



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Efecto del humedal artificial Waylla Ichu (*calamagrostis rigida*). en el
tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana-Huancavelica-
2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Damián Ancasi, Lisbethyul (ORCID: 0000-0002-5948-5546)

Mancha Condori, Estéfani (ORCID: 0000-0002-2589-8879)

ASESORA:

M Sc. Suárez Alvites, Haydeé (ORCID: 0000-0003-2750-0950)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de recursos naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

De: DAMIAN ANCCASI, Lisbethyul

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, gracias a mis padres y hermanos por ser quienes fueron mi principal fuente de apoyo y siempre están ahí para todo lo que necesite.

MANCHA CONDORI, Estéfani

A mis padres, mi abuela y mis hermanas, a quienes admiro por su amor, trabajo, sacrificio, dedicación y apoyo incondicional en todos estos años, por inculcarme valores para ser una persona de bien, gracias a ustedes por haberme guiado para llegar a este triunfo y convertirme en lo que soy. Estoy orgullosa y honrada de pertenecer a esta maravillosa familia, son los mejores. Los amo.

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo por permitirnos llevar a cabo el proyecto de investigación con la finalidad de titularnos como ingenieras ambientales y de la misma forma agradecerle por el staff de profesionales con el que cuenta la universidad quienes en el transcurso del planteamiento y desarrollo de esta investigación nos forjaron a llevarla a cabo con éxito.

Al laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional de Huancavelica, por abrirnos las puertas en la recolección de datos. Asimismo, agradecerle al staff de profesionales de dicha institución por apoyarnos en la manipulación y manejo de los equipos de laboratorio.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vi
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGIA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de analisis	22
Población.....	22
Muestra	22
Muestreo	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
Técnicas	23
Instrumentos.....	24
3.5. Procedimiento.....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	33
IV. RESULTADOS	36
4.1. Presentación de resultados.....	36
4.1.1. Caracterización de residuos solidos.....	36
4.1.2. Parámetros físicos del agua residual antes y al pasar por el humedal artificial y el efecto del humedal artificial Waylla Ichu	

(<i>Calamagrostis rígida</i>); en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana - Huancavelica.....	37
4.1.3. Presentación de los parámetros físicos del agua residual antes y al pasar por el humedal artificial y el efecto del humedal artificial Waylla Ichu (<i>Calamagrostis rígida</i>); en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana - Huancavelica.....	39
4.1.4. Presentación de los parámetros microbiológicos del agua residual antes y al pasar por el humedal artificial y el efecto del humedal artificial Waylla Ichu (<i>Calamagrostis rígida</i>); en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana - Huancavelica.....	47
V. Discusión.....	60
Bibliografía.....	68
ANEXOS.....	76
Operacionalización de variables.....	78
Instrumento.....	79
Diseño de humedales artificiales.....	80
Base de datos de entrada.....	81
Carta de colaboración de juicio de experto.....	82
Acta de consentimiento de juicio de expertos.....	83
Ficha de evaluación del juicio de expertos.....	86
Instrumento validado.....	91

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados de la temperatura a la entrada y salida del humedal artificial	37
Tabla 2. Resultados del pH a la entrada y salida del humedal artificial	39
Tabla 3. Resultados de la demanda química de oxígeno a la entrada y salida del humedal artificial	41
Tabla 4. Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno a la entrada y salida del humedal artificial	43
Tabla 5. Resultados de los sólidos totales en suspensión a la entrada y salida del humedal artificial	45
Tabla 6. Resultados de los coliformes termotolerantes a la entrada y salida del humedal artificial	47
Tabla 7. Prueba de normalidad para la determinación de la temperatura	49
Tabla 8. Prueba estadística para la temperatura mediante T de Student para muestras repetidas.....	50
Tabla 9. Prueba de normalidad para la determinación del pH.....	51
Tabla 10. Prueba estadística para el pH mediante T de Student para muestras repetidas.....	51
Tabla 11. Prueba de normalidad para la determinación de la demanda química de oxígeno.....	53
Tabla 12. Prueba estadística para la demanda química de oxígeno mediante T de Student para muestras repetidas	53
Tabla 13. Prueba de normalidad para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno.....	55
Tabla 14. Prueba estadística para la demanda bioquímica de oxígeno mediante T de Student para muestras repetidas	55
Tabla 15. Prueba de normalidad para la determinación de los sólidos totales en suspensión	56
Tabla 16. Prueba estadística para sólidos totales en suspensión mediante T de Student para muestras repetidas	57
Tabla 17. Prueba de normalidad para la determinación de los coliformes termotolerantes	58
Tabla 18. Prueba estadística para los sólidos totales en suspensión mediante T de Student para muestras repetidas	58

