



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Tratamiento de agua del río Mashcón aplicando humedales  
artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca - 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Ambiental

**AUTORAS:**

Bustamante Pajares, Bibian Stefani (orcid.org/0000-0002-6811-2338)

Tiznado Rojas, Laura Nataly (orcid.org/0009-0006-4315-8141)

**ASESOR:**

Mg. Montalvo Morales, Kenny Ruben (orcid.org/0000-0003-4403-4360)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2024

## DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a Hashem, ya que gracias a él estoy aquí con vida y logrando concluir mi carrera, a mi madre Clara porque ella fue la que me incentivo a estudiar esto, siempre estuvo a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para ser de mí una mejor persona, a mis hermanos Tatiana y Alan por su apoyo en todo este proceso, a mi esposo Erick por su apoyo incondicional, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente. Por último, se lo dedico a mis dos hijos Bihanko e Ithiel ya que son mi fuerza, motor y motivo para nunca rendirme y poder llegar a ser su ejemplo de vida.

Esta tesis la dedico a Dios por el don de la vida, a mis amados padres Victoria y Jorge, por su amor y apoyo incondicional; a mis hermanos Walter y Jorge por motivarme a seguir adelante, a mi querida Madrina Rosa por sus consejos y procurar lo mejor para mí; a mi mentor el Dr. Félix Fernández por sus enseñanzas, así como el afecto brindado y aquellos que siempre vivirán en mi corazón Felipa, Maruja, Víctor y Nerio.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Universidad César Vallejo por brindarnos la oportunidad de poder concluir con esta etapa profesional; a nuestro asesor de Tesis el Mg. Kenny Montalvo, por su dedicación y conocimientos durante el desarrollo de esta Tesis.

Al Blgo. Marco Sánchez Peña, por su amistad y orientación en la realización de esta tesis.

Así como al Laboratorio Regional del agua – Cajamarca y aquellas personas que de una u otra forma nos apoyaron en la realización de esta investigación.

# DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

## **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MONTALVO MORALES KENNY RUBEN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "TRATAMIENTO DE AGUA DEL RÍO MASHCÓN APLICANDO HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL, CAJAMARCA - 2023", cuyos autores son BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN STEFANI, TIZNADO ROJAS LAURA NATALY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Abril del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MONTALVO MORALES KENNY RUBEN <b>DNI:</b> 43713929 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4403-4360	Firmado electrónicamente por: KRMONTALVO el 17- 04-2024 16:47:50

Código documento Trilce: TRI - 0741286



# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

## **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN STEFANI, TIZNADO ROJAS LAURA NATALY estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "TRATAMIENTO DE AGUA DEL RÍO MASHCÓN APLICANDO HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL, CAJAMARCA - 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
BIBIAN STEFANI BUSTAMANTE PAJARES <b>DNI:</b> 73099061 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6811-2338	Firmado electrónicamente por: BBUSTAMANTPA8 el 01-04-2024 00:25:29
LAURA NATALY TIZNADO ROJAS <b>DNI:</b> 72940471 <b>ORCID:</b> 0009-0006-4315-8141	Firmado electrónicamente por: LNTIZNADO el 01-04-2024 00:27:15

Código documento Trilce: TRI - 0741287



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimiento de recolección de datos.....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos .....	25
IV. RESULTADOS .....	26
V. DISCUSIÓN .....	37
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES .....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Datos requeridos para el diseño de humedal.....</i>	19
<b>Tabla 2.</b> <i>Resultados para la elaboración del diseño de humedales.....</i>	26
<b>Tabla 3.</b> <i>Resultados de las muestras de agua antes de ser tratadas.....</i>	26
<b>Tabla 4.</b> <i>Resultados de las muestras del agua tratada.....</i>	27
<b>Tabla 5.</b> <i>Resultados de remoción del agua tratada.....</i>	27
<b>Tabla 6.</b> <i>Tabla de homogeneidad de Varianzas.....</i>	28
<b>Tabla 7.</b> <i>Prueba de normalidad.....</i>	28
<b>Tabla 8.</b> <i>Prueba de variabilidad: Análisis de varianza .....</i>	29
<b>Tabla 9.</b> <i>Prueba de comparaciones múltiples Tukey .....</i>	31
<b>Tabla 10.</b> <i>Análisis del DBO5.....</i>	32
<b>Tabla 11.</b> <i>Análisis del DQO.....</i>	34
<b>Tabla 12.</b> <i>Análisis de Coliformes Termotolerantes.....</i>	35
<b>Tabla 13.</b> <i>Porcentajes de remoción de los antecedentes .....</i>	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Lugar dónde se captó el agua del río Mashcón para tratamiento.....	16
<i>Figura 2.</i> Lugar de ubicación de los humedales con el agua a tratar .....	17
<i>Figura 3.</i> Construcción de humedal.....	23
<i>Figura 4.</i> Adapatación de las especies.....	24

## RESUMEN

Esta tesis tuvo como objetivo analizar el tratamiento de agua del río Mashcón mediante la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial Cajamarca – 2023, realizando el tratamiento se logró que el agua sea apta para la agricultura, entre otras actividades. La metodología se basó en un diseño experimental puro de naturaleza cuantitativa; la población es representada por las aguas del río Mashcón antes y después del tratamiento con 6 y 18 muestras respectivamente. Los humedales artificiales tuvieron tales dimensiones: L=1.56 m, A = 0.78 m y P =0.80 m, en ellas se aplicó cultivos de totoras (*Schoenoplectus Californicus*) y cartuchos (*Zantedeschia aethiopica*), adoptándose por 43 días. Las concentraciones iniciales fueron: DBO5 3.03 mg O<sub>2</sub>/L, DQO 11.16 mg O<sub>2</sub>/L y Coliformes 6033.33 NMP/100mL y las finales fueron: en la especie de totoras el DBO5 0 mg O<sub>2</sub>/L, DQO 17.1 mg O<sub>2</sub>/L y Coliformes < 1.8 NMP/100MI, en la especie de cartuchos DBO5 207 mg O<sub>2</sub>/L, DQO 75.2 mg O<sub>2</sub>/L y Coliformes 2100 NMP/100mL; mostrando una eficiencia de remoción de contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua. Por ello consideramos que esta técnica es eficiente al aplicar la especie Totoras, porque contribuye a mejorar la calidad el agua.

**Palabras clave:** *Schoenoplectus californicus*, *zantedeschia aethiopica*, humedales artificiales.

## ABSTRACT

This thesis aimed to analyze the water treatment of the Mashcón River through the application of artificial subsurface flow wetlands Cajamarca - 2023, carrying out the treatment to make the water suitable for agriculture, among other activities. The methodology was based on an experimental pure design of a quantitative nature; The population is represented by the waters of the Mashcon River before and after treatment with 6 and 18 samples respectively. The artificial wetlands had such dimensions: L = 1.56 m, W = 0.78 m and P = 0.80 m, in which cultures of cattails (*Schoenoplectus Californicus*) and cartridges (*Zantedeschia aethiopica*) were applied, adopting them for 43 days. The initial concentrations were: DBO5 3.03 mg O<sub>2</sub>/L, DQO 11.16 mg O<sub>2</sub>/L and Coliforms 6033.33 NMP/100mL and the final ones were: in the cattail species the DBO5 0 mg O<sub>2</sub>/L, DQO 17.1 mg O<sub>2</sub>/L and Coliforms < 1.8 NMP/100MI, in the cartridge species DBO5 207 mg O<sub>2</sub>/L, DQO 75.2 mg O<sub>2</sub>/L and Coliforms 2100 NMP/100mL; showing efficient removal of organic and inorganic contaminants from water. For this reason, we consider that this technique is efficient when applying the Cattail species, because it contributes to improving water quality.

**Keywords:** *Schoenoplectus californicus*, *zantedeschia aethiopica*, artificial wetlands.

## I. INTRODUCCIÓN

A inicios, el hombre usó la naturaleza tanto para para sobrevivir como un lugar para depositar los desperdicios derivados de sus actividades; estos restos sólidos no representaban problema, pues la población era limitada y el ambiente podía absorber los desechos producidos; no obstante, actualmente el manejo de los residuos sólidos (RS) evidencia grandes problemáticas ambientales debido a la falta de cultura ambiental, falta de segregación de RS; siendo habitualmente botaderos informales (ríos, quebradas, alcantarillados, etc.) produciendo impactos negativos a los recursos naturales y a la población (Marwa et al. 2022).

En el contexto internacional, en América Latina el manejo y la expulsión de los desechos y/o residuos industriales como los domésticos son una problemática ambiental que requieren una solución inmediata a través de tratamientos apropiados (Andrade et al., 2020). Además, las aguas residuales requieren tratamientos, los cuales tienden a ser costosos y para su implementación presentan un impacto ambiental elevado (Arteaga et al, 2019).

Asimismo, las descargas de aguas residuales procedentes de actividades humanas representan una problemática ambiental, dado a la elevada carga contaminante que contienen estas aguas, ya que al no ser tratadas generan afectaciones a los ecosistemas acuáticos e impiden el empleo del recurso hídrico (Díaz y Paredes, 2021).

Hoy en día debido al acelerado crecimiento de la urbe y actividades productivas, ha generado el aumento de la cantidad de contaminantes, los cuales son descargados a los cuerpos de agua. Además, en América Latina sólo el 66% cuenta con una red de alcantarillado y el 34% no tiene, donde de esta cifra sólo el 40% del agua recibe tratamiento (Noyola, 2022).

Por otro lado, en la industria textil, en los últimos años se presentan problemas ambientales, asociados a la gestión y uso de las aguas, donde estas aguas industriales tienden a ser más dañinas que las domésticas (Domínguez et al. 2019). De ahí surge la necesidad de afrontar tratamientos de las aguas residuales diferentes a los convencionales, fusionando varios aspectos como el uso de humedales artificiales para tratar las dichas aguas (Pérez et al.2022).

En el ámbito nacional, las plantas de tratamiento de aguas emplean procedimientos anaerobios, pues no irrumpen amplias áreas de terreno, no obstante, estas no cumplen con los requisitos de las normativas legales, requiriendo la aplicación de un postratamiento para adquirir mayores resultados (Aranda, 2020). Actualmente, debido a las actividades antropogénicas se han generado aguas residuales que vienen afectando a la población debido a que estas no vienen recibiendo un tratamiento adecuado (Limache y Tirado, 2022).

Además, en el tratamiento de aguas residuales se presentan varios riesgos de contaminación al momento de verter estos desechos hacia el mar, dado que genera alteraciones en el ambiente y en la salud, principalmente de las comunidades aledañas (Cieza et al., 2021). De otro modo, hay varios tipos de aguas residuales de las cuales las aguas grises son las que presentan mayor reaprovechamiento debido a sus bajos grados de contaminación (Mendoza, 2023).

La contaminación hacia el agua hoy en día representa un grave problema suscitado en las zonas urbanas y/o rurales debido a la descarga de las aguas residuales sin tratamiento, debido al desconocimiento de la manipulación y mantenimiento de las plantas de tratamiento, alcanzando así a dañar los sistemas acuáticos y la salud (Sánchez et al., 2022). Además, también se puede apreciar el impacto negativo de los drenajes mineros, los cuales son vertidos a las aguas superficiales contaminándolas sin previo tratamiento (Denegri y Iannaccone, 2020).

Asimismo, en Cajamarca, no se llegó a mantener una infraestructura de tratamiento de aguas eficiente, lo que conllevó a que la contaminación de los cuerpos de agua no solo aumente de manera considerable, conllevando a que se cuente con un descontrol acerca del nivel de contaminación, carente accionar para su tratamiento y de forma consecuente, afectando a diferentes sectores. Frente a dicha problemática, es que esta tesis buscó la implementación de un tratamiento de agua del río Mashcón aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, considerando el siguiente problema general **PG** ¿Cómo la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial permitirá tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca, 2023? Teniendo en cuenta como problemas específicos **PE1** ¿Cuál será la calidad del agua del río Mashcón antes de la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca, 2023? **PE2** ¿Cuáles son las

dimensiones de los humedales artificiales de flujo subsuperficial para tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca, 2023? **PE3** ¿Cuál es la calidad del agua del río Mashcón después de la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca, 2023?

La investigación se vio justificada desde el apartado social y ambiental, pues se evidenció la posibilidad de mejorar la calidad del agua del río Mashcón, y permitió que todo uso que se haga de éste pueda reducir su riesgo en cuanto a la calidad de vida animal o vegetal; a nivel económico es un diseño de bajo costo.

Así mismo, desde el apartado práctico, el diseño y aplicación de humedales artificiales puede ser empleado por demás investigadores o interesados en el tema tratado, en diferentes contextos, con la intención de extrapolar el efecto alcanzado en la presente investigación, hacia diferentes contextos de análisis. En referencia con el apartado metodológico, se contó con una investigación experimental puro, en donde se mantuvo una realidad controlada por el investigador, en donde se puede esperar un margen de mejora experimental, por medio del uso de humedales artificiales de flujo subsuperficial, en referencia con el tratamiento de agua de río.

De acuerdo con lo señalado, se contó con el siguiente objetivo general: **OG** Realizar el tratamiento de agua del río Maschón mediante la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023. Además, los objetivos específicos fueron los siguientes: **OE1** Identificar la calidad del agua del río Mashcón contrastando con el D.S. N° 004-2017-MINAM antes de la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca, 2023; **OE2** Diseñar los humedales artificiales de flujo subsuperficial para tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca, 2023; **OE3** Evaluar la calidad del agua del río Mashcón contrastando con el D.S. N°003-2010-MINAM, después de la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca, 2023. Mientras que, la hipótesis a validar fue la siguiente: **H1**. La aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial permitirá tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca – 2023, **H0**. La aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial no permitió tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca – 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con los antecedentes de la indagación, se han alcanzado a exponer los siguientes apartados investigativos:

Díaz y Paredes (2021), Ecuador, en su estudio planteó como objetivo aprovechar las aguas residuales domésticas (ARD) tratadas a través de un humedal artificial de girasol y piñón. Se desarrolló una metodología aplicada, descriptiva, explicativa, la muestra conformada por aguas residuales y se ejecutó con la guía de observación para recabar datos. Los resultados revelaron que, respecto a la comparación de remoción se observó que, mediante el filtrante de girasol, Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) fue de 94.96%, Coliformes fecales fue de 100% y Sólidos Suspendidos Totales (SST), mientras que, con el empleo del filtrante de piñón, se observó que, DBO5 fue de 92.8%, Coliformes fecales fue de 99.47% y SST de 90.53. Por ello, se concluye que, el humedal artificial de girasol resultó ser más eficiente para el tratamiento a las ARD.

Domínguez et al. (2019), Cuba, en su indagación fijó como objetivo examinar la remoción de colorantes en agua por medio de humedales superficiales. Se desarrolló una metodología descriptiva, experimental, mixta, longitudinal, con la guía de observación se adquirieron datos. Los resultados evidenciaron que, las aguas residuales efluentes no cumplen con el límite de vertimiento para la DQO y el pH, además dicha agua al ser tratada en lo que respecta el humedal subsuperficial alcanza valores de DQO y pH, los cuales cumplen con el límite de vertimiento, la eficiencia de remoción consiguió valores por encima al 90%. Por ello, se concluyó que sí se logró la remoción de dichos colorantes a través de los humedales aplicados.

Cisterna y Pérez (2019), Chile, en su investigación consignó como objetivo desarrollar una propuesta de aplicación de humedales artificiales para tratar aguas contaminadas. La metodología efectuó una investigación descriptiva, de campo, mixta, explicativa, a través de la guía de observación se recabó datos. Los resultados mostraron que, los humedales de flujo subsuperficial horizontal pueden conseguir, a través de este sistema, significativos grados de reducción respecto a la contaminación, lo que significa que DBO5 un 90%, Nitrógeno de 60-80% y 40-

65% de fósforo, además humedales ayudan a controlar y delimitar el crecimiento de las macrófitas. Por ello, se concluye que, la propuesta de la aplicación de los humedales sí ayuda a reducir los contaminantes de las aguas y ayuda a optimizar la calidad de vida de los individuos.

Mendoza (2023), Callao, en su estudio consignó como objetivo examinar la importancia del tratamiento de aguas grises a través de un sistema de paredes verdes como política ambiental. Se efectuó una metodología documental, descriptiva, explica, cualitativa, no experimental, con el análisis bibliográfico hacia fuentes documentales y alcanzó a adquirió datos. Los resultados publicaron que, a través de la aplicación de dicho tratamiento permitiría que muchas familias cuenten con mejores instalaciones de desagüe y agua, además para dicho tratamiento no se requiere que conocimientos científicos, por lo que resulta fácil de replicarla, además es de bajo costo y permite aprovechar las aguas residuales en otras actividades y también contribuye en la reducción de la presión de los alcantarillados. Por ello, se concluye que, el sistema de paredes verdes contribuye significativamente en la sostenibilidad del agua, reduce las emisiones de carbono, mejora el ambiente urbano, mitiga la contaminación en el aire y la acústica, entre otros beneficios.

