Ayurá. *Gestión y Ambiente*, 16(1), pp. 97-107. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169427489003.pdf>

Hernández, S.; Fernández, C.; Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. (4ª ed.). Mc Graw Hill Educación.

Instituto Metropolitano de Planificación [IMP], (2010). *Inventario de Área Verdes a Nivel Metropolitano*.

<http://www.urbanistasperu.org>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. [INEI]. (2015). *Compendio estadístico 2015*.

https://ebook-gc.enap.edu.pe/wp-content/uploads/2018/04/EN1MINUTO_22.pdf

Kadlec, R. y Wallace, S. (1996). *Treatment wetlands*. (2nd Ed.). Press.

Ley de Henry (1803). *Solubilidad de gases y sales*. Unidad de Apoyo para el aprendizaje.

http://132.248.48.64/repositorio/moodle/pluginfile.php/1983/mod_resource/content/9/Contenido/index.html

Ley de Vant' Holf. (1884). *Estudios de dinámica químicas*.

https://es.wikipedia.org/wiki/Jacobus_Henricus_van_%27t_Hoff

Ley N° 28611 – Ley General del Medio Ambiente en Peru. (21 de abril de 2017). Congreso de la República del Perú.

<https://www.gob.pe/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/3569-28611>

Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos. (23 de marzo de 2009). Congreso de la República del Perú.

<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>

Marín, R. (2003). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas*. (4ª ed.). Ediciones Díaz de Santos.

Michanie, S. (2003). La bacteria que dispara el HACCP en la industria de la carne. *Revista Ganado y Carne*, 4(17), pp. 40-42.

https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/44-escherichia_coli.pdf

- Moya, T. (2009). *Riego localizado y fertirrigación*. (4ª ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- Organización Mundial de la Salud. [OMS]. (2015). Progresos en materia de agua potable y saneamiento: informe de actualización 2015 y evaluación del ODM.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/204485>
- Orozco, C., Pérez, A., González, N., Rodríguez, F. y Alfayate, J. (2003). *Contaminación ambiental: una visión desde la química*. Editorial Thomson.
- Pérez, J. (2011). *Manual para determinar la calidad del agua para riego agrícola. Trabajo de experiencia recepcional*. Universidad Veracruzana.
- Ramallo, R. (2003). *Tratamiento de aguas residuales*. Editorial Reverté.
- Rodríguez, M. (2009). *Aislamiento e identificación de bacterias del género Enterococcus spp. en quesos artesanales utilizando la reacción en cadena de la polimerasa*. Proyecto especial. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
<https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/299>
- Sistema Nacional de Gestión de recursos hídricos. [SNGRH]. (2015). Compendio estadístico de recursos hídricos.
<https://hdl.handle.net/20.500.12543/672>
- Steiner, G. y Watson, J. (1993). *General design, construction and operation guidelines: Constructed wetlands wastewater treatment systems*. (2st Ed.) CRC Press.
- Terzaghi, K. y Ralph, P. (1973.). *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*. (2ª ed.). Editorial El Ateneo.
- Usón, A., Bosh Serra, Á., Martín, A. y Boxaidera, J. (2010). *Tecnología de suelos: estudio de casos*. Zaragoza. Editorial Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Vizcarra, A. (2002). *Exosfera*. Editorial Mc Graw Hill.