Índice de figuras

Figura 1. Procedimiento de depuración del humedal superficial de flujo libre	18
Figura 2. Procedimiento de depuración utilizando el humedal de flujo subsuperficial	19
Figura 3. Esquema de la sección transversal de un HFH.....	19
Figura 4. Esquema en corte de un humedal vertical HFV	20
Figura 5. Construcción del humedal artificial Waylla Ichu	26
Figura 6. Recolección de muestra de las aguas servidas	26
Figura 7. Tratamiento de aguas servidas mediante el.....	27
Figura 8. Análisis de los parámetros físicos	27
Figura 9. Medición de la demanda bioquímica de oxígeno.....	31
Figura 10. Análisis de la demanda química de oxígeno	32
Figura 11. Análisis microbiológico de los coliformes termotolerantes.....	33
Figura 12. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (<i>Calamagrostis rígida</i>); en el tratamiento (temperatura) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos	38
Figura 13. Evaluación de la temperatura en relación a los límites máximos permisibles	38
Figura 14. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (<i>Calamagrostis rígida</i>); en el tratamiento (pH) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos	40
Figura 15. Evaluación del pH en relación a los límites máximos permisibles	40
Figura 16. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (<i>Calamagrostis rígida</i>); en el tratamiento (DQO) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos	42
Figura 17. Evaluación de la demanda química de oxígeno en relación a los límites máximos permisibles.....	42
Figura 18. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (<i>Calamagrostis rígida</i>); en el tratamiento (DBO) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos	44
Figura 19. Evaluación de la demanda bioquímica de oxígeno en relación a los límites máximos permisibles.....	44

Figura 20. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (<i>Calamagrostis rígida</i>); en el tratamiento (SST) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos	46
Figura 21. Evaluación de los sólidos totales en suspensión en relación a los límites máximos permisibles.....	46
Figura 22. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (<i>Calamagrostis rígida</i>); en el tratamiento (CTT) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos	48
Figura 23. Evaluación de los coliformes termotolerantes en relación a los límites máximos permisibles.....	48

Resumen

En la actualidad la ciudad de Huancavelica no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales por lo que el objetivo del estudio fue determinar el efecto del humedal artificial waylla ichu (*Calamagrostis rígida*), en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica, 2021. La metodológica consistió en un estudio cuasi experimental en donde se diseñó un humedal artificial a un caudal de 10 L/día, y se realizó el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos antes y después del tratamiento, como resultado se obtuvo la temperatura promedio de salida ($x = 14.1$) el cual fue mayor a la temperatura promedio de entrada (13.6), el pH antes (7.7) y después (7.6), con una remoción del 84.87% de DQO, 92.39% de DBO₅, 84.29% de SST y 36.67% de coliformes termotolerantes. Llegando a la conclusión que la eficiencia de los humedales artificiales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*) causa efectos favorables en el tratamiento de los parámetros físico, químicos y microbiológicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021.

Palabra clave: Humedales artificiales Waylla Ichu Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Abstract

At present, the city of Huancavelica does not have a wastewater treatment plant, so the objective of the study was to determine the effect of the artificial wetland waylla ichu (*Calamagrostis rigida*); in the sewage treatment of the Santa Ana - Huancavelica neighborhood, 2021. The methodological consisted of a quasi-experimental study where an artificial wetland was designed at a flow rate of 10 L / day, and the analysis of the physicochemical and microbiological before and after the treatment, as a result the average outlet temperature ($x = 14.1$) was obtained which was higher than the average inlet temperature (13.6), the pH before (7.7) and after (7.6), with a removal 84.87% of COD, 92.39% of BOD5, 84.29% of TSS and 36.67% of thermotolerant coliforms. Reaching the conclusion that the efficiency of the Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*) artificial wetlands causes favorable effects in the treatment of the fiscal, chemical and microbiological parameters of the sewage of the Santa Ana neighborhood when passing through the waylla ichu wetlands (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021.

Keywords: Artificial Wetlands Waylla Ichu Physicochemical
and microbiological parameters

I. INTRODUCCIÓN

El 70% de la superficie está cubierto por el agua; podemos encontrarla en los océanos, ríos, lagos, aire y suelo; este recurso es importante y vital para el desarrollo de la vida ya que autorregula el clima y posee características importantes que generan el avance y desarrollo de la vida. El océano representa casi el 97,5% del agua de la tierra, solo 2.5% es agua dulce. La nieve y el hielo representan casi el 80% de los glaciares, el 19% del agua es subterránea y el agua superficial solo el 1% esta pequeña cantidad de agua es de fácil acceso. (Fernandez, 2012)

La Agenda 2030 reconoce la vital importancia de este recurso hídrico en el desarrollo sostenible, se estima que para el 2050 el 25% de la población mundial viva afectada por la escasez del agua a causa del inadecuado manejo de esta. (ESCAMILLA)