Paima y Grately (2021), Pucallpa, en su estudio fijó como objetivo examinar la eficiencia que genera un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal para efectuar un tratamiento de aguas residuales domésticas. Se desarrolló una metodología descriptiva, cuantitativa, experimental y a través de una guía de observación se adquirió datos. Los resultados revelaron que, hay diferencias significativas menores a un 0.00, referente a los parámetros fisicoquímicos (DQO, DBO5, Aceites y Grasas, Nitrógeno Total, SST, Temperatura, pH) como microbiológicos (Coliformes Termotolerantes) antes y posterior del tratamiento., además los índices de eficiencia de remoción equivalieron al 78% para la DBO5 y Aceites y Grasas, así como un 71% para la DQO, 46% para Nitrógeno Total, 67% para SST Y 99% para Coliformes Termotolerantes. Por ello, se concluye que sí resultó eficiente el humedal artificial aplicado para el tratamiento de las aguas.

Denegri y Iannacone (2020), Lima, en su estudio fijó como objetivo analizar el tratamiento de drenaje en aguas de actividades mineras (TDMA) a través

de humedales artificiales. Su metodología efectuó un estudio descriptivo, explicativo, a través del análisis documental de 119 informes se recabó datos. Los resultados permitieron concluir que, los humedales artificiales evidenciaron ser un eficaz mecanismo en lo que refiere al TDMA; no obstante, se deben tener en cuenta factores entre estos está el diseño, dimensión, la elección de planta, así como los escenarios climatológicos, por lo que el humedal examinado si contribuye en el tratamiento de DMA.

Santa Cruz y Tantaleán (2020), Chota, en su estudio formuló como objetivo examinar el tratamiento de las aguas residuales a través de la aplicación de humedales artificiales mediante el empleo de *Eichhornia Crassipes* y *Canna Eduli*. Se trabajó una metodología aplicada, experimental, descriptiva, mixta, se aplicó la observación para la recabar datos. Los resultados manifestaron que, los porcentajes de remoción en los humedales artificiales 1, 2 y 3, fueron: Aceites y Grasas es 99.7%, 99.7%, 95.5%; Coliformes Termo tolerantes, 99%, 99.5%, 99.3%; DQO, 97.3%, 96.4%, 85%; SST 97.8%, 99% y 75.6%. Por ello, se concluyó que, el tratamiento a las aguas a través de los humedales artificiales sí fue eficiente en la remoción de contaminantes.

Además, en referencia con las bases teóricas, se han considerado a los siguientes apartados conceptuales:

Los **Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial (HAFS)** vienen a representar sistemas de tratamiento de aguas residuales por influencia del agua subterránea que se desarrollan bajo el suelo. Estos sistemas de drenaje se diseñan para asegurar un ambiente natural y permitir el flujo hacia el subsuelo (Aspirilla et al., 2020). El avance de la tecnología para los HAFS se ha convertido en una parte crucial de la solución del problema ambiental existente (Aghalari et al., 2020).

Su mecanismo de funcionamiento consiste en la filtración natural de los desechos sólidos, la descomposición bacteriana de los compuestos orgánicos y la asimilación de nutrientes, lo que reduce significativamente las descargas de sustancias residuales dañinas al cuerpo receptor. Esto puede contribuir en gran medida a minimizar los problemas ambientales asociados directamente con la contaminación del agua, restablecer la calidad del ecosistema y mantener un

ambiente sano. Los HAFS no sólo proveen tratamiento de aguas residuales adecuado, sino también ofrecen beneficios intangibles tales como la prevención de inundaciones, la mejora de la humidificación de suelos y el almacenamiento de agua. Además, los humedales artificiales contribuyen en la restauración de la vida silvestre y contribuyen a la diversidad biológica (Ahmed et al., 2019).

El **diseño de los humedales** es una disciplina que combina aspectos de la ingeniería, preparación de terrenos, arquitectura y biología. Típicamente se basa en recuperar terrenos malogrados, como marismas o acuíferos, para hacerlos más atractivos, diversos y funcionales, a la vez que son fácilmente accesibles a la interacción humana. El diseño de los humedales puede variar desde los proyectos sencillos de pequeñas fincas privadas hasta grandes desarrollos arquitectónicos y de ingeniería. Comprende el trabajo para proporcionar al hábitat, proteger plantas y animales, y proporcionar actividades recreativas tales como caminar, nadar y cazar (Bain et al., 2020).

Las piscinas de humedales se diseñan para mejorar las condiciones naturales de un humedal y para proporcionar espacios adecuados para la vida silvestre. Estas piscinas de humedales también se usan para proteger a las criaturas acuáticas, como los peces, de la erosión y la destrucción de sus hábitats. Además, los humedales son una fuente crucial de alimento para diversas criaturas de agua, como larvas de mosquitos, ranas, sapos, caracoles de río - y también son un elemento clave en la cadena alimentaria de los peces. Estos humedales también se han demostrado como un medio eficaz para controlar el crecimiento de algas por ofrecer refugio a los peces (Aspirilla et al., 2020).

### **Fórmula 1**

*Diseño de humedal*

$$A_s = \frac{Q \left( \frac{m^3}{d} \right) * DBO5 \left( \frac{g}{m^3} \right)}{\text{Concentración recomendada de DBO} \left( g \frac{DBO5}{m^2 * d} \right)}$$

*Nota:* Tomado de Aspirilla et al. (2020)

A: Área

Q: Caudal

m<sup>2</sup>: Superficie aproximada

$G \cdot d_{BO5}/d$  = Carga del sistema de tratamiento

DBO<sub>5</sub>: Demanda bioquímica de oxígeno

Los **parámetros técnicos de construcción** son un conjunto de directrices, principios y estándares preestablecidos para medir los resultados y avalar la calidad de los proyectos de construcción. Estos parámetros tienen el objetivo de unificar la eficiencia en la construcción y contribuir al cumplimiento de los proyectos. Estos principios de construcción comprenden lo referido a la cantidad, así como la calidad del material, el diseño, la resolución de problemas técnicos y la prevención de costes, entre otros. Se trata de determinar previamente la cantidad de materiales y recursos a emplear para una obra con la finalidad de prevenir errores e inconvenientes a la hora de edificar (Cedeño y Ayón, 2020).

De igual manera, los parámetros técnicos de construcción contemplan desde los niveles de seguridad, espacios y temperaturas o la calidad del aire en ciertos ambientes, hasta la limitación del peso de los equipamientos e incluso la proporción adecuada entre la zona de trabajo y los demás espacios. Los parámetros técnicos de la construcción son fundamentales para obtener un resultado exitoso de los proyectos arquitectónicos, ya que los problemas detectados a tiempo permiten prevenir posibles erogaciones innecesarias. En definitiva, los parámetros técnicos de construcción son un conjunto de criterios para evaluar proyectos constructivos y una excelente herramienta para asegurar un desarrollo exitoso (Cerna, 2021).

El Tipo de Flujo (TF) se refiere a una influencia ambiental que ocurre cuando diferentes formas de contaminantes entran y salen de una cuenca hidrográfica o cuerpo de agua. Estas pueden tener tanto orígenes naturales como antrópicos, dependiendo del medio en el que estén siendo emitidos. Estas emisiones también incluyen los movimientos de agua y la interacción entre el agua estancada y el flujo de agua. La carga orgánica representa la cantidad de contaminantes orgánicos, los mismos que tienden a ser derivados por la fuente de contaminación y son generalmente aquellos que se emanan de residuos tanto naturales y humanos (Chen et al., 2020). La carga hidráulica se refiere a la velocidad y el volumen de agua presente en un cuerpo de agua. El tiempo de retención hidráulica difiere según

la velocidad de flujo y la profundidad relativa del agua. Cuanto más pronunciada sea la corriente y más profundo sea el agua, mayor será el tiempo de retención hidráulica. El área específica y la profundidad se refieren a los cambios en el tamaño de un área de agua y la profundidad que se puede observar. Estas dos variables tienen una influencia directa en el tiempo de retención hidráulica del fluido (Ewaid et al., 2020).

La medición del tipo de flujo, carga orgánica, carga hidráulica, tiempo de retención hidráulica y área específica y profundidad son de gran importancia para el monitoreo y la prevención de la contaminación de un cuerpo de agua. Estas variables se usan para calcular la cantidad y la velocidad con la que los contaminantes entran y salen de un cuerpo de agua, así como los cambios en el tamaño y la profundidad del área de agua (Tavakoly et al., 2019). Esta información también ayuda a determinar el grado de influencia ambiental en el área y a identificar las áreas críticas de una cuenca hidrográfica que requiere una atención inmediata. Estas mediciones son cruciales para el desarrollo de políticas eficaces para la protección de recursos hídricos, el mejoramiento respecto a la calidad del agua, su cuidado y restauración de los ecosistemas relacionados (Ewaid et al., 2020).

Cabe destacar que los humedales artificiales de flujo subsuperficial (HAFS) representan una de muchas de las teorías de la ingeniería ambiental que se han logrado comúnmente del éxito en el ámbito. Esta estrategia de administrar los gases de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) fue recomendada por **Oppenheimer** en 1959, y consiste en el uso de HAFS para la captura de dicho gas. Esta plantilla seguramente está siempre conectada a una fuente de energía, en la que el CO<sub>2</sub> sea procesado, almacenado y modificado en la zona de humedal (Cabrera, 2020). Esta teoría propuesta por Oppenheimer representa una de las metodologías para lo referente a la prevención los cambios ambientales y atmosféricos (Flores, 2020).

El **tratamiento de agua del río** consiste en un conjunto de procesos que se aplican a la corriente fluvial para mejorar la calidad del agua. Esto implica variadas técnicas, como la filtración, decantación, desinfección y neutralización (Cedeño, 2020). El objetivo es eliminar los contaminantes, nutrientes, sólidos, compuestos orgánicos e inorgánicos, y así producir agua capaz de ser utilizada tanto para uso

humano como para uso ambiental. Además, se reduce el riesgo de epidemias y enfermedades asociadas al uso de agua cruda (Ighalo y Adeniyi, 2020).

Por lo tanto, los procesos de tratamiento de agua del río son una herramienta esencial para proteger la salud humana y del ambiente. También se realiza la desinfección del agua para eliminar microorganismos (Saleh et al., 2020). Además, se realizan diversas pruebas, como análisis fisicoquímicos y microbiológicos para comprender la calidad del agua. Esto ha permitido lograr un impacto positivo para el cuidado del medio ambiente (Li y Wu, 2019). Los diversos procesos de tratamiento de agua del río garantizan una comunidad saludable y también reduce los riesgos de contaminación (Piaskowski et al., 2019).

Las **características físicas, químicas y microbiológicas** se refieren al estudio de los diversos parámetros presentes en un ambiente, los cuales determinan sus propiedades y la calidad para su uso. Estas características permiten conocer el estado natural de un área, pudiendo ser de interés para la ejecución de fructíferas actividades y el aprovechamiento de los recursos sin perjuicio alguno (Pimpawat et al., 2019). Entre las características físicas se incluyen los aspectos relacionados con la topografía, la geología, la meteorología, el agua, el suelo y las plantas, los cuales establecen el escenario básico para el estudio ambiental (Li y Wu, 2019).

Por otra parte, las características químicas se refieren al análisis de los diversos compuestos presentes en los ecosistemas, sean naturales o generados por el hombre, con la finalidad de comprender la dinámica de estos. Finalmente, las características microbiológicas permiten estudiar la diversidad de los microorganismos tanto en su composición como en su distribución a escala del ecosistema, los cuales ejercen un papel fundamental en los procesos biológicos y ecológicos (Piaskowski et al., 2019). El conocimiento respecto a las características físicas, químicas y microbiológicas es indispensable para el adecuado aprovechamiento de los recursos sin dañar el ecosistema. Además, la evaluación de dichas características se vuelve una herramienta sumamente útil para el examen de la calidad del ambiente (Li y Wu, 2019).

El caudal es el que envuelve el volumen de agua, la misma que se mueve en un categórico espacio de tiempo. Asimismo, la temperatura representa el grado de calor en que se halla el agua respecto a un lugar determinado. El pH representa la medición respecto a la acidez o basicidad de un líquido o sistema. Mientras que, el oxígeno disuelto mide el contenido de oxígeno en el agua. Por otro lado, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) representa la cantidad de materia orgánica expuesta en el medio. La DQO determina la calidad de la biomasa orgánica contenida en el agua. Los aceites y grasas se encuentran en el agua proveniente de escape de vehículos, fabricación de productos petroquímicos, efluentes industriales y derrames. De igual manera, los coliformes fecales representan comunes bacterias contenidas en el agua que se originan en la materia fecal humana. Y, lo referente a los coliformes totales estos representan bacterias existentes en el medio, incluyendo los coliformes fecales, los mismos que provienen de la materia fecal (Liiesh et al., 2020).

La **Teoría de Gilbert**, también conocida como teoría Industrial de Tratamiento de Agua de Río, es un ejemplo típico de una teoría general de Ingeniería Industrial. Esta teoría fue desarrollada por Gilbert en el año 1981, con el objetivo de abordar los problemas de contaminación por aguas residuales y su consecuente impacto en el medio ambiente. Esta teoría se funda sobre la idea de la necesidad de realizar un control sobre los procesos industriales que generan el desecho de aguas residuales, así como su impacto en la calidad ambiental. Esta teoría propone la implementación respecto a un sistema de control de calidad en el que se deben tomar en cuenta los niveles de contaminación antes de lanzar los desechos al ambiente (Nong et al., 2020).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, donde se verificarán las variables de implementación de humedales de flujo subsuperficial y del tratamiento de agua del Río Mashcón realizando análisis y obteniendo resultados.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación se configuró como un estudio experimental puro de naturaleza cuantitativa. Este diseño abordó la necesidad de modificar las condiciones ambientales mediante la implementación de humedales artificiales de flujo subsuperficial en respuesta a la necesidad de mejorar cuantitativamente la calidad del agua del río Mashcón. La recopilación de datos se realizó en una única ocasión en cada toma, con el propósito de analizar y cuantificar las razones subyacentes que dieron lugar a la influencia observada entre las variables planteadas (Hernández et al., 2018).

VD pre - VI - VD post

VD pre: Variable dependiente antes de la propuesta

VI: Variable independiente (propuesta)

VD post: Variable dependiente después de la propuesta

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Humedales artificiales de flujo subsuperficial con las especies de totoras (*Schoenoplectus Californicus*) y cartuchos (*Zantedeschia aethiopica*).

**Definición conceptual:** Son considerados como aquellas zonas de construcción realizadas por el hombre, mediante los cuales se producen una serie de mecanismos de eliminación de contaminantes, los cuales pueden encontrarse representes en aguas re contaminadas, tanto por medios físicos, químicos y biológicos (Aspirilla et al., 2020).

**Definición operacional:** Mediante la guía de análisis documental, se discurió la valoración respecto a diferentes fuentes bibliográficas sobre las cuales se consiga proceder con el respectivo diseño del humedal.

**Indicadores:** Expuestos en el Anexo 2

**Escala:** Nominal

**Variable dependiente:** Tratamiento de agua del río

**Definición conceptual:** El tratamiento del agua del río representa a una serie de parámetros mediante los cuales se esperan mejorar ante la prevalencia de procesos de mejora de la calidad del agua (Cedeño, 2020).

**Definición operacional:** Por medio del empleo de la guía de observación, se logró manifestar la valoración de la mejora alcanzada en el apartado físico, químico y microbiológico del agua.

**Indicadores:** Expuestos en el Anexo 2

**Escala:** Nominal

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

La población se halló representada por las aguas del río Mashcón y aguas post tratamiento de los humedales artificiales de flujo subsuperficial.

#### **3.3.2. Muestra**

La muestra estuvo formada por 6 muestras del agua del Río Mashcón, donde cada una de ellas debe tener una cantidad de 2L con 750ml para los respectivos análisis de (DBO5, DQO, TSS Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES, en agosto y DBO5, DQO, COLIFORMES TERMOTOLERANTES en octubre). Una vez instalado y adaptados los humedales artificiales de flujo subsuperficial con el agua del río Mashcón se tomaron 18 muestras de agua de las 3 pozas respectivas, considerando los siguientes parámetros: DBO5, DQO Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES.