IX. ANEXOS:

Anexo A: Matriz de consistencia

“Índice de calidad de agua residual para áreas verdes, caso San Juan de Miraflores”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, E INDICADORES	MÉTODO
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuáles son los valores del índice de calidad de agua residual para su adecuado uso en las áreas verdes del distrito de San Juan de Miraflores?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ¿Cómo se realizará el monitoreo de aguas residuales para determinar los parámetros físicos, químicos y biológicos? 2) ¿Cómo se calculará el índice de calidad de agua en base a los resultados obtenidos en el monitoreo ambiental? 3) ¿De qué forma el agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores debería utilizarse en las áreas verdes? 	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el índice de calidad de agua residual para su adecuado uso en las áreas verdes del distrito de San Juan de Miraflores</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Realizar el monitoreo de aguas residuales para determinar los parámetros físicos, químicos y biológicos en la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores. 2) Calcular el índice de calidad de agua en base a los resultados obtenidos en el monitoreo ambiental. 3) Proponer mejoras en la implementación de áreas verdes de acuerdo al índice de calidad de agua la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL El cálculo del índice de calidad de agua residual nos permitirá determinar si esta agua es apta y de serlo, cuál sería el adecuado uso en la implementación de áreas verdes en el distrito de San Juan de Miraflores.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Los parámetros físicos y químicos de las aguas tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores se encontrarán dentro de los estándares de calidad de agua correspondiente a la categoría 3 y los parámetros biológicos exceden los valores propuestos en el estándar de calidad de agua correspondiente a la categoría 3. 2) El índice de calidad de agua en la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan de Miraflores establecido en el marco del consejo canadiense de medio ambiente, se clasifica como bueno para riego de áreas verdes. 3) El agua tratada será utilizada adecuadamente para la implementación de áreas verdes según nuestra propuesta de investigación. 	<p>VARIABLE CALIDAD DE CALIDAD DE AGUA</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alcance • Frecuencia • Amplitud • Numero de sumatoria de excursiones • Excursión 	<p>La investigación es de enfoque cuantitativo.</p> <p>Esta investigación será de tipo descriptiva.</p> <p>En esta investigación se utilizará los siguientes métodos: Deductivo</p> <p>La población de la investigación estuvo constituida por el agua residual tratada en la planta de tratamiento de aguas residuales de Sedapal.</p> <p>Los instrumentos que se utilizaron fueron: Se adquirieron los materiales e insumos necesarios para la toma de datos y recolección de muestras.</p> <p>Las técnicas de recolección de datos que se utilizaron fueron las siguientes: Recopilación de información: Se recolectó toda la información necesaria y antecedentes disponibles acerca del tema de estudio.</p>

Anexo B: Fotos de monitoreo de los parámetros químicos del agua residual

Se observa la cadena de custodia y los instrumentos para el monitoreo.



Se observa los refrigerantes utilizados en el equipo de monitoreo.



Se observa la entrega del kit de monitoreo.



Se evidencia el monitoreo de agua residual del punto 1 de la salida de la plantade tratamiento de agua residual de Sedapal.



Se evidencia el monitoreo de agua residual para coliformes fecales en el punto de monitoreo 1.



Se evidencia el monitoreo de agua residual para demanda química de oxígeno en el punto de monitoreo 1.



Se evidencia el monitoreo de agua residual para parámetros físicos en el punto de monitoreo 1.



Se evidencia el llenado de la cadena de custodia de los parámetros de calidad de agua monitoreados en el punto de monitoreo 1.



Se evidencia el formato de la cadena de custodia de los parámetros calidad de agua monitoreados en el punto de monitoreo 1.



Se evidencia el kit de monitoreo en el punto de monitoreo 1 luego de realizar el monitoreo del agua superficial.



Se evidencia el monitoreo de los parámetros biológicos del agua residual en el punto de monitoreo 2.



Se evidencia el monitoreo de los parámetros químicos del agua residual en el punto de monitoreo 2.



Se evidencia la medición del caudal con el método volumétrico en el punto de monitoreo 2.

Anexo C: Informe de ensayos acreditado por INACAL



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



INFORME DE ENSAYO N° 1-19417/19

Pág. 1/2

Solicitante : PORTOCARRERO PALOMINO, DEYSI
Domicilio legal : Prolongación Libertad 1770 - El Tambo - Huancayo
Producto declarado : AGUA RESIDUAL
Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestras x 5 L
Muestra proporcionada por el solicitante
Identificación de la muestra : MUESTRA 1
PM1-AGUA RESIDUAL-BOCATOMA DE SALIDA
PTAR-SAN JUAN DE MIRAFLORES
ALTITUD: 89.5 M.S.N.M
UTM ESTE 286056; NORTE 8652065
Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado
Fecha de recepción : 2019 - 12 - 01
Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 12 - 02
Fecha de término del ensayo : 2019 - 12 - 06
Ensayo realizado en : Laboratorio de Microbiología (Callao) / Ambiental / Toxinas e Hidrobiología (Callao)
Identificado con : H/S 19013781 (EXMA-20822-2019)
Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes (NMP)	NMP/100 mL	< 1,8

Análisis Físico Químico:

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	10,0	mg/L	131
Sólidos Disueltos	2,5	mg/L	769

LD Límite de detección

Análisis Hidrobiológico:

Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS (Huevos/L)
HELMINTOS	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	< 1
		<i>Paragonimus</i> sp.	< 1
		<i>Schistosoma</i> sp.	< 1
		<i>Clonorchis</i> sp.	< 1
		<i>Echinostoma</i> sp.	< 1
	Cestoda	<i>Taenia</i> sp.	< 1
		<i>Dipylidium</i> sp.	< 1
		<i>Hymenolepis</i> sp.	< 1
		<i>Diphyllobothrium</i> sp.	< 1
		<i>Ascaris</i> sp.	< 1
	Nematoda	<i>Ancylostoma</i> sp / <i>Necator</i> sp.	< 1
		<i>Trichuris</i> sp.	< 1
		<i>Capillaria</i> sp.	< 1
		<i>Trichostrongylus</i> sp.	< 1
		<i>Strongyloides</i> sp.	< 1
		<i>Enterobius</i> sp.	< 1
		<i>Macracanthorhynchus</i> sp.	< 1
	Acanthocephala		

Nota: <1 es equivalente a la no detección de huevos de helmintos



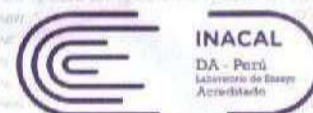
AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

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

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



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



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-19417/19

Pág. 2/2

MÉTODOS

Detección y/o enumeración de huevos de helmintos: CERPER LE-ME-HPA (Método Validado), 2011. Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas, para uso y consumo humano, residual, subterránea, de mar y superficial

Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed 2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC medium)

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

Sólidos Disueltos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed.2017.Solids. Total dissolved Solids Dried at 180° C

OBSERVACIONES

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

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

Callao, 13 de diciembre de 2019

AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C. I. P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

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

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



ANEXO (INFORMATIVO)

INFORME DE ENSAYO N° 1-19417/19 ESTE ANEXO NO FORMA PARTE DEL INFORME DE ENSAYO EMITIDO

Pág.1/1

En el ensayo de **DETECCIÓN Y/O ENUMERACIÓN DE HUEVOS DE HELMINTOS** se observó en la muestra, presencia de larvas de nematodos y protozoarios patógenos

Gallao, 13 de diciembre de 2019
AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS



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



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-19705/19

Pág. 1/2

Solicitante	: PORTOCARRERO PALOMINO, DEYSI
Domicilio legal	: Prolongación Libertad 1770 - El Tambo - Huancayo
Producto declarado	: AGUA RESIDUAL
Cantidad de Muestras para el Ensayo	: 1 muestra x 5 L Muestra proporcionada por el solicitante
Identificación de la muestra	: MUESTRA 2 PM2-BUZON VIVERO SAN JUAN DE MIRAFLORES ALTITUD: 109 M.S.N.M UTM ESTE 284783; NORTE 8655079
Forma de Presentación	: En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado
Fecha de recepción	: 2019 - 12 - 01
Fecha de inicio del ensayo	: 2019 - 12 - 02
Fecha de término del ensayo	: 2019 - 12 - 06
Ensayo realizado en	: Laboratorio de Microbiología (Callao) / Ambiental / Toxinas e Hidrobiología (Callao)
Identificado con	: H/S 19013781 (EXMA-20822-2019)
Validez del documento	: Este documento es válido solo para las muestras descritas

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes (NMP)	NMP/100 mL	54 000 000

Análisis Físico Químico:

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	10,0	mg/L	881
Sólidos Disueltos	2,5	mg/L	921

LD: Límite de detección

Análisis Hidrobiológico:

Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS (Huevos/L)
HELMINTOS	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	< 1
		<i>Paragonimus</i> sp.	< 1
		<i>Schistosoma</i> sp.	< 1
		<i>Cionorchis</i> sp.	< 1
		<i>Echinostoma</i> sp.	< 1
	Cestoda	<i>Taenia</i> sp.	< 1
		<i>Dipylidium</i> sp.	< 1
		<i>Hymenolepis</i> sp.	< 1
		<i>Diphyllobothrium</i> sp.	< 1
		<i>Ascaris</i> sp.	< 1
	Nematoda	<i>Ancylostoma</i> sp / <i>Necator</i> sp.	< 1
		<i>Trichuris</i> sp.	< 1
		<i>Capillaria</i> sp.	< 1
		<i>Trichostrongylus</i> sp.	< 1
		<i>Strongyloides</i> sp.	< 1
	Acanthocephala	<i>Enterobius</i> sp.	< 1
<i>Macracanthorhynchus</i> sp.		< 1	

Nota: <1 es equivalente a la no detección de huevos de helmintos



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

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

info@cerper.com - www.cerper.com

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



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



INFORME DE ENSAYO N° 1-19705/19

Pág. 2/2

MÉTODOS

Detección y/o enumeración de huevos de helmintos: CERPER LE-ME-HPA (Método Validado). 2011. Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas: para uso y consumo humano, residual, subterránea, de mar y superficial

Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed.2017. Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC medium)

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

Sólidos Disueltos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed 2017 Solids. Total dissolved Solids Dried at 180° C

OBSERVACIONES

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

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

Callao, 13 de diciembre de 2019

AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

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

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

info@cerper.com - www.cerper.com



ANEXO (INFORMATIVO)

INFORME DE ENSAYO N° 1-19705/19 ESTE ANEXO NO FORMA PARTE DEL INFORME DE ENSAYO EMITIDO

Pág.1/1

En el ensayo de **DETECCION Y/O ENUMERACION DE HUEVOS DE HELMINTOS** se observó en la muestra, presencia de larvas de nematodos y protozoarios patógenos

Callao, 13 de diciembre de 2019
AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.


ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS



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



Registro N° LE- 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-09494/19

Pág. 1/2

Solicitante : PORTOCARRERO PALOMINO, DEYSI
 Domicilio legal : Prolongación Libertad 1770 - El Tambo - Huancayo
 Producto declarado : AGUA RESIDUAL
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 4,5 L
Muestra proporcionada por el solicitante
 Identificación de la muestra : **PM1 - AGUA RESIDUAL - BOCATOMA DE SALIDA PTAR - SAN JUAN DE MIRAFLORES**
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 2019-08-04 10:30
COORDENADAS UTM WGS 84: ESTE: 286056 / NORTE: 8652065
ALTITUD (m.s.n.m): 89.5
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado
 Fecha de recepción : 2019 - 08 - 05
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 08 - 05
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 08 - 09
 Ensayo realizado en : Laboratorio de Microbiología (Callao) / Ambiental / Toxinas e Hidrobiología (Callao)
 Identificado con : H/S 19008706 (EXMA-12295-2019)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Resultado
(*) Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	11 000

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

Análisis Físico Químico:

Ensayos	LD	Unidad	Resultados
Conductividad	-	µS/cm	2 029
Demanda Química de Oxígeno	10,0	mg O ₂ /L	325
Oxígeno Disuelto	0,05	mg/L	0,25
Sólidos Disueltos Totales	2,5	mg/L	1 332

LD: Límite de detección

Análisis Hidrobiológico:

Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS (Huevos/L)
H E L M I N T O S	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	< 1
		<i>Paragonimus sp.</i>	< 1
		<i>Schistosoma sp.</i>	< 1
		<i>Clonorchis sp.</i>	< 1
		<i>Echinostoma sp.</i>	< 1
	Cestoda	<i>Taenia sp.</i>	< 1
		<i>Dipylidium sp.</i>	< 1
		<i>Hymenolepis sp.</i>	< 1
		<i>Diphyllobothrium sp.</i>	< 1
	Nematoda	<i>Ascaris sp.</i>	< 1
		<i>Ancylostoma sp / Necator sp.</i>	< 1
		<i>Trichuris sp.</i>	< 1
		<i>Capillaria sp.</i>	< 1
		<i>Trichostrongylus sp.</i>	< 1
		<i>Strongyloides sp.</i>	< 1
		<i>Enterobius sp.</i>	< 1
Acanthocephala	<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	< 1	

Nota: <1 es equivalente a la no detección de huevos de helmintos



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

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

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



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



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-09494/19

Pág. 2/2

MÉTODOS

(*) Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed.2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform group. Fecal Coliform procedure. Thermotolerant coliform test (EC medium)

Conductividad: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017. Conductivity. Laboratory Method

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

Oxígeno Disuelto: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23 rd Ed.2017. Oxygen (Dissolved). Azide Modification

Sólidos Disueltos Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed.2017. Solids. Total dissolved Solids Dried at 180° C

Detección y/o enumeración de huevos de helmintos: CERPER LE-ME-HPA (Método Validado), 2011. Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas: para uso y consumo humano, residual, subterránea, de mar y superficial

OBSERVACIONES

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

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

Callao, 14 de agosto de 2019
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

(Firma manuscrita)
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

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

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

ANEXO

INFORME DE ENSAYO N° 1-09494/19

Pág. 1/1

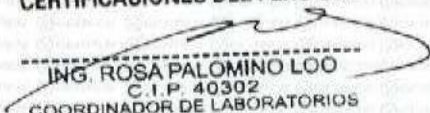
Observaciones:

En el ensayo de **DETECCIÓN Y/O ENUMERACIÓN DE HUEVOS DE HELMINTOS**, se encontró en la Muestra: **Presencia de larvas de nematodos.**

El ensayo de **Coliformes Termotolerantes**, se emite **No Acreditado** por no cumplir con las condiciones de tiempo máximo desde la toma de muestra y el inicio del ensayo.