De acuerdo a Fernandez et. (2015), el 80 % de la población de sudamericana se concentra en las principales ciudades, por ello, el suministro de agua es insuficiente para abastecer a toda la población, además de ello el 70% de las aguas residuales producidas en dichos lugares por lo que no se realiza un tratamiento adecuado para el reúso del recurso. En el Perú, solo 30% de la inversión pública es ejecutado para tratamiento de aguas según el plan nacional 2006-2015 Salud urbana y rural. (Fernandez, et al. 2015)

La contaminación del agua es la causa más importantes de la escasez del agua esta se debe a que los ríos, lagos, estanques y océanos son punto de deposición final de aguas residuales de distintas empresas y consumo de la actividad humana. (Organización de las Naciones Unidas, 2015)

Una de las tecnologías limpias más aplicables para solucionar esta problemática es el uso de los humedales artificiales que atraen la atención de la gente, ya que tienen la capacidad y el mecanismo para simular procesos naturales y tratar las aguas residuales, generalmente se encuentran compuestas por agregados que ayudan en la filtración de los residuos, por lo que estas plantas tienen la función de procesar estos contaminantes y obtener agua limpia, para determinar su eficiencia

se realiza la evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, teniendo en cuenta este procedimiento, el proyecto se plantea con el siguiente problema general, ¿Cuál es el efecto del humedal artificial waylla ichu (*Calamagrostis rigida*) en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana - Huancavelica?; y los siguientes problemas específicos: ¿Cuáles son los cambios en los parámetros físicos de aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por el humedal de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*)?, ¿Cuáles son los cambios en los parámetros químicos de aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*)?, ¿Cuáles son los niveles de reducción de los parámetros biológicos de aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*)?

La investigación se justifica en la contribución de la búsqueda de una posible solución ambientalmente sostenible en el tratamiento de aguas residuales con humedales artificiales por fitorremediación en el barrio de Santa Ana – Huancavelica. Esto debido a que, en Huancavelica, específicamente en el barrio de Santa Ana , actualmente no se realiza un tratamiento adecuado de las aguas residuales que son generadas por la ciudadanía, por lo que estos se vierten al sistema de alcantarillado, el agua de lluvia y las aguas residuales servidas se recolectan en la misma tubería, la composición de esta agua varía, conforme a ello, las aguas servidas poseen altas concentraciones de sustancias inorgánicas y orgánicas que en su composición cuentan con microorganismos tales como los coliformes totales y fecales.

Se tiene conocimiento que la ciudad de Huancavelica, no cuenta con algún procedimiento para tratar las aguas servidas que generan sus pobladores, por ende, para dar solución del problema, se estableció como objetivo principal: Determinar el efecto del humedal artificial waylla ichu (*Calamagrostis rigida*); en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica, 2021, y como objetivos específicos: Evaluar los cambios en los parámetros físicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021, evaluar los cambios en los parámetros químicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021 y evaluar los cambios en

los parámetros microbiológicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021, de la misma forma se plateo la siguiente hipótesis general: Existe cambios significativos favorables en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021, y como hipótesis específicas se planteó las siguientes Existe cambios significativos favorables en los parámetros físicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021. Existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021 y Existe cambios significativos favorables en los parámetros microbiológicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Acosta (2016), indica que en la actualidad es necesario contar con tratamientos menos agresivos que ayuden a obtener un buen resultado en el tratamiento de los contaminantes existentes en el agua a causa de residuos; generalmente para el tratamiento de las aguas servidas se emplea los humedales artificiales ya que cuentan con un diseño y operación indicados para tratar aguas de origen doméstico, después de realizar el proceso de depuración por medio de la utilización de los humedales artificiales, se evalúa la eficiencia por medio de la comparación de parámetros físicos y químicos tales como DBO, DQO, Nitrógeno total, color, sólidos suspendidos y totales, finalmente concluye que el clima que existe en la zona influye en el procedimiento de depuración de las aguas contaminadas.

Suarez (2014), menciona que evaluó la eficacia del humedal artificial de flujo subsuperficial (HAFS) en el tratamiento de aguas residuales de la Universidad Libre de Bosque Popular, en esta evaluación construyó dos humedales a escala piloto, uno de los cuales fue plantado con especies *Brachiaria decumbens*, *Penisetum purpureum*, y *Phragmites australis* y el otro no fue plantado. El estudio tuvo una duración de 2 meses con el análisis correspondiente para determinar parámetros físicos, químicos, nitrógeno total, sólidos en suspensión y de materia orgánica. Los resultados con este sistema fueron muy favorables para eliminar más del 60% de carga orgánica y entre otros parámetros físicos y químicos.