### **3.3.3. Muestreo**

Las 3 muestras del agua del Río Mashcón fueron tomadas con intervalo de 5 minutos; para las muestras de las pozas de los humedales de flujo subsuperficial se tomaron por seis días consecutivos.

### **3.3.4. Unidad de análisis**

Se consideró a los Humedales artificiales de flujo subsuperficial adaptadas con el agua del río Mashcón.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Observación:**

- Requisitos para toma de muestras del agua de río Mashcón de acuerdo a la normativa legal vigente Ley 29338.
- Establecer Parámetros y Estándares.
- Definir Frecuencia y Puntos de Muestreo.
- Documentar Resultados y Límites de Contaminantes.
- Ficha de registro de datos en campo.
- Etiquetas para identificar las muestras.
- Cadena de custodia para seguimiento.

### **Revisión documental:**

- En esta guía de diseño y construcción de un humedal construidos con flujos sub- superficiales (United States Environmental Protection Agency, 1993).
- D.S. N°003-2010-MINAM (LMPs) teniendo como Límites máximos admisibles para la afluencia de aguas de tratamiento las plantas de tratamiento de aguas o municipales establecido por el Ministerio del Ambiente de Perú.
- D.S. N°004-2017-MINAM Estándar de calidad ambiental para aguas.

**Laboratorio:**

- Instrumentos para medición de parámetros DBO5, DQO, TSS, COLIFORMES TERMOTOLERANTES, TEMPERATURA, TURBIDEZ, CONDUCTIVIDAD y PH.

**Procesamiento de resultados estadísticos:**

- Para el procesamiento estadístico se aplicaron parámetros y estándares de acuerdo a la Ley 29338. Además, se realizó análisis de laboratorio con instrumentos para medir varios parámetros, como DBO5, DQO, TSS, COLIFORMES TERMOTOLERANTES, TEMPERATURA, TURBIDEZ, CONDUCTIVIDAD y PH.
- Para el análisis de los datos recopilados, se empleó el método Análisis de Varianza para determinar diferencias significativas entre grupos. Luego, se realizó comparaciones múltiples utilizando la prueba de Tukey, que permite identificar diferencias significativas entre pares de grupos, lo que contribuye a una evaluación detallada de los resultados.

**3.5. Procedimiento****3.5.1. Ubicación**

El río Mashcón está situado en una ubicación precisa y estratégica dentro del territorio peruano. Se encuentra en la región de Cajamarca, en la provincia de Cajamarca, que es parte integral del departamento de Cajamarca, ubicado en la región norte del Perú. Este río forma parte de la vertiente atlántica de la región.

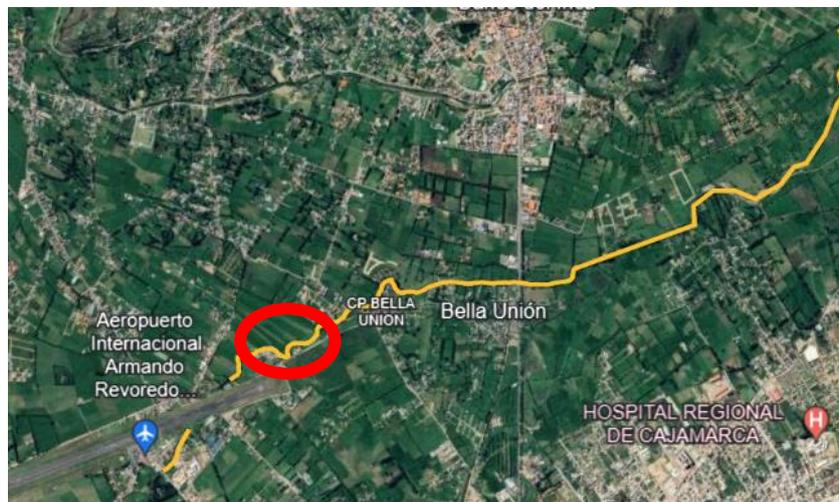
Para una ubicación más específica, el Río Mashcón presenta las siguientes características geográficas:

- Limita al norte con la cuenca del río Llaucano, marcando su frontera en esa dirección.

- Hacia el sur, se conecta con la cuenca del río Chusgón, estableciendo una referencia importante en el extremo sur.
- Al sureste, comparte límites con la cuenca del río San Miguelino, definiendo su extensión en esta dirección.
- En el suroeste, limita con la cuenca del río Chonta, lo que completa su marco geográfico en esa área.

La fuente principal de este río se origina en las elevaciones de la montaña del cerro Quilish, contribuyendo significativamente a su caudal. Además, el Río Mashcón recibe sus principales afluentes en el margen derecho, destacándose los ríos Quilish, Porcón y Ronquillo. En el margen izquierdo, el río Encajón es un afluente importante que complementa el sistema hidrográfico de esta región.

Esta ubicación geográfica con coordenadas 778856.277E Y 9206373.625N precisa que las características de sus afluentes son fundamentales para comprender la importancia del Río Mashcón en la región de Cajamarca y su impacto en la gestión de recursos hídricos en el norte del Perú.



*Figura 1. Lugar donde se captó el agua del río Mashcón para tratamiento*

Fuente: Google Earth

Esta ubicación geográfica con coordenadas 70917S y 782748W, nos indica el lugar donde se desarrolló la experimentación.



*Figura 2. Lugar de ubicación de los humedales con el agua a tratar.*

Fuente: Google Earth

### 3.5.2. Puntos de monitoreo

- Un punto de monitoreo, agua del río Mashcón de acuerdo a las coordenadas.
- Tres puntos de monitoreo de los tres pozos de humedales de flujo subsuperficial

### 3.5.3. Etapas del estudio

**Previa al estudio:** Se realizó un análisis para poder dar el visto observacional, así mismo poder revisar y verificar los puntos del tipo de técnica para el acceso del río Mashcón y poder determinar el punto de muestreo, donde el punto fue aguas abajo colindando con el aeropuerto Armando Revoredo Iglesias con coordenadas 778856.277E y 9206373.625N.

**Durante el estudio:** Se gestionó la realización de análisis de muestras de agua con el Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca, para la proporción del material a utilizar (Fracos de primer uso, frascos esterilizados y preservante). Se precede a la toma de muestras (con tres replicas respectivamente); los tesisistas accedieron al punto de muestreo utilizando guantes quirúrgicos, frascos de un litro

de primer uso de color blanco contando con una contra tapa y tapa para garantizar la conservación de la muestra. Procediendo a tomar de cada punto 1 1/2 L de agua en envases de primer uso y 500ml en el frasco de vidrio esterilizado, en uno de los frascos de primer uso se le agregó 25 gotas de Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para el análisis de DQO.

Se realizó la identificación previa de las muestras, para luego ser llevadas al laboratorio dentro de las 24 horas de tomadas las muestras, una vez recepcionadas en el laboratorio se rotuló los frascos con los datos del lugar, fecha, hora, tipo de análisis requerido y nombre del que tomó la muestra; los resultados de DQO, DBO<sub>5</sub>, COLIFORMES TERMOTOLERANTES fueron entregados después de 7 días hábiles.

Luego realizamos la recolección de los parámetros de campo como: PH, Temperatura, Turbidez y Conductividad.

#### **3.5.4. Visitas de campo**

Se realizó el recorrido respectivo al Río Mashcón, logrando identificar diversas fuentes contaminantes que perjudican la calidad del agua como: arrojos de basura, eliminación de aguas residuales, entre otras. Y se estableció el punto de muestreo respectivo ya indicado.

Los materiales utilizados para la recolección de muestras fueron los siguientes:

- Frasco de 1L de primer uso
- Frasco de 1/2 libro de primer uso
- Frasco de 500ml de vidrio esterilizado
- Guantes quirúrgicos
- Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Etiquetas de rotulación de muestras
- Libreta de campo
- Papel Toalla
- Alcohol al 96%
- Bolígrafos

Los equipos utilizados fueron los siguientes:

- GPS
- Vehículo Móvil
- Cámara fotográfica

### 3.5.5. Diseño del sistema de humedales de flujo subsuperficial

Para el diseño de los humedales se inició con la siguiente formula:

**Tabla 1.** Datos requeridos para el diseño de humedales (De acuerdo con los resultados que figuran en el anexo 4)

Datos		
Parámetros	Valor	Unidad
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) de entrada (Co)	254.0	mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) de salida (Ce)	100	mg/L
Caudal (Q)	0.5	m <sup>3</sup> /día
n* (porosidad de H. A. con plantas)	0,35	
d (profundidad)	0,80	Cm
Temperatura promedio del agua Residual	23.4	°C

Valor de porosidad referenciado en (United States Environmental Protection Agency, 1993

Fuente: Elaboración propia

### Dimensionamiento:

Cálculo del área de la superficie (ecuación 1):

$$A_s = L * W = \frac{Q[\ln\left(\frac{C_o}{C_e}\right)]}{K_T d n}$$

$A_s$ : Área de superficie

$L$ : Longitud

$W$ : Ancho

$Q$ : Caudal

$\ln$ : Logaritmo natural (coeficiente)

$C_o$ : Demanda Bioquímica de Oxígeno de entrada

$C_e$ : Demanda bioquímica de oxígeno de salida basada en LMP

$K_t$ : Proporción de constante de temperatura

$d$ : Profundidad promedio del agua

$n$ : Porosidad de la estructura

### Hallamos $K_T$ :

$$K_T = K_{20}(\theta) = K^{(T-20)^{\circ}C}$$

### Donde:

$$K_{20} = 1,104$$

$$\Theta = 1,06$$

$$T = 23.4 \text{ }^{\circ}C$$

$$K_T = (1,104) (1,06)^{(23.4-20)^{\circ}C}$$

$$K_T = 1.35$$

**Remplazamos  $K_T$  en la ecuación (1):**

$$As = \frac{0.5 \left[ \ln \frac{254}{100} \right]}{(1.35) * (0.8) * (0.35)}$$

$$As = 1.23 \text{ m}^2$$

**Cálculo Largo – Ancho (L – W) del humedal:**

Suponemos una proporción L–W de 2:1

$$L = 2 W$$

$$2 W * W = 1.23$$

$$W = \frac{1.23^{0.5}}{2}$$

$$W = 0.78 \text{ m}$$

$$L = 2 * 0,78$$

$$L = 1.56 \text{ m}$$

Por lo tanto, se tiene un humedal artificial de las siguientes dimensiones: largo 1.56 m, ancho 0,78 m y una altura de 0,80 m. Siendo su volumen 0.62 m<sup>3</sup>.

**Cálculo de la capacidad hidráulica - Ecuación de Darcy (ecuación 2):**

$$Q = ksAs$$

**Donde:**

**A: área transversal:**

$$A = 2(W * p)$$

$$A = 2(0.78 * 0,80)$$

$$A = 1.24$$

**S: Gradiente hidráulico:**

$$s = 0.1 \frac{d}{L}$$

$$s = 0.1 * \frac{0.80}{1.56}$$

$$s = 0.1 * 0.512$$

$$s = 0.051$$

**Ks: conductividad hidráulica (0.015)**

$$Ks = \frac{3}{200} * (100)$$

$$Ks = 1.5$$

**Cálculo del caudal requerido:**

$$Q = Ks * A * s$$

$$Q = 1.5 * 1.54 * 0.041$$

$$Q = 0.094 \text{ m}^3/\text{dia}$$

**Cálculo del tiempo de retención (TRH)**

$$TRH = \frac{(volumen * espacio\ vacio)}{Q}$$

$$TRH = \frac{(0.96 * 1.92 * 0.8) \text{ m}^3 * 0.35}{0.094 \text{ m}^3/\text{dia}}$$

$$TRH = 5 \text{ dia}$$

**3.5.6. Construcción de humedales artificiales de flujo subsuperficial**

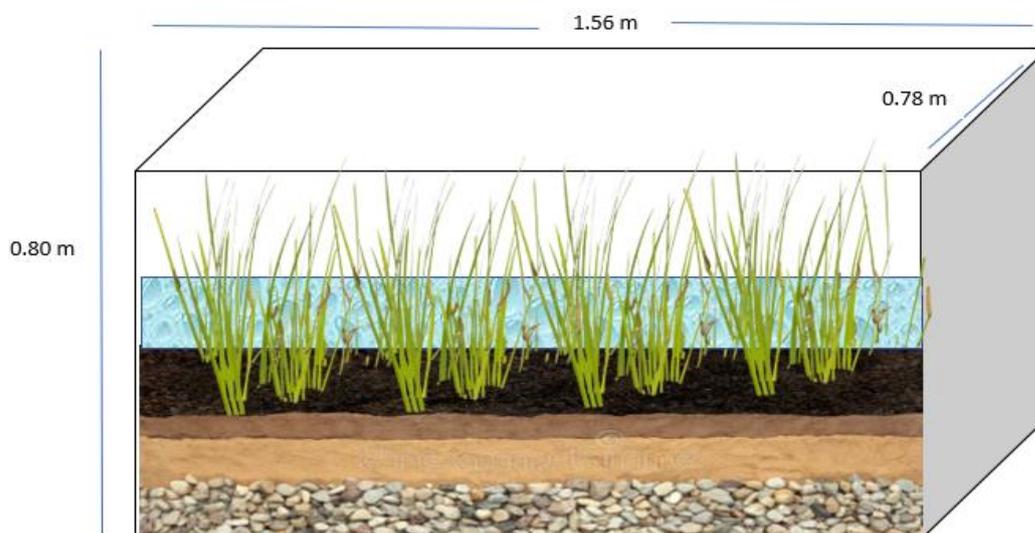
En el proceso de construcción de los humedales artificiales de flujo subsuperficial, se llevaron a cabo la creación de 9 pozos en un área específica destinada para la investigación. Estos pozos se diseñaron siguiendo las siguientes dimensiones: cada uno tenía 0.78 metros de ancho, 1.56 metros de largo y 0.80

metros de profundidad, con una capacidad de almacenamiento de 600 litros. Además, se empleó un tanque con una capacidad de 1000 litros.

Para la construcción de los humedales, se utilizaron diversos materiales y recursos, como plástico para revestir los pozos, clavos, tubos de PVC, caños, codos, Tees y adaptadores para el tanque. Además, se emplearon pegamento y cinta de teflón para asegurar las conexiones y prevenir fugas.

En cuanto a la vegetación que se plantó en los humedales, se recolectaron especies específicas para su siembra. Esto incluyó 12 unidades de totoras (*Schoenoplectus Californicus*) en tres pozos consecutivos, 9 unidades de cartuchos (*Zantedeschia aethiopica*) en tres pozos consecutivos y sin especies los tres pozos restantes.

Este meticuloso proceso de construcción y selección de especies se llevó a cabo con el propósito de establecer humedales artificiales de flujo subsuperficial efectivos para el tratamiento del agua en la investigación. Las especificaciones detalladas y el uso de nombres científicos garantizan la precisión y la eficacia del sistema implementado.



- Para los agregados se ha dado 0.40m de altura.
- Se agregó agua con una altura de 0.40m

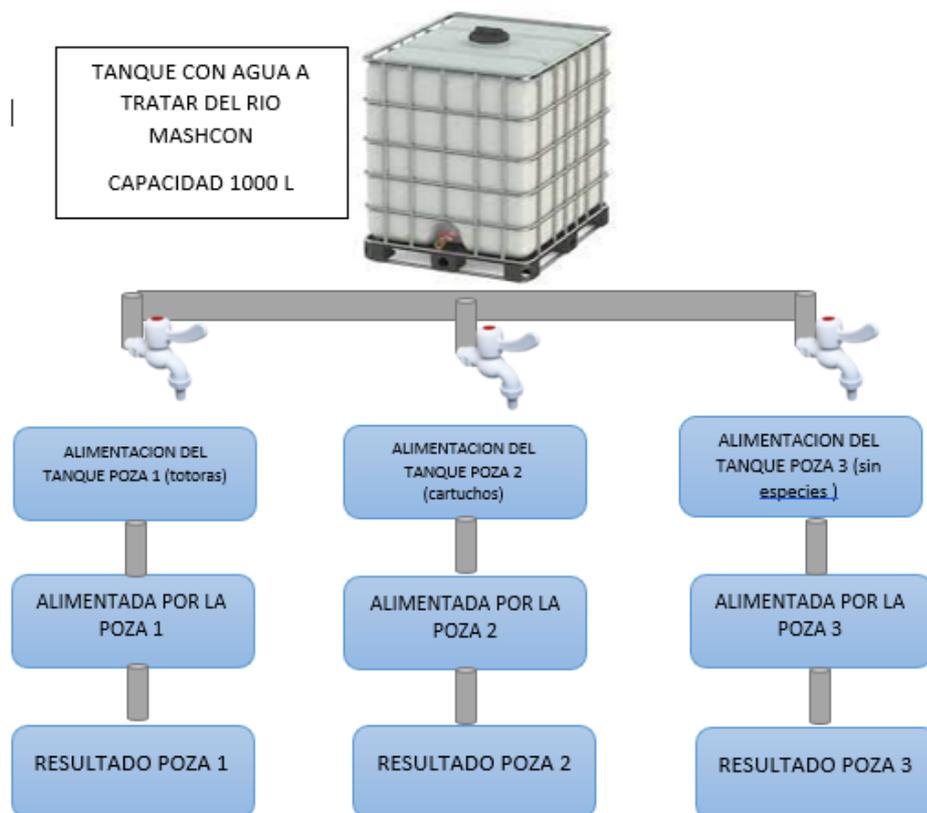
Figura 3. Construcción de humedal (imagen referencial)

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.7. Adaptación de las especies

Tras la siembra de las especies en los humedales artificiales de flujo subsuperficial, se implementó un período de adaptación del 43 día con riego de agua potable, se llevó a cabo un riego constante para asegurar la aclimatación exitosa de las plantas. Posteriormente, se procedió a captar agua del Río Mashcón, la cual fue vertida en los humedales con el propósito de permitir que las especies se adaptaran al nuevo entorno. Este proceso se llevó a cabo a lo largo de 8 días, con un caudal constante de 0.5 m<sup>3</sup> por día.