Callao, 14 de agosto de 2019
 BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.


 ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.I.P. 40302
 COORDINADOR DE LABORATORIOS

INFORME DE ENSAYO N° 1-09479/19

Pág. 1/2

Solicitante : **PORTOCARRERO PALOMINO, DEYSI**
 Domicilio legal : Prolongación Libertad 1770 - El Tambo - Huancayo
 Producto declarado : **AGUA RESIDUAL**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 4.5 L
Muestra proporcionada por el solicitante
 Identificación de la muestra : **PM 2 - BUZÓN VIVERO SAN JUAN DE MIRAFLORES**
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 2019-08-04 / 11:40
COORDENADAS UTM WGS 84: ESTE: 284783 / NORTE: 8655079
ALTITUD (m.s.n.m): 109
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado
 Fecha de recepción : 2019 - 08 - 05
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 08 - 05
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 08 - 09
 Ensayo realizado en : Laboratorio de Microbiología (Callao) / Ambiental / Toxinas e Hidrobiología (Callao)
 Identificado con : **H/S 19008705 (EXMA-11197-2019)**
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Análisis Microbiológico:

Ensayo	Unidad	Resultado
(*) Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	35 000 000

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

Análisis Físico Químico:

Ensayos	LD	Unidad	Resultados
Conductividad	-	µS/cm	1 712
Demanda Química de Oxígeno	10.0	mg O ₂ /L	1 172
Oxígeno Disuelto	0.05	mg/L	< 0,05
Sólidos Disueltos Totales	2.5	mg/L	1 080

LD: Límite de detección

Análisis Hidrobiológico:
Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS
			(Huevos/L)
H E L M I N T O S	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	< 1
		<i>Paragonimus</i> sp.	< 1
		<i>Schistosoma</i> sp.	< 1
		<i>Clonorchis</i> sp.	< 1
		<i>Echinostoma</i> sp.	< 1
	Cestoda	<i>Taenia</i> sp.	< 1
		<i>Dipylidium</i> sp.	< 1
		<i>Hymenolepis</i> sp.	< 1
		<i>Diphyllobothrium</i> sp.	< 1
	Nematoda	<i>Ascaris</i> sp.	< 1
		<i>Ancylostoma</i> sp / <i>Necator</i> sp.	< 1
		<i>Trichuris</i> sp.	< 1
		<i>Capillaria</i> sp.	< 1
		<i>Trichostrongylus</i> sp.	< 1
		<i>Strongyloides</i> sp.	< 1
		<i>Enterobius</i> sp.	< 1
	Acanthocephala	<i>Macracanthorhynchus</i> sp.	< 1

Nota: <1 es equivalente a la no detección de huevos de helmintos





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



INFORME DE ENSAYO N° 1-09479/19

Pág. 2/2

MÉTODOS

(*) Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed.2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform group. Fecal Coliform procedure. Thermotolerant coliform test (EC medium)

Conductividad: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed.2017. Conductivity. Laboratory Method

Demanda Química de Oxígeno (DQO): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colometric Method

Oxígeno Disuelto: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23 rd Ed.2017. Oxygen (Dissolved). Azide Modification

Sólidos Disueltos Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed.2017. Solids, Total dissolved Solids Dried at 180° C

Detección y/o enumeración de huevos de helmintos: CERPER LE-ME-HPA (Método Validado), 2011. Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas: para uso y consumo humano, residual, subterránea, de mar y superficial

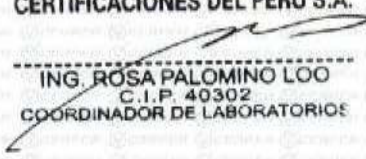
OBSERVACIONES

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

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

Callao, 14 de agosto de 2019
BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.


ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

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

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

ANEXO

INFORME DE ENSAYO N° 1-09479/19

Pág. 1/1

Observaciones:

En el ensayo de **DETECCIÓN Y/O ENUMERACIÓN DE HUEVOS DE HELMINTOS**, se encontró en la Muestra: Presencia de larvas de nematodos.

El ensayo de **Coliformes Termotolerantes**, se emite **No Acreditado** por no cumplir con las condiciones de tiempo máximo desde la toma de muestra y el inicio del ensayo.

Callao, 14 de agosto de 2019
 BC

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

 ING. ROSA PALOMINO LOO
 C. I. P. 40302
 COORDINADOR DE LABORATORIOS