Cisterna (2019), señala que este trabajo evalúa el funcionamiento de tratamiento de aguas servidas de la población en base a humedales artificiales de flujo subsuperficial debido a que estos purifican y reducen el contenido de sustancias orgánicas presentes en los efluentes de estas aguas, las aguas obtenidas después del tratamiento serán utilizadas para el uso de riego. Para la evaluación y tratamiento por fitorremediación y decantación de estas aguas se construyeron dos humedales artificiales utilizando las plantas *typha ssp*, en un periodo de cuatro meses. Después del tratamiento y evaluación se obtuvo como resultado la máxima eficiencia en la eliminación de sólidos suspendidos totales DQO en cada uno de los humedales concluyendo en la recomendación y uso de esta tecnológica gracias a

su efectividad en el tratamiento de aguas residuales y el bajo costo en operación y mantenimiento.

Aragón y Parra (2015), menciona que evaluó la eficiencia de depuración de aguas residuales con la construcción de humedales artificiales a escala piloto empleando las plantas de: *Cyperus papyrus* y *Heliconia psittacorum*. para evaluar la eficiencia del procedimiento aplicado evaluó parámetros como DBO, DQO, sólidos totales, coliformes y contaminantes emergentes, conforme a ello, los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que se obtiene la eliminación de los contaminantes presentes en el agua.

Para Raymundo (2018), la investigación presente señala un modelo de tratamiento para aguas residuales mediante humedales artificiales de flujo subsuperficial (HAFS) como alternativa de solución sostenible y bajo costo para el tratamiento de aguas residuales servidas del centro poblado de la punta con la finalidad de rehusar el agua, contribuir a una mejora en la calidad de vida y por ende en la salud de la población de estudio, y mediante ello generar la conservación del ambiente mediante el uso de tecnologías limpias. Esta propuesta de modelo demostró eficazmente la adaptabilidad en la zona y su eficiencia en cuanto a la supresión de los diversos contaminantes existentes en el agua servida.

Galindo (2016), se construyeron 03 humedales artificiales donde se monitorearon parámetros de pH, sólidos suspendidos, DBO, DQO y turbidez por un periodo de 52 semanas donde se comprobaron las eficiencias de depuración en cada humedal. Finalmente, considerando el grado de remoción requerido y el tamaño final del humedal, se determinó un cierto valor, para el área y el volumen del material filtrante no supere las necesidades para que se obtenga la demanda bioquímica de oxígeno final que necesita.

En España, García (2019), instaló humedales artificiales utilizando la especie más conocida como carrizo (*Phragmites australis*), por sus propiedades fitoextractoras en el tratamiento de aguas contaminadas procedentes de la actividad principal de curtiduría. Para la evaluación de la eficiencia de este tratamiento recolectó muestras de agua por un tiempo de 3 a 7 días teniendo dos

puntos de referencia. De acuerdo a la evaluación de las muestras, los resultados indican que el tiempo óptimo de retención hidráulica es de 3 días. La *P. australis* mostro la capacidad de absorber y almacenar nutrientes de las partes aéreas y raíces. Los humedales artificiales en combinación con la planta Fito extractora demostraron su capacidad de reducir la carga contaminante de las aguas residuales industriales.

Hernández y Ramos (2015), señalan que en estos humedales se construyeron en el interior de la universidad Santiago de Cali – Colombia utilizando la planta *stipa ichu*, para proponer nuevas tecnologías de tratamiento de aguas contaminadas, que ayuden a mejorar la calidad de agua y que cumplan con los estándares de colombiana. El periodo de estudio fue de 10 semanas que permitieron obtener un efecto significativo en la remoción del 99.50 % en los parámetros evaluados como: sólidos suspendidos, materia orgánica, DBO, nitrógeno total, DQO y cloruros. De esta forma se pueden obtener aguas residuales aptas para verter en cualquier punto de recepción cumpliendo los estándares.

En Colombia, Granados (2018), indica que se seleccionaron plantas de fitorremediación que pueden ser utilizadas en zonas rurales pertenecientes al ecosistema alpino, por lo que se seleccionaron las siguientes especies según la adaptabilidad a 3800 m.s.n.m. variedad de azucenas y papiro enano que se construyó un sistema de tratamiento piloto de humedales artificiales utilizando las plantas seleccionadas, para su estudio se tomaron muestras en dos puntos del sistema por un periodo de 3 semanas después de su funcionamiento. Finalmente, los resultados de las pruebas del muestreo del agua indican que los humedales artificiales son óptimos en la remediación de aguas residuales. Con este proyecto se puede evidenciar impactos positivos como mejorar la calidad del agua.

En Chile, Concepción Peña (2019), en su trabajo evaluó el desempeño humedales artificiales de la comunidad, para la depuración de aguas servidas, este proceso determinó que las aguas residuales obtenidas después del procedimiento se utilizarán para agua de riego. Se utilizó la especie vegetal del tipo *typha ssp*, el periodo de evaluación fue de 4 meses para finalizar se obtuvo una eficiencia de

96.8% en la eliminación de los sólidos y 93.67% en la eliminación de la DQO, contribuyendo con resultados óptimos de este proceso de fitorremediación.