Durante este proceso, se observó que algunas de las especies previamente sembradas no lograron adaptarse satisfactoriamente al agua del Río Mashcón. Este hallazgo contribuyó a una mejor comprensión de la interacción entre las especies vegetales y las características del agua en este contexto específico de investigación.



*Figura 4. Adaptación de las especies*

Fuente: Elaboración propia

### **3.5.8. Tratamiento de aguas del río Mashcón**

Después de los días de adaptación se procedió a tomar muestras de las tres pozas finales (las cuales han tenido un proceso de fluido entre sí).

### **3.5.9. Muestreo del agua del río Mashcón**

Se realizó seis días de muestreo por cada sistema (DBO5, DQO Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES siendo un total de 2 Litros de agua por sistema). Estos parámetros fueron muestreados por las representantes de esta tesis y los análisis fueron realizados por el Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca, estos muestreos se realizaron de acuerdo a lo indicado en el laboratorio donde se utilizaron frascos de primer uso de color blanco, frascos de vidrio esterilizado y Ácido sulfúrico para la muestra de DQO.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los datos obtenidos de parámetros de campo y resultados de laboratorio tuvieron que ser analizados por la técnica de estadística de análisis de varianza Análisis de Varianza y el método de (HDS) Tukey para la comparación múltiple, en donde se compararon dichos resultados a través del D.S. N°003-2010- MINAM (LMPs). Para ello, se efectuó la estadística descriptiva a fin de exhibir la información mediante porcentajes y posteriormente se incurrió en el uso de la estadística, de esta pueda exponer el grado de influencia entre las variables examinadas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Para el proyecto de investigación se requirió considerar lo referente a la guía de elaboración de productos observables establecidos por la Universidad César Vallejo, para ello, se respetó las normas internacionales que requiere el desarrollo de informe de investigación y calidad de la información recuperada, considerando la normativa ISO como referencia.

#### IV. RESULTADOS

**Tabla 2.** Resultados para la elaboración del diseño de humedales.

Resultados para la elaboración del diseño de humedales					
Muestras	Fecha de toma de muestras	DBO5 (mg O2/L)	DQO (mg O2/L)	Sólidos Suspendidos Totales	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Muestra 1	29/08/2023	268.4	467.3	78.0	9200000
Muestra 2		250.1	433.2	84.0	16000000
Muestra 3		243.6	429.8	108.0	5400000
MEDIAS		254.0	443.43	90.0	10200000

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.** Resultados de las muestras de agua antes de ser tratadas.

Muestras	Fecha de toma de muestras	DBO5 (mg O2/L)	DQO (mg O2/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Muestra 1	27/10/2023	2.8	11.5	5400
Muestra 2		2.9	12.4	3500
Muestra 3		3.4	9.6	9200
MEDIAS		3.03	11.17	6,033.33

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.** Resultados de las muestras del agua tratada.

	Muestras	Fecha de toma de muestras	DBO5 (mg O2/L)	DQO (mg O2/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Agua tratada en los humedales artificiales	Totoras (Pozo A)	5/11/2023	<LCM	27.5	220
		6/11/2023	<LCM	23.7	49
		7/11/2023	<LCM	17.1	7.8
		8/11/2023	<LCM	14.8	2.0
		9/11/2023	<LCM	17.1	2.0
		10/11/2023	<LCM	17.1	<1.8
	Cartuchos (Pozo B)	5/11/2023	86.5	557.1	5400
		6/11/2023	31.5	360.7	1600
		7/11/2023	36.8	303.6	1300
		8/11/2023	72.4	178.6	1100
		9/11/2023	97.5	110.7	920
		10/11/2023	207	75.2	2100
	Sin especies (Pozo C)	5/11/2023	3.4	13.4	1700
		6/11/2023	<LCM	9.1	240
		7/11/2023	<LCM	9.1	17
		8/11/2023	<LCM	11.9	<1.8
		9/11/2023	<LCM	15.2	<1.8
		10/11/2023	<LCM	15.2	<1.8

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.** Resultados de Remoción del agua tratada.

Especies	Porcentaje Remoción DBO5 (mg O2/L)	Porcentaje remoción DQO (mg O2/L)	Porcentaje Remoción Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Totoras	100	-53.13	100
Cartuchos	-6724.18	-573.43	65.19
Sin Especies	100	-36.12	100

Fuente: Elaboración propia.

Para la prueba de homogeneidad (homocedasticidad), determinamos dos hipótesis:

HO: hay homogeneidad (Análisis de Varianza)

H1: no hay homogeneidad (kruscal wallis)

**Tabla 6.** *Tabla de Homogeneidad de varianzas.*

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.(p valor)
Demanda bioquímica de oxígeno.	de Se basa en la media	5.551	2	15	0.569
	Se basa en la mediana	4.962	2	15	0.222
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	4.962	2	5.009	0.484
	Se basa en la media recortada	5.146	2	15	0.199
Demanda química de oxígeno.	Se basa en la media	14.302	2	15	0.334
	Se basa en la mediana	13.309	2	15	0.474
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	13.309	2	5.023	0.198
	Se basa en la media recortada	14.238	2	15	0.342
Coliformes Termotolerantes.	Se basa en la media	3.358	2	15	0.062
	Se basa en la mediana	1.508	2	15	0.253
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.508	2	7.039	0.285
	Se basa en la media recortada	2.834	2	15	0.341

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados aceptamos: P valor es  $>0.05$ ; por lo tanto, aceptamos HO y rechazamos H1.

**Tabla 7.** *Prueba de Normalidad.*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO	,394	9	,000	,653	9	,401
DQO	,407	9	,000	,645	9	,052
coliformes termo tolerantes	,388	9	,000	,684	9	,091
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las pruebas de normalidad utilizando el test de Shapiro-Wilk muestran que, para los contaminantes DBO5, DQO y Coliformes Termotolerantes, los p-valores son respectivamente 0.401, 0.052 y 0.091. Dado que todos estos p-valores son mayores que el nivel de significancia usual de 0.05, no se dispone de suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de normalidad en ninguno de los casos. Por lo tanto, según estas pruebas, los datos podrían provenir de una distribución normal.

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados anteriores se determina realizar el Análisis de Varianza, para ello tendremos en cuenta nuestras hipótesis de investigación:

H1. La aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial permitirá tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca – 2023.

HO: La aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial NO permitió tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca – 2023.

Para realizar el análisis estadístico se tuvo que procesar los resultados de las diversas muestras que se tomaron del Pozo A, B Y C. (Ver anexo 4)

**Tabla 8. Prueba de variabilidad: Análisis de Varianza**

<b>Análisis de Varianza</b>						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
demanda bioquímica de oxígeno	Entre grupos	31212,074	2	15606,037	11,521	,001
	Dentro de grupos	20317,902	15	1354,527		
	Total	51529,976	17			
demanda química de oxígeno	Entre grupos	246934,084	2	123467,042	11,332	,001
	Dentro de grupos	163425,212	15	10895,014		
	Total	410359,296	17			
Coliformes	Entre grupos	14417090,823	2	7208545,412	6,549	,009
	Dentro de grupos	16510829,957	15	1100721,997		
	Total	30927920,780	17			

Fuente: Elaboración propia

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno:**

Valor F: 11.521

Valor p: 0.001

Para la demanda bioquímica de oxígeno, el valor p obtenido es menor que el nivel de significancia (0.05), lo que indica que hay diferencias significativas entre los grupos en cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno. En otras palabras, la aplicación de humedales artificiales parece haber tenido un impacto significativo en la demanda bioquímica de oxígeno del agua del río Mashcón.

### **Demanda Química de Oxígeno:**

Valor F: 11.332

Valor p: 0.001

En el caso de la demanda química de oxígeno, también se observa un valor p menor que 0.05, lo que sugiere que existen diferencias significativas entre los grupos en términos de la demanda química de oxígeno. Esto indica que la aplicación de humedales artificiales ha tenido un impacto significativo en la demanda química de oxígeno del agua del río Mashcón.

### **Coliformes Termotolerantes:**

Valor F: 6.549

Valor p: 0.009

Para el caso de los coliformes, el valor p obtenido también es menor que 0.05, lo que sugiere diferencias significativas entre los grupos en cuanto a la presencia de coliformes en el agua. Esto indica que la aplicación de los humedales artificiales ha tenido un impacto significativo en la reducción de coliformes en el agua del río Mashcón.

Los resultados de los análisis de varianza muestran que la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial ha tenido un impacto significativo en la calidad del agua del río Mashcón en cuanto a la demanda bioquímica y química de oxígeno, así como en la reducción de la presencia de coliformes. Esto respalda la

hipótesis alternativa (H1) y rechaza la hipótesis nula (H0) planteada en tu investigación.

**Tabla 9: Prueba de comparaciones múltiples tukey:**

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
demanda bioquímica de oxígeno	pozo a(totoras)	pozo b (cartuchos)	-88,61667*	21.24874	0.002	-143.8096	-33.4237
		pozo c (sin especies)	-0.56667	21.24874	1.000	-55.7596	54.6263
	pozo b (cartuchos)	pozo a(totoras)	88,61667*	21.24874	0.002	33.4237	143.8096
		pozo c (sin especies)	88,05000*	21.24874	0.002	32.8570	143.2430
	pozo c (sin especies)	pozo a(totoras)	0.56667	21.24874	1.000	-54.6263	55.7596
		pozo b (cartuchos)	-88,05000*	21.24874	0.002	-143.2430	-32.8570
demanda química de oxígeno	pozo a(totoras)	pozo b (cartuchos)	-244,76667*	60.26335	0.003	-401.2989	-88.2344
		pozo c (sin especies)	7.23333	60.26335	0.992	-149.2989	163.7656
	pozo b (cartuchos)	pozo a(totoras)	244,76667*	60.26335	0.003	88.2344	401.2989
		pozo c (sin especies)	252,00000*	60.26335	0.002	95.4677	408.5323
	pozo c (sin especies)	pozo a(totoras)	-7.23333	60.26335	0.992	-163.7656	149.2989
		pozo b (cartuchos)	-252,00000*	60.26335	0.002	-408.5323	-95.4677
coliformes	pozo a(totoras)	pozo b (cartuchos)	-2022,91667*	605.72876	0.012	-3596.2791	-449.5542
		pozo c (sin especies)	-279.93333	605.72876	0.890	-1853.2958	1293.4291
	pozo b (cartuchos)	pozo a(totoras)	2022,91667*	605.72876	0.012	449.5542	3596.2791
		pozo c (sin especies)	1742,98333*	605.72876	0.029	169.6209	3316.3458
	pozo c (sin especies)	pozo a(totoras)	279.93333	605.72876	0.890	-1293.4291	1853.2958
		pozo b (cartuchos)	-1742,98333*	605.72876	0.029	-3316.3458	-169.6209

Fuente: Elaboración propia

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno:**

No se observan diferencias significativas entre los grupos en términos de demanda bioquímica de oxígeno. Esto sugiere que los niveles de esta demanda en los distintos puntos de medición son estadísticamente similares.

### **Demanda Química de Oxígeno:**

Se observan diferencias significativas entre la calidad del agua del río antes de ingresar al humedal y los pozos B y C en términos de demanda química de oxígeno. Los pozos B y C muestran diferencias significativas con respecto a la calidad del agua inicial del río.

### **Presencia de Coliformes:**

Se detectan diferencias significativas entre los distintos puntos de medición en la presencia de coliformes. Los pozos A, B y C presentan diferencias significativas con respecto a la calidad del agua del río antes de ingresar al humedal.

Estos resultados sugieren que, aunque no hay diferencias significativas en la demanda bioquímica de oxígeno, sí existen variaciones en la demanda química de oxígeno y la presencia de coliformes entre la calidad del agua del río antes de ingresar al humedal y los puntos de medición en los pozos. Esto indica la efectividad del humedal en ciertos aspectos (por ejemplo, la demanda química de oxígeno).

### **Análisis de la prueba tukey comparaciones múltiples:**

**Tabla 10:** *Análisis del DBO5.*

Días	DBO5		
	pozo a (totoras)	pozo b (cartuchos)	pozo c (sin especies)
5/11/2023	0	86.5	3.4
6/11/2023	0	31.5	0
7/11/2023	0	36.8	0
8/11/2023	0	72.4	0
9/11/2023	0	97.5	0
10/11/2023	0	207	0

diferencia de DBO5 de reducción %	32.146%	63.41%	6.66%
-----------------------------------	---------	--------	-------

Fuente: Elaboración propia

### **Agua del río antes de ingresar a los humedales:**

La DBO5 es consistente entre los tres tipos de pozos, manteniéndose en valores de 2.8 a 3.4.

Estos valores indican la carga de materia orgánica biodegradable en el agua del río antes de pasar por los humedales y son similares en todos los pozos.

### **Agua después de ingresar a los humedales:**

Los pozos muestran una variación significativa en la DBO5 después de pasar por los humedales.

El pozo b (cartuchos) presenta el mayor cambio, con un aumento sustancial en la DBO5, indicando un incremento notorio en la carga de materia orgánica biodegradable.

Los pozos a (totoras) y el pozo c (sin especies) muestran niveles más bajos de DBO5 después de pasar por los humedales, pero con cambios menos drásticos en comparación con el pozo b.

### **Reducción porcentual de la DBO5:**

El pozo b (cartuchos) experimenta la mayor reducción porcentual en la carga de materia orgánica biodegradable (63.41%) después de ingresar a los humedales.

El pozo a (totoras) tiene una reducción del 32.146%, mientras que el pozo c (sin especies) muestra la menor reducción (6.66%).

Estos resultados señalan que los humedales tienen un impacto positivo en la reducción de la carga de materia orgánica biodegradable en el agua, con un efecto más pronunciado en el pozo b (cartuchos), seguido por los pozos a (totoras) y c (sin especies).

**Tabla 11: Análisis del DQO**

Días	DQO		
	pozo a (totoras)	pozo b (cartuchos)	pozo c (sin especies)
5/11/2023	27.5	557.1	13.4
6/11/2023	23.7	360.7	9.1
7/11/2023	17.1	303.6	9.1
8/11/2023	14.8	178.6	11.9
9/11/2023	17.1	110.7	15.2
10/11/2023	17.1	75.2	15.2

diferencia DQO de			
reducción %	0.010%	12.00%	13.00%

Fuente: Elaboración propia

#### **Agua del río antes de ingresar a los humedales:**

La DQO es similar entre los tres tipos de pozos antes de ingresar al sistema de humedales, manteniéndose alrededor de 9.6 a 12.4. Estos valores indican la carga de materia orgánica oxidable en el agua del río antes de pasar por los humedales.

#### **Agua después de ingresar a los humedales:**

Se observa una variación significativa en la DQO después de pasar por los humedales.

El pozo b (cartuchos) muestra el mayor cambio, con un aumento drástico en la DQO, indicando un incremento significativo en la carga de materia orgánica oxidable.

Los pozos a (totoras) y c (sin especies) también muestran aumentos en la DQO después de pasar por los humedales, aunque con cambios menos pronunciados en comparación con el pozo b.

### Reducción porcentual de la DQO:

La DQO del pozo a (totoras) apenas se modifica, mostrando una reducción mínima (0.010%) después de pasar por los humedales.