En Colombia, Bogotá Galeano, et al. (2019),. Se hizo el estudio con la finalidad de determinar la potencialidad de los humedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales domésticas y eliminación de contaminantes microbiológicos en base a información de estudios científicos recientes durante el periodo del 2019 al 2020. Se tomaron en cuenta humedales artificiales con especies vegetales macrofitas; (*Canna Flaccida*, *Phragmites karka*, *Phragmites australis*, *Phragmites australis*, *Typha Dominguesnsis*), que tienen altos índices de eficacia en la remoción de coliformes fecales, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno.

En Ecuador, Quito Aguilar (2020), este proyecto propone la construcción de un humedal artificial utilizando plantas macrofitas como: Lirio (*Iris spp*), Cartucho (*Zantedeschia*), Achira (*Canna spp*), para el tratamiento de las aguas residuales de la Universidad Internacional SEK, estas especies se consideran muy efectivas en la eliminación de contaminantes del agua ya que es propio de su especie. El estudio se desarrolló durante 4 meses con la finalidad de obtener la calidad de agua que cumpla con el límite máximo permisible según la norma ambiental para el desemboque a efluentes, se tuvo resultados positivos y eficientes en la disminución de materia orgánica y diversos nutrientes.

En Perú, Lima Núñez (2016), Se estudió y evaluó los humedales artificiales y su eficiencia en la reducción de los contaminantes por medio de la medición de los diversos parámetros establecidos para los estándares de calidad del agua, mediante el uso de humedales artificiales. Se diseñó y construyó el humedal artificial utilizando la planta macrofita *Cyperus Papyrus* (Papiro). El monitoreo se realizó en un periodo de 15 días. Se obtuvieron resultados de los parámetros analizados redujeron, 100% de coliformes fecales, 55% sólidos disueltos totales y conductividad eléctrica, 96% turbidez, 61% oxígeno disuelto, 78% nitrógeno total, 88% fosforo total, 96% en DQO y DBO. En conclusión, el humedal artificial fue eficiente en la mejora de la calidad del agua, luego de pasar por el sistema, obteniéndose aguas aptas para el uso de riego, que cumplen con los ECA's de agua.

En Perú, Lima Gómez (2017) , se construyeron dos humedales artificiales empleando dos tipos de plantas: *Cyperus alternifolius* y *Chrysopogon zizanioides*, para evaluar la eficiencia de estos humedales en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la universidad nacional agraria la Molina. El monitoreo y estudio se dio en un periodo de 10 meses, donde se tomaron tres muestras para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, la primera a la entrada del humedal que es el agua residual sin tratar, la segunda y tercera a la salida de cada humedal que es el agua residual tratada, como resultado se obtuvo que ambas especies alcanzaron eficiencia de 98.6 y 96.4% de DBO5, 93 y 90% de DQO, 89.2 y 87.2% en SST.

En Perú, Trujillo, Vasquez (2018), Se utilizó humedales artificiales Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), para el estudio y valoración del porcentaje de la eliminación de contaminantes orgánicos que son procedentes de la UCV que se ubica en Trujillo, para el análisis del procedimiento de remediación empleó la toma de muestras en dos puntos antes, durante y después de tratamiento con la especie vegetal. El periodo de evaluación duró 15 días, donde cada cinco días se tomaron muestras y analizaron respectivamente. Finalmente concluye que la especie vegetal es óptima en la remediación del agua ya que para los 10 días redujo el 68.2% de los sólidos suspendidos totales, y la DBO obtuvo un porcentaje de 63.9, lo cual indica que es un factor para la reducción de los contaminantes, también concluye que los valores obtenidos estuvieron dentro de los ECA's para agua establecidos por la autoridad.

Joachin et, al. (2019), se evaluó dos sistemas uno por tanque séptico y dos humedales artificiales de flujo subsuperficial vertical y horizontal a escala piloto. El estudio se realizó Distrito de Saylla - Cusco, de julio del 2018 a marzo del año 2019 teniendo como objetivos realizar un diagnóstico previo de conservación, operatividad y eficiencia del tanque séptico sistema de depuración actual mediante el método de inspección sanitaria, se realizó los análisis físicos, químicos y bacteriológicos tuvo una eficiencia baja del 32%. El diseño e instalación de los humedales artificiales se realizó mediante el método planteado por Delgadillo et al., 2010 con diseño gráfico y AutoCAD, también se evaluó el crecimiento y desarrollo de las especies *Scirpus californicus* (tatora), y se analizaron los

parámetros físicos, químicos y bacteriológico de aguas residuales antes del tratamiento. La especie fitorremediadora *Scirpus californicus* variedad totora tuvo un desarrollo favorable en las aguas residuales de los humedales artificiales tanto vertical y horizontal, con 100% de prendimiento y crecimiento paulatino hasta el final del experimento, ayudando al proceso de depuración eficiente de 96.8% en los parámetros estudiados y con relación a los Nitratos y Fosfatos de 65% de remoción.