El pozo b (cartuchos) experimenta un aumento del 12.00% en la carga de materia orgánica oxidable, mientras que el pozo c (sin especies) muestra un incremento del 13.00%

Estos resultados sugieren que, al igual que con la DQO, el pozo b (cartuchos) experimenta el mayor aumento en la carga de materia orgánica oxidable después de pasar por el sistema de humedales, seguido por los pozos a (totoras) y c (sin especies).

**Tabla 12:** *Análisis de Coliformes Termotolerantes*

Días	COLIFORMES TERMOTOLERANTES		
	pozo a (totoras)	pozo b (cartuchos)	pozo c (sin especies)
5/11/2023	220	5400	1700
6/11/2023	49	1600	240
7/11/2023	7.8	1300	17
8/11/2023	2	1100	1.7
9/11/2023	2	920	1.7
10/11/2023	1.7	2100	1.7
diferencia de Coliformes Termotolerantes de reducción %	88.039%	34.31%	54.20%

Fuente: Elaboración propia

### Pozo A (Totoras):

Experimenta la mayor reducción de coliformes, con un impresionante 88.039% al pasar por el sistema de humedales.

Esta reducción indica una eficiencia notable en la eliminación de coliformes en este tipo de pozo después de pasar por los humedales.

### **Pozo B (Cartuchos):**

Aunque también experimenta una reducción del número de coliformes (34.31%), es significativamente menor que la del pozo a.

Esta reducción, aunque presente, es menos efectiva en comparación con el pozo a, lo que indica una eficiencia moderada en la eliminación de coliformes.

### **Pozo C (Sin especies):**

Muestra una reducción del 54.20% en los coliformes después de pasar por los humedales.

Aunque mejor que el pozo b, muestra una eficiencia intermedia en la eliminación de coliformes en comparación con el pozo a.

Estos resultados resaltan que el pozo a (totoras) tiene una efectividad notablemente superior en la reducción de coliformes en comparación con los pozos b (cartuchos) y c (sin especies) después de pasar por el sistema de humedales.

## V. DISCUSIÓN

En el estudio llevado a cabo en Cajamarca en 2023, se realizó el tratamiento de agua del río Mashcón mediante la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial. Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis alternativa (H1), indicando que estos humedales son efectivos, en algunos aspectos, para el tratamiento del agua. A continuación, se analizan los resultados y su importancia.

**Tabla 13:** *Porcentajes de remoción de los antecedentes.*

Antecedentes	ESPECIE	DBO5 (mg O2/L)	DQO (mg O2/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Díaz y Paredes (2021) en Ecuador	Filtrante de girasol	94.96%		100%
	Filtrante de piñon	92.80%		99.47%
Domínguez et al. (2019) en su investigación en Cuba	Cyperus Alternifolius (Paragüita)		>90%	
Paima y Grattelly (2021) en Pucallpa	Eleocharis palustris (Junquillo)	78%	71%	99%
Santa Cruz y Tantaleán (2020) en Chota	Eichhornia Crassipes (Lechuguilla)		96.40%	99.50%
	Canna Edulis (Cannaceae)		97.30%	99%
	Eichhornia Crassipes (Lechuguilla) y Canna Edulis (Cannaceae)		85%	99.30%
<b>TESIS: Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023</b>				
Schoenoplectus Californicus (Totoras)		100%	-53%	100%
Zantedeschia aethiopica (Cartuchos)		-6724%	-573%	65%
SinEspecies		100%	-3612%	100%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los datos revela que la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial ha tenido un porcentaje de remoción significativo en Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en el agua del río Mashcón, los valores son: Poza A (Totoras) 100%, Poza B (Cartuchos) -6724% y Poza C (Sin especies) 100%, y en Coliformes Termotolerantes los valores son: Poza A (Totoras) 100%, Poza B (Cartuchos) 65% y Poza C (Sin especies) 100%. Estos hallazgos concuerdan con los planteamientos de Díaz y Paredes (2021) en Ecuador, quienes también investigaron la utilización de humedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales domésticas, obteniendo tasas de remoción significativas en parámetros como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) con la aplicación de la Totoras y Coliformes fecales con la aplicación de Totoras y Cartucho.

Como destacó Domínguez et al. (2019) en su investigación en Cuba, se planteó el objetivo de analizar la eliminación de colorantes en agua utilizando humedales superficiales. El tratamiento en humedales subsuperficiales permitió que la DQO alcanzara niveles adecuados para el vertimiento, la eficiencia de remoción superó el 90%. En esta tesis se observó porcentajes de remoción en la Demanda Química de Oxígeno (DQO) los valores son: Poza A (Totoras) -53%, Poza B (Cartuchos) -573% y Poza C (Sin especies) -36.12%, indicando que los humedales no han tenido resultados beneficiosos en la reducción del DQO.

Con respecto a la investigación realizada por Paima y Grattelly (2021) en Pucallpa, su objetivo se centró en desarrollar la eficiencia que genera un humedal de flujo subsuperficial horizontal para efectuar un tratamiento de aguas residuales domésticas. Se desarrolló una metodología descriptiva, cuantitativa, experimental y a través de una guía de observación se adquirió datos, dentro de los cuales hay diferencias significativas menores de un 0.00, referente a los parámetros fisicoquímicos (DQO, DBO5, Aceites y Grasas, Nitrógeno Total, SST, Temperatura, pH) como microbiológicos (Coliformes Termotolerantes) antes y posterior del tratamiento; además los índices de eficiencia de remoción equivalieron al 78% para la DBO5 y Aceites y Grasas, así como un 71% para la DQO, 46% para Nitrógeno Total, 67% para SST y 99% para Coliformes Termotolerantes. Lo que se alinea con algunos de nuestros propios hallazgos, ya que se lograron una reducción en DBO de: Poza A (Totoras) 100%, Poza B (Cartuchos) -6724% y Poza C (Sin especies)

100%; en DQO los valores son: Poza A (Totoras) -53%, Poza B (Cartuchos) -573% y Poza C (Sin especies) -3612% y en Coliformes Termotolerantes es de: Poza A (Totoras) 100%, Poza B (Cartuchos) 65% y Poza C (Sin especies) 100%. Identificando que la especie de Totoras supera el porcentaje de remoción en DBO5 y en Coliformes Termotolerantes; No podemos decir lo mismo de la especie de Cartuchos en el porcentaje de remoción obtenido en DBO5 y DQO, pero si se tiene un porcentaje aceptable en la relación a Coliformes Termotolerantes.

La investigación realizada en Chota en 2020, según Santa Cruz y Tantaleán, tuvo como objetivo analizar el tratamiento de aguas residuales mediante la utilización de humedales artificiales utilizando *Eichhornia Crassipes* y *Canna Edulis*. Este estudio siguió una metodología experimental y descriptiva con un enfoque mixto, y se recopiló datos a través de la observación. Los resultados indicaron que los humedales artificiales 1, 2 y 3 lograron altos porcentajes de remoción de contaminantes, incluyendo Aceites y Grasas (99.7%, 99.7%, 95.5%), Coliformes Termo Tolerantes (99%, 99.5%, 99.3%), DQO (97.3%, 96.4%, 85%), y SST (97.8%, 99%, 75.6%). A diferencia que en nuestra investigación obtuvimos los porcentajes de remoción en DQO: Poza A (Totoras) -53%, Poza B (Cartuchos) -573% y Poza C (Sin especies) -3612%, y la remoción en Coliformes Termotolerantes fueron los siguientes: Poza A (Totoras) 100%, Poza B (Cartuchos) 65% y Poza C (Sin especies) 100%. Demostrando con ello que la especie de totoras y de cartuchos tienen considerables porcentajes de remoción en Coliformes Termotolerantes, algo que no sucede en el porcentaje de remoción del DQO.

Basándonos en los resultados de esta investigación, se recomienda considerar la implementación y mejora del diseño de humedales artificiales de flujo subsuperficial, para que puedan enfrentar desafíos similares en cuanto a la calidad del agua. Adicional a ello, futuras investigaciones deben tener en cuenta factores específicos, como las condiciones climáticas y geográficas, al diseñar estos sistemas; también deben explorar aspectos adicionales como la evaluación de costos para la implementación de humedales artificiales a mayor escala.

Estos resultados se alinean con investigaciones previas sobre humedales artificiales, que han demostrado su eficacia en el tratamiento de aguas residuales en todo el mundo. La eficiencia de estos humedales se atribuye a procesos

naturales como la filtración, la descomposición bacteriana y la asimilación de nutrientes.

Por ello el tratamiento de aguas mediante humedales artificiales demostró la reducción en DBO5 y Coliformes Termotolerantes, destacando la capacidad de estos sistemas para eliminar contaminantes y mejorar la calidad del agua, lo que es relevante en un contexto en el que la gestión sostenible del agua es crucial.

La eficacia de los humedales artificiales en el tratamiento del agua del río Mashcón tiene importantes implicaciones tanto ambientales como sociales. La mejora de la calidad del agua beneficia a la vida acuática y a las comunidades que dependen de este recurso para diversas actividades. Además, la reducción de la DBO5 y Coliformes Termotolerantes contribuye a la preservación del ecosistema acuático y a la mitigación de la contaminación en la región de Cajamarca.

## VI. CONCLUSIONES

Al analizar el tratamiento de agua del río Mashcón, podemos indicar que para DBO5 y Coliformes Termotolerantes es eficiente mientras que para el DQO no.

La calidad del agua del río Mashcón antes de la aplicación de humedales artificiales es: (DBO5= 3.03, DQO = 11.16 y COLIFORMES TERMOTOLERANTES = 6033.33) cumple con lo establecido a excepción de los resultados obtenidos en Coliformes Termotolerantes de acuerdo al DS. 004-2017-MINAM.

El diseño de las humedades artificiales de flujo subsuperficial de acuerdo a los cálculos del DBO5, DQO y TSS tiene las siguientes dimensiones: 0.78 metros de ancho, 1.56 metros de largo y 0.80 metros de profundidad, con una capacidad de almacenamiento de 600 litros.

La calidad del agua del río Mashcón después de la aplicación de humedales artificiales es: Pozo A - Totoras (DBO5= <LCM, DQO = 17.1 y COLIFORMES TERMOTOLERANTES = <1.8), Pozo B – Cartuchos (DBO5= 207, DQO = 75.2 y COLIFORMES TERMOTOLERANTES = 2100) y Pozo C – Sin Especies (DBO5= <LCM, DQO = 15.2 y COLIFORMES TERMOTOLERANTES = <1.8). Por lo tanto, se concluye que la calidad del agua del Pozo A y C cumplen con lo establecido de acuerdo en el D.S.003-2010 MINAM ya que sus porcentajes de remoción fueron: Poza A (DBO = 100%, DQO = -53.13 y Coliformes Termotolerantes = 100%) y en la Poza C (DBO = 100, DQO = -36.12 y Coliformes Termotolerantes = 100%).

## **VII. RECOMENDACIONES**

Es de suma urgencia controlar los vertimientos de los ríos, hacer una fiscalización y control de las descargas al río.

Se deben implementar medidas de recuperación del río para mejorar la calidad del agua.

Es necesario fortalecer y hacer cumplir las normativas ambientales para garantizar que las empresas e industrias cumplan con los estándares de calidad del agua.

## REFERENCIAS

AGHALARI, Z., DAHMS, H., SILLANPAA, M., SOSA, J. Y PARRA, R. Effectiveness of wastewater treatment systems in removing microbial agents: a systematic review [En línea] 2020. *Journal Aghalari et al. Globalization and Health*, 16 n° 1. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://globalizationandhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12992-020-0546-y>

AHMED, U.; MUMTAZ, R.; ANWAR, H.; SHAH, A.; IRFAN, R. y GARCÍA, J. Efficient water quality prediction using supervised machine learning [En línea] 2019. *Water*, 11, n° 11. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.mdpi.com/559376>

ANDRADE, M., BORJA, D., CALDERÓN, H. Diseño de una planta de tratamiento de lixiviados para empresas públicas municipales de aseo integral zona 3 Ecuador [En Línea] 2020. *Ciencia digital*, 4(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/1094>

ARANDA, C. Tratamiento de aguas residuales domésticas utilizando esponjas cilíndricas colgantes de poliuretano [En Línea] 2020. *Revista Saber Servir*, 3(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://revista.enap.edu.pe/article/view/3918/4369>

ARTEAGA, V., QUEVEDO, A., VALLE, D., CASTRO, M., BRAVO, Á., RAMÍREZ, J. Estado del arte: una revisión actual a los mecanismos que realizan los humedales artificiales para la remoción de nitrógeno y fósforo [En Línea] 2019. *Tecnología y ciencias del agua*, 10(5), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v10n5/2007-2422-tca-10-05-319.pdf>

ASPIRILLA, W.; RAMÍREZ, J.; CATALINA, D. Humedales artificiales de flujo subsuperficial: comparación de metodologías de diseño para el cálculo del área superficial basado en la remoción de materia orgánica [En línea]. 2020. *Revista de ingeniería USBMed*, 11 (2), 65 – 73. Disponible en:

<https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/download/4558/4838/15947>

BAIN, R.; JOHNSTON, R. y SLAYMAKER, T. Drinking water quality and the SDGs [En línea] 2020. *Clean Water*, 3, n° 1. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.nature.com/articles/s41545-020-00085-z>

CABRERA, I. El agua como materia proyectual. Aproximaciones conceptuales a los ciclos hidro-sociales [En línea]. 2020. *Revista A&P Continuidad*, 7 n° 12 [Fecha de consulta 27 de mayo del 2023]. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/219/2191280009/2191280009.pdf>

CEDEÑO, H. Análisis de los parámetros de calidad del agua del efluente del río muerto para su posible reutilización del Cantón Manta, Ecuador [En Línea]. 2020. *Revista Polo del conocimiento*, 5 (2) [Fecha de consulta 27 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7435323.pdf>

CEDEÑO, R. Y AYÓN, C. Reduction of color and turbidity in wastewater of the municipal Camal of manta, through biofiltration with coconut shell (*Cocos nucifera*) and rice shell (*Oryza sativa*), January 2020. [En línea] 2020. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura "YAKU"*, 3 n° 6. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/yaku/article/view/77>

CERNA, E. The environmental policy on maximum allowable limits (MPL) for mining effluents [En línea] 2021. *Revista Oficial del Poder Judicial*, 13 n° 16. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://revistas.pj.gob.pe/revista/index.php/ropj/article/view/385>

CHEN, K.; CHEN, H., ZHOU, C.; HUANG, Y.; QI, X.; SHEN, R.; LIU, F.; ZUO, M.; ZOU, X.; WANG, J.; ZHANG, Y.; CHEN, D.; CHEN, X.; DENG, Y.; REN, H. Comparative analysis of surface water quality prediction performance and identification of key water parameters using different machine learning models based on big data [En línea] 2020. *Water research*. 1, n° 171. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004313541931231X>

CIEZA, A., CALLAO, M., CULQUI, M., MALCA, J., PUICAN, V. El manejo ambiental en las plantas de tratamiento de aguas residuales en el Perú [En Línea] 2021. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 3(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1310/1790>

CISTERNA, P., PÉREZ, L. Propuesta de humedales artificiales, impulsores de biodiversidad, que depuran aguas contaminadas para la recuperación de lagunas urbanas de concepción [En Línea] 2019. *Revista Hábitat Sustentable*, 9(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.scielo.cl/pdf/hs/v9n1/0719-0700-hs-9-01-20.pdf>

DENEGRI, J., IANNACONE, J. Acid mine drainage treatment using artificial wetlands [En Línea] 2020. *Biotempo*, 17(2), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/view/3349/4105>

DIAZ, A., PAREDES, P. Aprovechamiento de aguas residuales domésticas tratadas mediante el uso de un humedal artificial de piñón y girasol [En Línea] 2021. *Polo del Conocimiento*, 7(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8331419>

DOMINGUEZ, L., PÉREZ, M., ZORRILLA, M., GONZALÉZ, Y., PEDROZO, F. Evaluación de la remoción de colorantes mediante humedales subsuperficiales [En Línea] 2019. *Revista Cubana de Química*, 31(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v31n1/2224-5421-ind-31-01-108.pdf>

EWAID, S; ABED, S; AL, N. y SALIH, R. Development and evaluation of a water quality index for the Iraqi rivers [En línea] 2020. *Hydrology*, 7, n° 67. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.mdpi.com/821842>

FLORES, A. Estimation of liquid effluents produced in cheese processing in the Puno region 2019 [En línea] 2020. *Revista Científica I+D Aswan Science*, 1 n°1. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <http://www.revistascience.enterprisesadeg.org.pe/index.php/sciencie/article/view/3>