En Perú, San Juan de Marcona, Baca (2012), el proyecto nos permitió demostrar la eficacia de los humedales artificiales en la remoción de contaminantes físicos, químicos y biológicos de agua residuales del distrito de San Juan de Marcona, Provincia de Nazca y departamento de Ica. Para ello se construyó un humedal a escala piloto previamente verificado para pruebas experimentales, la unidad se construyó y monitoreo en la universidad del Callao tomando las aguas residuales de esta para el estudio ya que cuentan con características similares a las aguas residuales domésticas, Es estudio se dio por un periodo de 15 días con la especie vegetal *Schoenoplectus* (Totora), se obtuvo como resultado un 90.90% en remoción de sólidos suspendidos totales, un 94.50% en la remoción de fosfatos, 50.06% en la remoción de Nitratos y un 99.99% en la remoción de coliformes fecales. Las aguas tratadas como resultado cumplen con los límites máximos permisibles para la reutilización en riego.

En Perú, Lima, Julca (2016), se construyeron de 5 humedales artificiales para comprobar y determinar la eficiencia de remoción de coliformes fecales utilizando las especies de vegetales *phragmites australis* (carrizo) y *eichhornia crassipes* (jacinto de agua). El tiempo de evaluación se dio en un periodo de 15 días, las muestras se tomaron antes y después del tratamiento cada 5 días para su posterior evaluación. Como primer resultado en 5 días se obtuvo la eficiencia de remoción de coliformes del 100% con la especie *phragmites australis* (carrizo) y 75% con la *eichhornia crassipes* (jacinto de agua), en 10 días la eficiencia de remoción del 25% con la especie *phragmites australis* (carrizo) y 50% con la *eichhornia crassipes* (jacinto de agua) y en 15 días la eficiencia de remoción fue 75% con la especie *phragmites australis* (carrizo) y 100% con la *eichhornia crassipes* (jacinto de agua), en un promedio total se obtuvo una eficiencia de remoción de 80.26%,

se llegó a la conclusión final de que los humedales artificiales con vegetales emergentes son muy eficaces para la remoción de coliformes fecales.

En Lambayeque, Jayanca Llontop (2017), se construyeron humedales artificiales en el suelo donde se incorporaron dos tipos de especies de plantas acuáticas *Eichhornia crassipes* y *Nelumbo nucifera*, para la purificación de aguas residuales del centro poblado el arenal ya que no cuentan con ningún tratamiento. El monitoreo de estas aguas se realizó cada 15 días en un periodo de dos meses, para después tomar muestras y determinar los parámetros físicos y químicos después del tratamiento. Finalmente, con base en el análisis que se ha realizado, se determinó que la especie jacinto de agua es más efectiva que las algas pardas en la reducción de aguas residuales

En Lima, Carabayllo Torres (2017), compararon la efectividad de dos tipos de humedales, en el primero se utilizó la especie (*Typha dominguensis*), conocido comúnmente como Totorá y en el otro humedal se utilizó sustratos, ambos humedales tienen las mismas longitudes y las mismas características para tratar las aguas residuales domésticas del asentamiento humano San Benito. Los periodos de evaluación del humedal se dieron en dos fases la primera tuvo un periodo de tres meses para ver la adaptabilidad de la especie donde se evaluó parámetros físicos, y la segunda fase se dio en un periodo de seis meses donde también se evaluaron los parámetros físicos, químicos y biológicos. Teniendo como resultado los parámetros evaluados en la reducción de contaminantes presentes en las aguas fueron: DQO 99.92 %, DBO 99.80%, SST 99.62%, PH 7.45, turbiedad 99.45%. Concluyendo que el humedal artificial con especie vegetal fue más favorable en la remoción de contaminantes de aguas grises. El agua después de ser tratada fue apta para el uso de riego cumpliendo los estándares de calidad ambiental.

En Cajamarca, Chota (Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en humedales artificiales en la comunidad de Santa Rosa bajo, distrito Chota, 2017, 2018), se utilizó la especie vegetal (*Chrysopogon zizanioides*) en la construcción del humedal artificial de flujo sub superficial para el tratamiento de aguas residuales domésticas provenientes de la

comunidad de Santa Rosa, esta especie se caracteriza por tolerar y remover altas concentraciones de contaminantes. El proyecto de evaluación se realizó durante 2 meses donde se recolectaron 3 muestras a la entrada y salida del humedal cada diez días para analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Después del tratamiento se pudo comprobar el porcentaje de remoción de contaminantes en los siguientes parámetros: 72,97%(DQO), 83,89% (DBO5), 95,51% (SST), 99,53% turbidez, 99.99%(Coliformes Termotolerantes), 88.89%, Aceites y grasas. Por lo tanto, al comparar los resultados de los parámetros con el límite máximo permitido de aguas, estas se encuentran por debajo de lo establecido y están aptas para descargarse en depósitos de aguas naturales. En conclusión, los humedales artificiales con especie (*Chrysopogon zizanioides*) pueden eliminar eficazmente los contaminantes de las aguas residuales domésticas.