FLORES, J.; REYNALDO, C. *Influencia de los efluentes de los humedales artificiales de Shanao, sobre la calidad de las aguas del Rio Mayo – 2021* [Informe de pregrado]. Tarapoto. Universidad César Vallejo. 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68817>

HERNÁNDEZ, R.; MENDOZA, R. y FERNÁNDEZ, C. *Metodología de la investigación*. Editorial Mc Graw Hill Education. 2018. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

IGHALO, J. y ADENIYI, A. A comprehensive review of water quality monitoring and assessment in Nigeria [En línea] 2020. *Chemosphere*, 260, n° 7. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653520317641>

LI, P. y Wu, J. Jianhua. Drinking water quality and public health [En línea] 2019. *Exposure and Health*, 11, n° 2. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s12403-019-00299-8>

LI, PEIYUE; WU, JIANHUA. Jianhua. Drinking water quality and public health [En línea] 2019. *Exposure and Health*, 11, n° 2. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s12403-019-00299-8>

LIESH, K.; KHONSARI, M. y MILLER, R. Assessment of water contamination on grease using the contact angle approach [En línea] 2020. *Tribology Letters*. 68, n° 4. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s11249-020-01339-0>

LIMACHE, F., TIRADO, L. Acción de dos macrófitas para el tratamiento del agua residual de las lagunas de estabilización de Magollo, Tacna – Perú [En Línea] 2022. *Ciencia & Desarrollo*, 21(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/1239>

MARWA, W., TAHA, A., ABUNADA, Z., MICKOVSKI, S., THOMSON, C. Constructed Wetland for Sustainable and Low-Cost Wastewater Treatment: Review Article [En Línea] 2022. *Land*, 11(1), [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.mdpi.com/2073-445X/11/9/1388/pdf>

MENDOZA, G. Tratamiento de aguas grises mediante un sistema de paredes verdes como política ambiental para la mitigación del cambio climático [En Línea] 2022. *South Sustainability*, 11(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/view/1440/1101>

NONG, X; SHAO, D; ZHONG, H. y LIANG, J. Evaluation of water quality in the South-to-North Water Diversion Project of China using the water quality index (WQI) method [En línea] 2020. *Water research*, 178, n° 11. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135420303183>

NOYOLA, A. Innovaciones en el tratamiento de aguas residuales [En Línea] 2022. *Impluvium*, 1(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/impluvium/numero18.pdf>

PAIMA, D., GRATELLE, W. *Eficiencia de un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal en el tratamiento de aguas residuales domésticas en una vivienda del A.H 9 de octubre, Pucallpa* [Informe de pregrado]. Pucallpa. Universidad Nacional de Ucayali. 2021. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5091>

PÉREZ, Y., GARCÍA, D., HAZA, J. Humedales construidos como alternativa de tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas: una revisión [En Línea] 2022. *Ecosistemas*, 31(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/2279>

PIASKOWSKI, K., SWIDERSKA, R. Y ZARZYCKI, P. Dye Removal from Water and Wastewater Using Various Physical, Chemical, and Biological Processes. [En línea] 2019. *Journal of AOAC International*, 101 n° 5. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://academic.oup.com/jaoac/article/101/5/1371/5654059?login=false>

PIMPAWAT, T., PHUTTHASIMMA, C., WICHAI, S. Y PHENRAT, T. Rhizomicrobial-augmented mature vetiver root system rapidly degrades phenol in illegally dumped industrial wastewater. [En línea] 2019. *Journal Desalination and Water Treatment*,

159 n° 1. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en [https://www.deswater.com/DWT\\_articles/vol\\_159\\_papers/159\\_2019\\_40.pdf](https://www.deswater.com/DWT_articles/vol_159_papers/159_2019_40.pdf)

SALEH, I., ZOUARI, N. Y GHOUTI, M. Removal of pesticides from water and wastewater: Chemical, physical and biological treatment approaches. [En línea] 2020. *Journal Environmental Technology & Innovation*, 19 n° 1. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186420313262>

SÁNCHEZ, V., SAÉZ, W., PALOMINO, P. Evaluación del humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal con berros (*Nasturtium officinale*) en la remoción de materia orgánica a escala piloto de las aguas residuales del distrito de Yauli-Huancavelica [En Línea] 2022. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), [Fecha de consulta 26 de mayo del 2023]. Disponible en <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2807>

SANTA CRUZ, L., TANTALEÁN, S. *Tratamiento de las aguas residuales en la provincia de Chota aplicando humedales artificiales con Eichhornia Crassipes y Canna Edulis en el año 2020* [Informe de pregrado]. Cajamarca. Universidad Privada del Norte. 2020. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23907>

TAVAKOLY, S.; MONAZAMI, G.; REZAYI, M.; TAJFARD, M. y BORGHEIPOUR, H. Application of water quality indices for evaluating water quality and anthropogenic impact assessment [En línea] 2019. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, n° 7. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-018-1894-5>

## ANEXOS

### Anexo 1 Matriz de consistencia

Problemas de investigación	Objetivos de investigación	Hipótesis de investigación	Variables	Metodología
Problema general	Objetivo general		Variable 1	
¿Cómo la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial permitirá tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca, 2023?	Realizar el tratamiento de agua del río Mashcón mediante la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023		Humedales artificiales de flujo subsuperficial	<b>Tipo de investigación</b> Tipo de investigación aplicada
			Dimensiones	<b>Diseño de la investigación:</b> Diseño experimental puro de naturaleza cuantitativa.
			Diseño del humedal Parámetros técnicos de construcción	<b>Población y muestra</b>
			Variable 2	<b>Población:</b> La población se halló representada por las aguas del río Mashcón y aguas post tratamiento de los humedales artificiales de flujo subsuperficial
			Dimensiones	<b>Muestra:</b> La muestra estuvo formada por 24 muestras del agua del Río Mashcón, donde cada una de ellas debe tener una cantidad de 2L con 750ml para los respectivos análisis de (DBO5, DQO, TSS Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES
			Tratamiento de agua del río	<b>Técnica de recolección de datos</b> Análisis documental
			Dimensiones	<b>Instrumento</b> Guía de análisis documental
			Características físicas, químicas y microbiológicas	
Problemas específicos	Objetivos específicos			
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál será la calidad del agua del río Mashcón antes de la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca, 2023?</li> <li>¿Cuáles son las dimensiones de los humedales artificiales de flujo subsuperficial para tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca, 2023?</li> <li>¿Cuál es la calidad del agua del río Mashcón después de la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca, 2023?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Identificar la calidad del agua del río Mashcón contrastando con el D.S. N° 004-2017-MINAM antes de la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca, 2023.</li> <li>2) Diseñar los humedales artificiales de flujo subsuperficial para tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca, 2023</li> <li>3) Evaluar la calidad del agua del río Mashcón contrastando con el D.S. N°003-2010-MINAM, después de la aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca, 2023.</li> </ul>	La aplicación de humedales artificiales de flujo subsuperficial permitirá tratar el agua del río Mashcón, Cajamarca – 2023		

## Anexo 2 Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
<b>Variable independiente:</b> Humedales artificiales de flujo subsuperficial	Son considerados como aquellas zonas de construcción realizadas por el hombre, mediante los cuales se producen una serie de mecanismos de eliminación de contaminantes, los cuales pueden encontrarse representes en aguas re contaminadas, tanto por medios físicos, químicos y biológicos (Aspirilla et al., 2020).	Mediante la guía de análisis documental, se discurreó la valoración respecto a diferentes fuentes bibliográficas sobre las cuales se consiga proceder con el respectivo diseño del humedal.	Diseño del humedal  Parámetros técnicos de construcción	$As = L * W = \frac{Q[\ln(\frac{C_0}{C_e})]}{K_T dn}$ As: Área de superficie L: Longitud W: Ancho Q: Caudal ln: Logaritmo natural (coeficiente) C <sub>0</sub> : Demanda Bioquímica de Oxígeno de entrada C <sub>e</sub> : Demanda bioquímica de oxígeno de salida basada en LMP K <sub>t</sub> : Proporción de constante de temperatura d: Profundidad promedio del agua n: Porosidad de la estructura  Tipo de flujo Carga orgánica Carga hidráulica Tiempo de retención hidráulica Área específica Profundidad	Nominal	Guía de análisis documental
<b>Variable dependiente:</b> Tratamiento de agua del río	El tratamiento del agua del río representa a una serie de parámetros mediante los cuales se esperan mejorar ante la prevalencia de procesos de mejora de la calidad del agua (Cedeño, 2020).	Por medio del empleo de la guía de observación, se logró manifestar la valoración de la mejora alcanzada en el apartado físico, químico y microbiológico del agua.	Características físicas, químicas y microbiológicas	Caudal Temperatura PH DBO5 DQO Coliformes Termotolerantes	Nominal	Guía de análisis documental



**Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023**

El investigador tendrá que recuperar la siguiente información para la caracterización de las variables de estudio:

Variable	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente:</b> Humedales artificiales de flujo subsuperficial	Diseño del humedal	$A_s = L * W = \frac{Q[\ln(\frac{C_0}{C_e})]}{K_T d n}$ As: Área de superficie L: Longitud W: Ancho Q: Caudal ln: Logaritmo natural (coeficiente) C <sub>0</sub> : Demanda Bioquímica de Oxígeno de entrada C <sub>e</sub> : Demanda bioquímica de oxígeno de salida basada en LMP K <sub>t</sub> : Proporción de constante de temperatura d: Profundidad promedio del agua n: Porosidad de la estructura
	Parámetros técnicos de construcción	Tipo de flujo Carga orgánica Carga hidráulica Tiempo de retención hidráulica Área específica Profundidad
<b>Variable dependiente:</b> Tratamiento de agua del río	Características físicas, químicas y microbiológicas	Caudal Temperatura PH DBO5 DQO Coliformes Termotolerantes

Anexo 4 Síntesis de resultados de las muestras de agua.

<b>Resultados para la elaboración del diseño de humedales</b>					
<b>Muestras</b>	<b>Fecha de toma de muestras</b>	<b>DBO (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	<b>DQO (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	<b>Sólidos Suspendedos Totales</b>	<b>Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)</b>
Muestra 1	29/08/2023	268.4	467.3	78.0	9200000
Muestra 2		250.1	433.2	84.0	16000000
Muestra 3		243.6	429.8	108.0	5400000
<b>MEDIAS</b>		<b>254.0</b>	<b>443.43</b>	<b>90.0</b>	<b>10200000</b>

	<b>Muestras</b>	<b>Fecha de toma de muestras</b>	<b>DBO (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	<b>DQO (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	<b>Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)</b>
<i>Agua del rio antes de ingresar a los humedales artificiales</i>	Muestra 1	27/10/2023	2.8	11.5	5400
	Muestra 2		2.9	12.4	3500
	Muestra 3		3.4	9.6	9200
<i>Agua tratada en los humedales artificiales</i>	Totoras (Pozo A)	5/11/2023	<LCM	27.5	220
		6/11/2023	<LCM	23.7	49
		7/11/2023	<LCM	17.1	7.8
		8/11/2023	<LCM	14.8	2.0
		9/11/2023	<LCM	17.1	2.0
		10/11/2023	<LCM	17.1	<1.8
	Cartuchos (Pozo B)	5/11/2023	86.5	557.1	5400
		6/11/2023	31.5	360.7	1600
		7/11/2023	36.8	303.6	1300
		8/11/2023	72.4	178.6	1100
		9/11/2023	97.5	110.7	920
		10/11/2023	207	75.2	2100
	Sin especies (Pozo C)	5/11/2023	3.4	13.4	1700
		6/11/2023	<LCM	9.1	240
		7/11/2023	<LCM	9.1	17
		8/11/2023	<LCM	11.9	<1.8
		9/11/2023	<LCM	15.2	<1.8
		10/11/2023	<LCM	15.2	<1.8

## Anexo 5 Resultados emitidos por el Laboratorio Regional del Agua



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



### INFORME DE ENSAYO N° IE 08231054

#### DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **LAURA TIZNADO ROJAS**  
Dirección -  
Persona de contacto **LAURA TIZNADO ROJAS** Correo electrónico [naty\\_rojtiz@hotmail.com](mailto:naty_rojtiz@hotmail.com)

#### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **29.08.23** Hora de Muestreo **8:30 a 10:30**  
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -  
Procedimiento de Muestreo -  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de puntos de muestreo **03**  
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**  
Referencia de la Muestra: **Cajamarca**

#### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-1186** Cadena de Custodia **CC - 1054 - 23**  
Fecha y Hora de Recepción **29.08.23 12:30** Inicio de Ensayo **29.08.23 12:50**  
Reporte Resultado **11.09.23 10:30**

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO  
Edder Miguel FAU 20453744168 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 11/09/2023 05:20 p.m.

Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

Cajamarca, 11 de Setiembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 08231054**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra			Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	-	-	-
Código Laboratorio			08231054-01	08231054-02	08231054-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial- Río	Superficial- Río	Superficial- Río	-	-	-
Localización de la Muestra			Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5	78.0	84.0	108.0	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.6	268.4	250.1	243.6	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.3	467.3	433.2	429.8	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
LOPEZ LEON Freddy Humberto  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Viso en señal de  
conformidad  
Fecha: 11/09/2023 02:49 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 11 de Setiembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 08231054**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	-	-	-
Código Laboratorio			08231054-01	08231054-02	08231054-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial- Río	Superficial- Río	Superficial- Río	-	-	-
Localización de la Muestra			Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	92 x 10 <sup>5</sup>	16 x 10 <sup>6</sup>	54 x 10 <sup>5</sup>	-	-	-

*Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado*



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 11/09/2023 12:23 p. m.



Firmado digitalmente por  
ZULUETA SANTA CRUZ Enver  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 11/09/2023 05:05 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 11 de Setiembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 08231054**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105 °C
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.  
 (\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
  - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
  - ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
  - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.
  - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

**Cajamarca, 11 de Setiembre de 2023**



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
confirmación  
Fecha: 11/09/2023 12:22 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Anexo 5 Resultados de agua del río Mashcón, para diseño e ingreso a los humedales.



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



**INFORME DE ENSAYO N° IE 10231365**

**DATOS DEL CLIENTE**

Razon Social/Nombre **LAURA TIZNADO ROJAS**  
Dirección -  
Persona de contacto **LAURA TIZNADO ROJAS** Correo electrónico [naty\\_rojtiz@hotmail.com](mailto:naty_rojtiz@hotmail.com)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo **27.10.23** Hora de Muestreo **13:00 a 13:10**  
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -  
Procedimiento de Muestreo -  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de puntos de muestreo **03**  
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**  
Referencia de la Muestra: **Cajamarca**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC-1476** Cadena de Custodia **CC - 1365 - 23**  
Fecha y Hora de Recepción **27.10.23 14:45** Inicio de Ensayo **27.10.23 15:05**  
Reporte Resultado **08.11.23 16:15**

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO  
Edder Miguel FAU 20453744168 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 08/11/2023 05:37 p. m.

Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

Cajamarca, 08 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 10231365**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra			Punto 1	Punto 2	Punto 3	-	-	-
Código Laboratorio			10231365-01	10231365-02	10231365-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial- Río	Superficial- Río	Superficial- Río	-	-	-
Localización de la Muestra			Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O <sub>2</sub> /L	2.6	2.8	2.9	3.4	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3	11.5	12.4	9.6	-	-	-

*Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)*



Firmado digitalmente por  
HEYRA JAICO Edder Miguel  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 08/11/2023 05:37 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 08 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 10231365**

ENSAYOS			Microbiológicos			
Código de la Muestra	Punto 1	Punto 2	Punto 3	-	-	-
Código Laboratorio	10231365-01	10231365-02	10231365-03	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción	Superficial- Río	Superficial- Río	Superficial- Río	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	54 x 10 <sup>2</sup>	35 x 10 <sup>2</sup>	92 x 10 <sup>2</sup>	-

*Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado*



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 08/11/2023 05:46 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 08 de Noviembre de 2023

Página: 3 de 4

INFORME DE ENSAYO N° IE 10231365

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.  
(\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.  
✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.  
✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.  
✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.  
✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.  
✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 08 de Noviembre de 2023



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEZAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Viso en señal de  
conformidad  
Fecha: 08/11/2023 05:46 p. m.

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

## Anexo 6 Resultados de análisis de agua tratada del río Mashcón.



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



### INFORME DE ENSAYO N° IE 11231388

#### DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **LAURA TIZNADO ROJAS**  
Dirección -  
Persona de contacto **LAURA TIZNADO ROJAS** Correo electrónico [naty\\_rojitz@hotmail.com](mailto:naty_rojitz@hotmail.com)

#### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **05.11.23** Hora de Muestreo **17:30 a 17:40**  
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -  
Procedimiento de Muestreo -  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de puntos de muestreo **03**  
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos**  
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**  
Referencia de la Muestra: **Cajamarca**

#### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-1477** Cadena de Custodia **CC - 1388 - 23**  
Fecha y Hora de Recepción **06.11.23 11:18** Inicio de Ensayo **06.11.23 11:35**  
Reporte Resultado **16.11.23 15:00**

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO  
Edder Miguel FAU 2045374168 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 16/11/2023 05:50 p. m.

Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231388**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra	Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	11231388-01	11231388-02	11231388-03	-	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O <sub>2</sub> /L	2.6	<LCM	86.5	3.4	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3	27.5	557.1	13.4	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
NEYRA JAICO Edder Miguel  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad.  
Fecha: 16/11/2023 05:49 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231388**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-
Código Laboratorio			11231388-01	11231388-02	11231388-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-
Localización de la Muestra			Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	220	54 x 10 <sup>2</sup>	1700	-	-	-

*Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado*



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEZAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 16/11/2023 06:00 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ/S.N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FON: 599000 anexo 1140.

Página: 3 de 4

INFORME DE ENSAYO N° IE 11231388

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
  - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
  - ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
  - ✓ Este documento no se emitirá sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
  - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 16/11/2023 06:00 p. m.

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231389**

**DATOS DEL CLIENTE**

Razon Social/Nombre **LAURA TIZNADO ROJAS**

Dirección -

Persona de contacto **LAURA TIZNADO ROJAS** Correo electrónico [naty\\_rojtiz@hotmail.com](mailto:naty_rojtiz@hotmail.com)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo **06.11.23** Hora de Muestreo **9:30 a 9:40**

Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -

Procedimiento de Muestreo -

Tipo de Muestreo **Puntual**

Número de puntos de muestreo **03**

Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos**

Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**

Referencia de la Muestra: **Cajamarca**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC-1477** Cadena de Custodia **CC - 1389 - 23**

Fecha y Hora de Recepción **06.11.23 11:21** Inicio de Ensayo **06.11.23 11:45**

Reporte Resultado **16.11.23 15:05**

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO  
Edder Miguel FAU.20453744168 soft  
Módulo: Soy el autor del documento  
Fecha: 16/11/2023 05:51 p. m.

**Edder Neyra Jaico**  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

**Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231389**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra	Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	11231389-01	11231389-02	11231389-03	-	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.6	<LCM	31.5	<LCM	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.3	23.7	360.7	9.1	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
NEYRA JAICO Eder Miguel  
FAU 20453744169 soft  
Motivo: Viso en señal de  
conformidad  
Fecha: 16/11/2023 05:50 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231389**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	11231389-01	11231389-02	11231389-03	-	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	49	16 x 10 <sup>2</sup>	240	-	-	-

*Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado*



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 16/11/2023 06:00 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231389**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.  
 (\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
  - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
  - ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
  - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.
  - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

**Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023**



Firmado digitalmente por  
ODLINA VENEZAS Juan Jose  
FAU 20453741498 scrt  
Motivo: Vso en señal de  
conformidad  
Fecha: 16/11/2023 06:00 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231400**

**DATOS DEL CLIENTE**

Razon Social/Nombre	<b>LAURA TIZNADO ROJAS</b>		
Dirección	-		
Persona de contacto	<b>LAURA TIZNADO ROJAS</b>	Correo electrónico	<a href="mailto:naty_rojtiz@hotmail.com">naty_rojtiz@hotmail.com</a>

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo	<b>07.11.23</b>	Hora de Muestreo	<b>6:30 a 6:40</b>
Responsable de la toma de muestra	<b>Cliente</b>	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	<b>Puntual</b>		
Número de puntos de muestreo	<b>03</b>		
Ensayos solicitados	<b>Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos</b>		
Breve descripción del estado de la muestra	<b>Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación</b>		
Referencia de la Muestra:	<b>Cajamarca</b>		

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato	<b>SC-1477</b>	Cadena de Custodia	<b>CC - 1400 - 23</b>		
Fecha y Hora de Recepción	<b>07.11.23</b>	<b>11:15</b>	Inicio de Ensayo	<b>07.11.23</b>	<b>11:30</b>
Reporte Resultado	<b>16.11.23</b>	<b>16:00</b>			

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO  
Edder Miguel FAU.20453744.168 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 16/11/2023 05:53 p. m.

Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231400**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra			Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-
Código Laboratorio			11231400-01	11231400-02	11231400-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-
Localización de la Muestra			Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.6	<LCM	36.8	<LCM	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.3	17.1	303.6	9.1	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
NEYRA JAICO Eddier Miguel  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 16/11/2023 05:53 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231400**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	11231400-01	11231400-02	11231400-03	-	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	7.8	13 x 10 <sup>2</sup>	17	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744199 sot:  
Motivo: Viso en señal de  
conformidad  
Fecha: 16/11/2023 06:01 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231400**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.  
(\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas a campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
  - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
  - ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo, luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
  - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.
  - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 16 de Noviembre de 2023



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 16/11/2023 06:01 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231405**

**DATOS DEL CLIENTE**

Razon Social/Nombre	<b>LAURA TIZNADO ROJAS</b>		
Dirección	-		
Persona de contacto	<b>LAURA TIZNADO ROJAS</b>	Correo electrónico	<a href="mailto:naty_rojtiz@hotmail.com">naty_rojtiz@hotmail.com</a>

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo	<b>08.11.23</b>	Hora de Muestreo	<b>9:30 a 9:40</b>
Responsable de la toma de muestra	<b>Cliente</b>	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	<b>Puntual</b>		
Número de puntos de muestreo	<b>03</b>		
Ensayos solicitados	<b>Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos</b>		
Breve descripción del estado de la muestra	<b>Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación</b>		
Referencia de la Muestra:	<b>Cajamarca</b>		

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato	<b>SC-1477</b>	Cadena de Custodia	<b>CC - 1405 - 23</b>		
Fecha y Hora de Recepción	<b>08.11.23</b>	<b>10:06</b>	Inicio de Ensayo	<b>08.11.23</b>	<b>10:20</b>
Reporte Resultado	<b>17.11.23</b>	<b>15:00</b>			

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO  
Edder Miguel FAU 20453744168 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 17/11/2023 06:03 p. m.

Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

Cajamarca, 17 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231405**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra	Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	11231405-01	11231405-02	11231405-03	-	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O <sub>2</sub> /L	2.6	<LCM	72.4	<LCM	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3	14.8	178.6	11.9	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
LOPEZ LEON Freddy Humberto  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 17/11/2023 04:58 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 17 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231405**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra	Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	11231405-01	11231405-02	11231405-03	-	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	2.0	11 x 10 <sup>2</sup>	<1.8	-	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado



Firmado digitalmente por  
ZULUETA SANTA CRUZ Enver  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 17/11/2023 04:54 p.m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 17 de Noviembre de 2023

INFORME DE ENSAYO N° IE 11231405

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.  
(\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
  - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
  - ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
  - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.
  - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 17 de Noviembre de 2023



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 17/11/2023 05:00 p. m.

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231411**

**DATOS DEL CLIENTE**

Razon Social/Nombre	<b>LAURA TIZNADO ROJAS</b>		
Dirección	-		
Persona de contacto	<b>LAURA TIZNADO ROJAS</b>	Correo electrónico	<a href="mailto:naty_roitiz@hotmail.com">naty_roitiz@hotmail.com</a>

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo	<b>09.11.23</b>	Hora de Muestreo	<b>7:40 a 7:50</b>
Responsable de la toma de muestra	<b>Cliente</b>	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	<b>Puntual</b>		
Número de puntos de muestreo	<b>03</b>		
Ensayos solicitados	<b>Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos</b>		
Breve descripción del estado de la muestra	<b>Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación</b>		
Referencia de la Muestra:	<b>Cajamarca</b>		

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato	<b>SC-1477</b>	Cadena de Custodia	<b>CC - 1411 - 23</b>	
Fecha y Hora de Recepción	<b>09.11.23</b>	<b>08:26</b>	Inicio de Ensayo	<b>09.11.23 08:50</b>
Reporte Resultado	<b>21.11.23</b>	<b>16:10</b>		

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO  
Edder Miguel PAU 20453744166 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 22/11/2023 09:52 a.m.

**Edder Neyra Jaico**  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

**Cajamarca, 21 de Noviembre de 2023**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231411**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra			Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-
Código Laboratorio			11231411-01	11231411-02	11231411-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-
Localización de la Muestra			Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O2/L	2.6	<LCM	97.5	<LCM	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.3	17.1	110.7	15.2	-	-	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
NEYRA JACO Edder Miguel  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad.  
Fecha: 22/11/2023 09:52 a. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 21 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231411**

ENSAYOS			Microbiológicos						
Código de la Muestra	Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	11231411-01	11231411-02	11231411-03	-	-	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos						
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	2.0	920	<1.8	-	-	-	-

*Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado*



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEZAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Vso en señal de  
confiabilidad  
Fecha: 21/11/2023 05:31 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 21 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231411**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**NOTAS FINALES**

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(\*\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas in campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

**"Fin del documento"**

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

**Cajamarca, 21 de Noviembre de 2023**



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 21/11/2023 05:30 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231428**

**DATOS DEL CLIENTE**

Razon Social/Nombre	LAURA TIZNADO ROJAS		
Dirección	-		
Persona de contacto	LAURA TIZNADO ROJAS	Correo electrónico	<a href="mailto:naty_rojtiz@hotmail.com">naty_rojtiz@hotmail.com</a>

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo	10.11.23	Hora de Muestreo	8:55 a 9:05
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos Instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	Cajamarca		

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato	SC-1477	Cadena de Custodia	CC - 1428 - 23
Fecha y Hora de Recepción	10.11.23	09:56	Inicio de Ensayo 10.11.23 10:20
Reporte Resultado	21.11.23	16:30	

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**



Firmado digitalmente por NEYRA JAICO  
Edder Miguel FAU 20453744168 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 22/11/2023 09:55 a.m.

Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

Cajamarca, 21 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231428**

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Físicoquímicos					
Código de la Muestra	Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	11231428-01	11231428-02	11231428-03	-	-	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg O <sub>2</sub> /L	2.6	<LCM	207.0	<LCM	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3	17.1	75.2	15.2	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Firmado digitalmente por  
NEYRA JAICO Edder Miguel  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Visto en señal de  
conformidad  
Fecha: 22/11/2023 09:53 a. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 21 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231428**

ENSAYOS			Microbiológicos					
Código de la Muestra			Poza A	Poza B	Poza C	-	-	-
Código Laboratorio			11231428-01	11231428-02	11231428-03	-	-	-
Matriz			Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-
Localización de la Muestra			Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	<1.8	21 x 10 <sup>2</sup>	<1.8	-	-	-

*Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado*



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Viso en señal de  
conformidad  
Fecha: 2/11/2023 05:31 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 21 de Noviembre de 2023

**INFORME DE ENSAYO N° IE 11231428**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.  
 (\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
  - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
  - ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
  - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.
  - ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 21 de Noviembre de 2023



Firmado digitalmente por  
COLINA VENEGAS Juan Jose  
FAU 20453744168 soft  
Motivo: Viso en señal de  
conformidad  
Fecha: 21/11/2023 05:31 p. m.

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Anexo 7 Límites Máximos Permisibles de acuerdo al DS. N°003-2010- MINAM

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES  
PARA LOS EFLUENTES DE PTAR**

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceltes y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Anexo 8 Estándares de Calidad Ambiental de acuerdo al DS. N°004-2017-MINAM

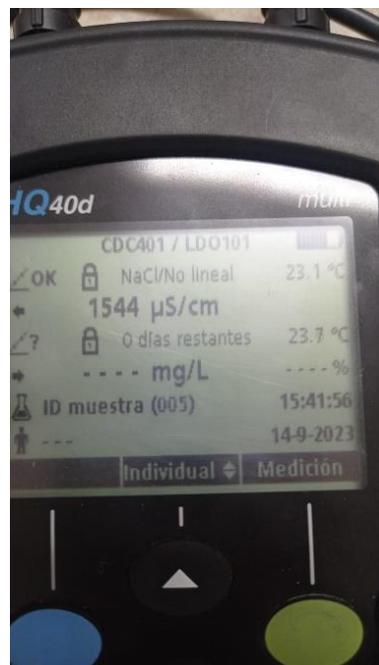
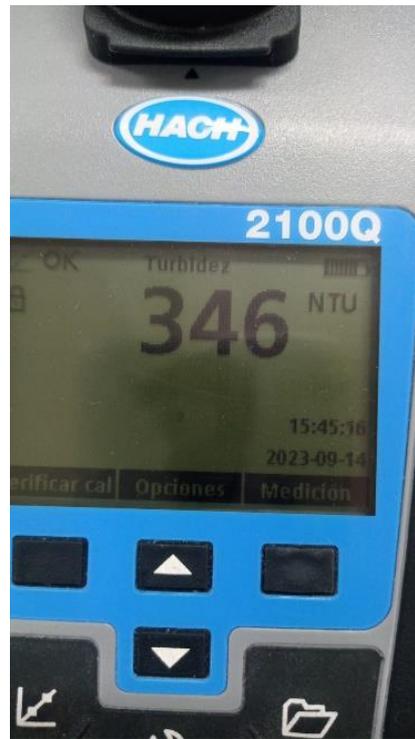
**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminfos	Huevo/L	1	1	**

Anexo 9 Fotografías de la toma de muestras iniciales



## Anexo 10 Resultados de parámetros físicos



Anexo 11 Construcción de Humedales



Anexo 12 Adaptación de especies



Anexo 13 Tratamiento del agua del río Mashcón



Anexo 14 Toma de muestra de agua tratada



## Anexo 15 Constancia de aprobación por los expertos



**SOLICITUD:** Validación de instrumento de recojo de información

Mg. Carmen Chuquilín Celiz

Yo Bustamante Pajares Bibian y Tiznado Rojas Laura, identificados con DNI N° 73099061, N° 72940471 respectivamente, alumno del curso de Titulación de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 25 septiembre del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Bibian Bustamante Pajares".

Bibian Bustamante Pajares  
DNI: 73099061

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Laura Tiznado Rojas".

Laura Tiznado Rojas  
DNI: 72940471

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Carmen Chuquilín Celiz
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Humedales Artificiales.
- 1.5 Autor del instrumento: Bustamante Pajares Bibian y Tizado Rojas Laura

### II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	El lenguaje empleado es comprensible y asertivo.										X			
2. OBJETIVIDAD	Se rige mediante leyes y principios científicos existentes.										X			
3. ACTUALIDAD	Se rige, mediante objetivos acorde a la realidad actual.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La metodología y diseño aplicados están en función de comprobar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

SI

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%
-----

Lima, 25 setiembre del 2023



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Carmen Chuquilín Celiz
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: DBO Y DQO
- 1.5 Autor del instrumento: Bustamante Pajares Bibian y Tiznado Rojas Laura

### II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	El lenguaje empleado es comprensible y asertivo.										X			
2.OBJETIVIDAD	Se rige mediante leyes y principios científicos existentes.										X			
3. ACTUALIDAD	Se rige, mediante objetivos acorde a la realidad actual.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La metodología y diseño aplicados están en función de comprobar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrument muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDADX

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

SI

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%
-----

Lima, 25 setiembre del 2023



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Carmen Chuquilín Celiz
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Coliformes Totales
- 1.5 Autor del instrumento: Bustamante Pajares Bibian y Tiznado Rojas Laura

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	El lenguaje empleado es comprensible y asertivo.										X			
2. OBJETIVIDAD	Se rige mediante leyes y principios científicos existentes.										X			
3. ACTUALIDAD	Se rige, mediante objetivos acorde a la realidad actual.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La metodología y diseño aplicados están en función de comprobar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrument muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

SI

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

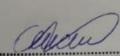
<b>85%</b>
------------

Lima, 25 Setiembre del 2023



	FORMATO DE DISEÑO DE HUMEDALES ARTIFICIALES		INSTRUMENTO N° 01
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION		
TITULO	Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023.		
FACULTAD	INGENIERÍA		
AUTOR	BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN Y TIZNADO ROJAS LAURA		
ASESOR	MONTALVO MORALES KENNY RUBEN		
FECHA	23 NOVIEMBRE del 2023		
	CALCULO PARA EL AREA DE SUPERFICIE DEL HUMEDAL	OBSERVACIONES	
	$As = L * W = \frac{Q \left[ \ln \left( \frac{C_0}{C_e} \right) \right]}{K_T d n}$		
As: Área de superficie	<b>As = 1.23 m<sup>2</sup></b>		
L: Longitud	<b>L = 1.56 m</b>		
W: Ancho	<b>W = 0.78 m</b>		
Q: Caudal	0.5 m <sup>3</sup> /día		
ln: Logaritmo natural (coeficiente)	COEFICIENTE		
C <sub>0</sub> : Demanda Bioquímica de Oxígeno de entrada	254.0 mg/L		