En Lambayeque, según Cubas et, al. (2019), se construyó un humedal artificial a escala laboratorio para el tratamiento de aguas efluentes de la laguna de oxidación del centro poblado de La Otra Banda con la especie vegetal *Scirpus californicus* (Totorá) y determinar la eficiencia en remoción de contaminantes en los parámetros físicos, químicos y biológicos, que cumplan con la normativa nacional de efluentes de planta de tratamientos.

En Arequipa, Arizabal (2018), busca implementar, evaluar un sistema de humedales artificiales con las especies *Eleocharis palustris* o *Chenopodium álbum* y seleccionar la especie con mayor rendimiento en depuración de aguas residuales provenientes de la industria del curtido de pieles CUR LIB S.A.C en el Parque Industrial Río Seco - Arequipa. Asimismo, mejorar la calidad de estas aguas cumpliendo los estándares de valores máximos Admisibles en descargas de aguas residuales no domésticas. Se determinó que la especie *Eleocharis palustris* después de un estudio y evaluación en diferentes concentraciones de agua contaminada tuvo resultados representativos y eficientes en la remoción de contaminantes en los distintos parámetros estudiados.

(MELLADO Delgado, 2019), se estudió y determinó la eficiencia de humedales artificiales de flujo sub superficial con tres variedades de plantas macrofitas; *Typha domingensis* (totorá), *Phragmites australis* (carricillo) y *Schoenoplectus americanus*

(junco), a nivel piloto en el tratamiento de aguas residuales Domesticas ya que reducen diferentes tipos de contaminantes con eficacia a través de la fitorremediación. Se tomaron muestras al inicio en el cual se determinó que los parámetros evaluados no cumplen con los límites máximos permisibles, como resultado después del tratamiento en los sistemas se determinó la eficiencia de los humedales en porcentaje de remoción de distintos contaminantes en los parámetros fisicoquímicos.

Bustamante et, al. (2019), el propósito de este estudio fue evaluar la eficiencia de remoción de contaminantes de aguas municipales provenientes del distrito de Saposoa mediante la construcción de un sistema de humedales artificiales con dos especies : *junco typha sp* y *vetiver chrysopogon zizanioides*, de esta manera la aplicación de estos humedales minimizara la contaminación del agua y será reutilizado para el riego de áreas verdes y planta no comestibles, por ende mejorara la calidad, reducir el impacto en el rio Saposoa y la población. Las muestras que se tomaron fueron a la entrada y salida del humedal para la evaluación de los siguientes parámetros: demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, grasas, aceites, solidos suspendidos totales, temperatura y el Ph. El periodo de evaluación se dio en dos tiempos de 44 y 51 días respectivamente posterior a la instalación del humedal estas deben cumplir con la normativa de los límites máximos permisibles. Se concluyó que las dos especies fitorremediadoras tuvieron eficiencia en la remoción de contaminantes de los parámetros estudiados en aguas residuales municipales.

En Huancavelica, Licay Flores, et al. (2018), señala que esta investigación propuso diseñar un sistema de tratamientos de aguas residuales con humedales artificiales de flujo subsuperficial en la Comunidad Campesina de Ocopa - Distrito Lircay. Para el tratamiento se utilizó la especie fitorremediadora *Totora (Typha)* , donde se tomaron tres muestras antes y después para poder determinar la relación de los parámetros físicos químicos y biológicos de muestras de aguas residuales tratadas de acuerdo con lo establecido a las pautas de muestreo de aguas residuales de la DIRESA; se concluyó la eficiencia de los humedales artificiales en la reducción de contaminantes en un 35.32% SST, 18.68% DQO, 36.91% Aluminio, 27.59%

DBO₅, 37.72% Nitrógeno total, 34.47% Fosforo total, 32.67% Grasas y aceites, 19.59% PH y 34.35% Coliformes totales.

Según Mendoza (2019), señala que el propósito de la tesis fue evaluar la eficiencia de la aireación artificial y sus respectivos medios filtrantes de material sintético (el cual en comparación con la variable tradicional) de la purificación del agua mediante una PTAR el cual lo desarrollo en la comunidad de Callquichico, con la finalidad de purificar la materia orgánica de las aguas hervidas. Este proyecto de investigación recolecto los siguientes resultados, según el estadístico paramétrico de varianza se obtuvo que, de las dos unidades experimentales de la DBO₅, se obtuvo un F de Fisher d136.03 el cual fue mayor que el valor tabular o crítico, pero para ser más específico respecto al tratamiento más eficiente se empleó la prueba pos hoc de Tukey, por lo que el humedal optimizado tiene un cierto valor establecido. La fórmula en $29.96a > 26.58b$, que acepta supuestos alternativos. Concluye que los humedales son eficientes para suprimir los contaminantes presentes en el agua servida.