C <sub>e</sub> : Demanda bioquímica de oxígeno de salida basada en LMP	100 mg/L	
K <sub>t</sub> : Proporción de constante de temperatura	1.35	
d: Profundidad promedio del agua	0.80 m	
n: Porosidad de la estructura	0.35	

  
 CARMEN ELISABET CHUQUILIN CELIS  
 Ingeniera Ambiental  
 Reg. C.I.R. N° 215599

Firma del experto

CIP: 215599

DNI: 46071714

	FORMATO DE DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO Y DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO						INSTRUMENTON° 02
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION						
TITULO	Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023.						
FACULTAD	INGENIERÍA						
AUTOR	BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN Y TIZNADO ROJAS LAURA						
ASESOR	MONTALVO MORALES KENNY RUBEN						
FECHA	23 NOVIEMBRE del 2023						
MESES	AGOSTO, SETIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE 2023						
MUESTRA	DBO			DQO			OBSERVACIONES
DÍAS	POZO 1	POZO 2	POZO 3	POZO 1	POZO 2	POZO 3	
05/11/23	<LCM	86.5	3.4	27.5	557.1	13.4	
06/11/23	<LCM	31.5	<LCM	23.7	360.7	9.1	
07/11/23	<LCM	36.8	<LCM	17.1	303.6	9.1	
08/11/23	<LCM	72.4	<LCM	14.8	178.6	11.9	
09/11/23	<LCM	97.5	<LCM	17.1	110.7	15.2	
10/11/23	<LCM	207	<LCM	17.1	75.2	15.2	

  
 CARMEN ELISABET CHUQUILÍN CELIP  
 Ingeniería Ambiental  
 Reg. C.I.B. N° 215599

Firma del experto

CIP: 215599

DNI: 46071714

	FORMATO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES			INSTRUMENTO N°03
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION			
TITULO	Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023.			
FACULTAD	INGENIERÍA			
AUTOR	BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN Y TIZNADO ROJAS LAURA			
ASESOR	MONTALVO MORALES KENNY RUBEN			
FECHA	23 NOVIEMBRE del 2023			
MESES	AGOSTO, SETIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE 2023			
MUESTRA	COLIFORMES TERMOTOLERANTES			OBSERVACIONES
DÍAS	POZA 1	POZA 2	POZA 3	
05/11/23	220	5400	1700	
06/11/23	49	1600	240	
07/11/23	7.8	1300	17	
08/11/23	2	1100	<1.8	
09/11/23	2	920	<1.8	
10/11/23	<1.8	2100	<1.8	

  
 CARMEN ELISABET CHUQUILÍN CELIP  
 Ingeniería Ambiental  
 Reg. C.I.B. N° 215599

Firma del experto

CIP: 215599

DNI: 46071714

**SOLICITUD:** Validación de instrumento  
de recojo de información

Mg. Wilfredo Tello Cacho

Yo Bustamante Pajares Bibian y Tiznado Rojas Laura, identificados con DNI N° 73099061, N° 72940471 respectivamente, alumno del curso de Titulación de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 25 septiembre del 2023



---

Bibian Bustamante Pajares  
DNI: 73099061



---

Laura Tiznado Rojas  
DNI: 72940471

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y nombres: Wilfredo Tello Cacho
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Humedales Artificiales.
- 1.5 Autor del instrumento: Bustamante Pajares Bibian y Tizado Rojas Laura

**II. ASPECTOS DE VALIDACION**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	El lenguaje empleado es comprensible y asertivo.									X				
2.OBJETIVIDAD	Se rige mediante leyes y principios científicos existentes.									X				
3. ACTUALIDAD	Se rige, mediante objetivos acorde a la realidad actual.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6.INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La metodología y diseño aplicados están en función de comprobar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

SI

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

80%
-----

Lima, 25 setiembre del 2023

  
 .....  
 Wilfredo Tello  
 CIP 110430

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Wilfredo Tello Cacho
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: DBO Y DQO
- 1.5 Autor del instrumento: Bustamante Pajares Bibian y Tiznado Rojas Laura

### II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	El lenguaje empleado es comprensible y asertivo.										X			
2. OBJETIVIDAD	Se rige mediante leyes y principios científicos existentes.										X			
3. ACTUALIDAD	Se rige, mediante objetivos acorde a la realidad actual.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La metodología y diseño aplicados están en función de comprobar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrument muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDADX

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

SI

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%
-----

Lima, 25 setiembre del 2023

  
 .....  
 Wilfredo Tello  
 CIP 110430

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Wilfredo Tello Cacho
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Coliformes Totales
- 1.5 Autor del instrumento: Bustamante Pajares Bibian y Tiznado Rojas Laura

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	El lenguaje empleado es comprensible y asertivo.										X			
2. OBJETIVIDAD	Se rige mediante leyes y principios científicos existentes.										X			
3. ACTUALIDAD	Se rige, mediante objetivos acorde a la realidad actual.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La metodología y diseño aplicados están en función de comprobar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrument muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

SI

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%
-----

Lima, 25 Setiembre del 2023

  
 .....  
 Wilfredo Tello  
 CIP 110430

	FORMATO DE DISEÑO DE HUMEDALES ARTIFICIALES		INSTRUMENTO N° 01
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION		
TITULO	Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023.		
FACULTAD	INGENIERÍA		
AUTOR	BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN Y TIZNADO ROJAS LAURA		
ASESOR	MONTALVO MORALES KENNY RUBEN		
FECHA	23 NOVIEMBRE del 2023		
	CALCULO PARA EL AREA DE SUPERFICIE DEL HUMEDAL	OBSERVACIONES	
	$As = L * W = \frac{Q \left[ \ln \left( \frac{C_0}{C_e} \right) \right]}{K_T d n}$		
As: Área de superficie	$As = 1.23 \text{ m}^2$		
L: Longitud	$L = 1.56 \text{ m}$		
W: Ancho	$W = 0.78 \text{ m}$		
Q: Caudal	0.5 m <sup>3</sup> /día		
ln: Logaritmo natural (coeficiente)	COEFICIENTE		
C <sub>0</sub> : Demanda Bioquímica de Oxígeno de entrada	254.0 mg/L		

C <sub>e</sub> : Demanda bioquímica de oxígeno de salida basada en LMP	100 mg/L	
K <sub>T</sub> : Proporción de constante de temperatura	1.35	
d: Profundidad promedio del agua	0.80 m	
n: Porosidad de la estructura	0.35	



Firma del experto

CIP: 110430

DNI: 45571102

	FORMATO DE DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO Y DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO						INSTRUMENTON° 02
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION						
TITULO	Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023.						
FACULTAD	INGENIERÍA						
AUTOR	BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN Y TIZNADO ROJAS LAURA						
ASESOR	MONTALVO MORALES KENNY RUBEN						
FECHA	23 NOVIEMBRE del 2023						
MESES	AGOSTO, SETIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE 2023						
MUESTRA	DBO			DQO			OBSERVACIONES
DÍAS	POZO 1	POZO 2	POZO 3	POZO 1	POZO 2	POZO 3	
05/11/23	<LCM	86.5	3.4	27.5	557.1	13.4	
06/11/23	<LCM	31.5	<LCM	23.7	360.7	9.1	
07/11/23	<LCM	36.8	<LCM	17.1	303.6	9.1	
08/11/23	<LCM	72.4	<LCM	14.8	178.6	11.9	
09/11/23	<LCM	97.5	<LCM	17.1	110.7	15.2	
10/11/23	<LCM	207	<LCM	17.1	75.2	15.2	



Firma del experto  
CIP: 110430  
DNI: 45571102

	FORMATO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES				INSTRUMENTO N°03
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION				
TITULO	Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023.				
FACULTAD	INGENIERÍA				
AUTOR	BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN Y TIZNADO ROJAS LAURA				
ASESOR	MONTALVO MORALES KENNY RUBEN				
FECHA	23 NOVIEMBRE del 2023				
MESES	AGOSTO, SETIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE 2023				
MUESTRA	COLIFORMES TERMOTOLERANTES			OBSERVACIONES	
DÍAS	POZA 1	POZA 2	POZA 3		
05/11/23	220	5400	1700		
06/11/23	49	1600	240		
07/11/23	7.8	1300	17		
08/11/23	2	1100	<1.8		
09/11/23	2	920	<1.8		
10/11/23	<1.8	2100	<1.8		



Firma del experto  
CIP: 110430  
DNI: 45571102

**SOLICITUD:** Validación de instrumento  
de recojo de información

Mg.

Yo Bustamante Pajares Bibian y Tiznado Rojas Laura, identificados con DNI N° 73099061, N° 72940471 respectivamente, alumno del curso de Titulación de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 25 septiembre del 2023



---

Bibian Bustamante Pajares  
DNI: 73099061



---

Laura Tiznado Rojas  
DNI: 72940471

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Willy Vásquez Cacho
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Técnico Sanitario – Ambiental / Salud Ambiental - RIS – CAJAMARCA Consultor Ambiental / Ingeniería Sostenible & Medio Ambiente SRL  
Co – Investigador de Universidad Nacional Cajamarca en el Proyecto CONCYTEC: Caesalpinia spinosa (Tara) en gradientes altitudinales, como indicadores naturales de cambio climático y su aplicación de taninos en el manejo de patógenos agrícolas - Contrato N° PE501082365-2023 Convenio Universidad Nacional de Cajamarca, Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas y Universidad Federal de Mato Grosso del Brasil
- 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Humedales Artificiales.
- 1.5 Autor del instrumento: Bustamante Pajares Bibian y Tiznado Rojas Laura

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	El lenguaje empleado es comprensible y asertivo.										85			
2. OBJETIVIDAD	Se rige mediante leyes y principios científicos existentes.											90		
3. ACTUALIDAD	Se rige, mediante objetivos acorde a la realidad actual.											90		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										85			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												95	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												95	
9. METODOLOGÍA	La metodología y diseño aplicados están en función de comprobar las hipótesis.												95	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

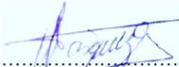
- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

SI

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

92 %
------

Lima, 25 setiembre del 2023

  
 Willy Vásquez Cacho  
 CIP: 181963

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Willy Vásquez Cacho  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Técnico Sanitario – Ambiental / Salud Ambiental - RIS – CAJAMARCA  
 Consultor Ambiental / Ingeniería Sostenible & Medio Ambiente SRL  
 Co – Investigador de Universidad Nacional Cajamarca en el Proyecto CONCYTEC: Caesalpinia spinosa (Tara) en gradientes altitudinales, como indicadores naturales de cambio climático y su aplicación de taninos en el manejo de patógenos agrícolas - Contrato N° PE501082365-2023 Convenio Universidad Nacional de Cajamarca, Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas y Universidad Federal de Mato Grosso del Brasil  
 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental  
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: DBO Y DQO  
 1.5 Autor del instrumento: Bustamante Pajares Bibian y Tiznado Rojas Laura

### II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	El lenguaje empleado es comprensible y asertivo.											90		
2. OBJETIVIDAD	Se rige mediante leyes y principios científicos existentes.											90		
3. ACTUALIDAD	Se rige, mediante objetivos acorde a la realidad actual.												95	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											90		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											90		
9. METODOLOGÍA	La metodología y diseño aplicados están en función de comprobar las hipótesis.											85		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												90	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

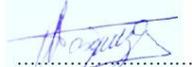
- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

SI

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

91.5%
-------

Lima, 25 setiembre del 2023

  
 .....  
 Willy Vásquez Cacho  
 CIP: 181963

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres: Willy Vásquez Cacho  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Técnico Sanitario – Ambiental / Salud Ambiental - RIS – CAJAMARCA  
 Consultor Ambiental / Ingeniería Sostenible & Medio Ambiente SRL  
 Co – Investigador de Universidad Nacional Cajamarca en el Proyecto CONCYTEC: Caesalpinia spinosa (Tara) en gradientes altitudinales, como indicadores naturales de cambio climático y su aplicación de taninos en el manejo de patógenos agrícolas - Contrato N° PE501082365-2023 Convenio Universidad Nacional de Cajamarca, Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas y Universidad Federal de Mato Grosso del Brasil  
 1.3 Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental  
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Coliformes Totales  
 1.5 Autor del instrumento: Bustamante Pajares Bibian y Tiznado Rojas Laura

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	El lenguaje empleado es comprensible y asertivo.												95	
2. OBJETIVIDAD	Se rige mediante leyes y principios científicos existentes.												95	
3. ACTUALIDAD	Se rige, mediante objetivos acorde a la realidad actual.													100
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												95	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											85		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												95	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											85		
9. METODOLOGÍA	La metodología y diseño aplicados están en función de comprobar las hipótesis.												95	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												95	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

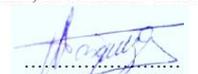
- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

SI

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

93.5 %
--------

Lima, 25 Setiembre del 2023

  
 Willy Vásquez Cacho  
 CIP: 181963

	FORMATO DE DISEÑO DE HUMEDALES ARTIFICIALES		INSTRUMENTO N° 01
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION		
TITULO	Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023.		
FACULTAD	INGENIERÍA		
AUTOR	BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN Y TIZNADO ROJAS LAURA		
ASESOR	MONTALVO MORALES KENNY RUBEN		
FECHA	23 NOVIEMBRE del 2023		
	CALCULO PARA EL AREA DE SUPERFICIE DEL HUMEDAL	OBSERVACIONES	
	$As = L * W = \frac{Q \left[ \ln \left( \frac{C_0}{C_e} \right) \right]}{K_T * dn}$		
As: Área de superficie	As = 1.23 m <sup>2</sup>		
L: Longitud	L = 1.56 m		
W: Ancho	W = 0.78 m		
Q: Caudal	0.5 m <sup>3</sup> /día		
ln: Logaritmo natural (coeficiente)	COEFICIENTE		
C <sub>0</sub> : Demanda Bioquímica de Oxígeno de entrada	254.0 mg/L		

C <sub>e</sub> : Demanda bioquímica de oxígeno de salida basada en LMP	100 mg/L	
K <sub>t</sub> : Proporción de constante de temperatura	1.35	
d: Profundidad promedio del agua	0.80 m	
n: Porosidad de la estructura	0.35	

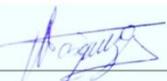
  
 Firma del experto  
 CIP: 181963  
 DNI: 45041873

	FORMATO DE DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO Y DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO						INSTRUMENTON° 02
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION						
	TITULO	Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023.					
FACULTAD	INGENIERÍA						
AUTOR	BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN Y TIZNADO ROJAS LAURA						
ASESOR	MONTALVO MORALES KENNY RUBEN						
FECHA	23 NOVIEMBRE del 2023						
MESES	AGOSTO, SETIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE 2023						
MUESTRA	DBO			DQO			OBSERVACIONES
DÍAS	POZO 1	POZO 2	POZO 3	POZO 1	POZO 2	POZO 3	
05/11/23	<LCM	86.5	3.4	27.5	557.1	13.4	
06/11/23	<LCM	31.5	<LCM	23.7	360.7	9.1	
07/11/23	<LCM	36.8	<LCM	17.1	303.6	9.1	
08/11/23	<LCM	72.4	<LCM	14.8	178.6	11.9	
09/11/23	<LCM	97.5	<LCM	17.1	110.7	15.2	
10/11/23	<LCM	207	<LCM	17.1	75.2	15.2	



Firma del experto  
CIP: 181963

	FORMATO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES				INSTRUMENTO N°03
	FORMATO DE FICHA DE OBSERVACION				
	TITULO	Tratamiento de agua del río Mashcón, aplicando humedales artificiales de flujo subsuperficial, Cajamarca – 2023.			
FACULTAD	INGENIERÍA				
AUTOR	BUSTAMANTE PAJARES BIBIAN Y TIZNADO ROJAS LAURA				
ASESOR	MONTALVO MORALES KENNY RUBEN				
FECHA	23 NOVIEMBRE del 2023				
MESES	AGOSTO, SETIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE 2023				
MUESTRA	COLIFORMES TERMOTOLERANTES			OBSERVACIONES	
DÍAS	POZA 1	POZA 2	POZA 3		
05/11/23	220	5400	1700		
06/11/23	49	1600	240		
07/11/23	7.8	1300	17		
08/11/23	2	1100	<1.8		
09/11/23	2	920	<1.8		
10/11/23	<1.8	2100	<1.8		



Firma del experto  
CIP: 181963  
DNI: 45041873