Según la Organización de Naciones Unidas (2014), El agua juega un papel muy importante en cualquier forma de vida y la preservación del medio ambiente, es un recurso hídrico vital para mejorar la calidad de vida de las personas en lo social, económico y ambiental. Es un recurso limitado e irremplazable para nuestro bienestar, en la actualidad a medida del desarrollo y crecimiento de la población se estima el incremento del consumo de agua en un 55% y por ende la escases y problemas de agua. Solo buscando un desarrollo sostenible idóneo el agua puede utilizarse como un recurso renovable y asegurar agua para todos en un futuro.

Según la Organización Mundial de la Salud (2014), el agua es un recurso básico para la vida. La cantidad de agua dulce es limitada y esencial para el abastecimiento de agua potable y la salud de la población mundial, por ende, la OMS como autoridad competente en la salud elabora guías sobre calidad de agua, para prevenir enfermedades que se transmiten a través del agua contaminada o sin tratar.

El MINAM (AGUA Y ALIMENTO, 2016), nos menciona que es una molécula compuesta por dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxígeno, sin ella no podríamos sobrevivir porque es uno de los elementos básicos para el cuerpo humano ya que aproximadamente ente el 55% y 75% del peso corporal humano es agua. En Nuestro país se encuentra el 71% de los glaciares del mundo, esta forma parte de las actividades cotidianas del hombre por ende tener en cuenta el uso responsable y cuidado del agua. (SIERRA Ramirez, 2011) Esta puede presentarse en cualquiera de los tres estados: sólido, líquido y gas, independientemente de su estado se caracterizan de acuerdo a sus propiedades y su calidad a través de análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos en un laboratorio.

Según MINSA (reglamento de calidade de agua para consumo humano, 2011), el agua es uno de los elementos más importantes y a la vez escaso que tiene la población mundial, Perú no es la excepción ya que un porcentaje de nuestra población consume aguas de fuentes sin tratamiento el cual producen enfermedades. Para lo cual se vio trascendental la necesidad de acceso y derecho a aguas seguras y de calidad para el consumo humano.

(Davie, 2008), señala que el recurso hídrico es la sustancia más común en la superficie de la tierra, con los océanos cubriendo más del 70% del planeta. El agua es una de las pocas sustancias que se encuentra en los tres estados (gaseoso, líquido y sólido) dentro del rango climático de la tierra. La misma presencia de agua en las tres formas hace posible que la tierra tenga un clima habitable para las formas de vida: el agua actúa como un mejorador del clima a través de la energía absorbida y liberada durante transformación entre las diferentes fases. Además de atenuar los extremos climáticos la transformación del agua entre gas, líquido y sólido fases es vital para la transferencia de energía alrededor del globo

(SIERRA Ramírez, 2011) La densidad máxima del agua se da a 4°C esta varía de acuerdo a los cambios de la temperatura y hace que la densidad del hielo se eduzca y sea menor a la del agua en estado líquido por lo tanto esta flota en ella. La densidad se mide en masa por unidad de volumen, es importante en todos los procesos de tratamientos de aguas como la sedimentación y filtración

(SIERRA Ramírez, 2011) Es la característica representativa de los líquidos y se define como la mayor resistencia que el agua presenta a todo movimiento, en los líquidos cuando la temperatura aumenta la viscosidad disminuye. La viscosidad es importante para el tratamiento de agua e interviene en el proceso de floculación y coagulación. Se expresa en dos formas: la viscosidad absoluta y la viscosidad cinemática.

El calor específico es la propiedad muy importante que tiene el agua para elevar la temperatura con relación 1 gramo de agua en 1 grado Celsius. En cualquier sustancia líquida el calor específico aumenta con la temperatura, pero el agua tiene la temperatura más baja es de 35°C y mayor calor específico. Se dice que el tratamiento de agua por destilación es muy costoso ya que se incrementaría la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del agua.

El agua tiene la propiedad de conducir electricidad la cual se mide por ($\mu\text{S} / \text{cm}$), generalmente al agregar sales minerales aumenta la propiedad ionizante lo cual aumenta la conductividad de la electricidad. De la misma manera el color afecta la potabilidad del agua estéticamente y afecta su uso como colorante cuando se utilizan ciertos productos en la fabricación. La turbidez viene a ser un parámetro fundamental en donde es difícil que el agua transmita la luz de materiales suspendidos, esta propiedad se mide comparando la turbidez causada por diversas sustancias. Se utiliza un instrumento denominado turbidímetro mediante el cual hallamos el parámetro físico del agua.

Las aguas servidas según (AMBIENTE, 2012), y de acuerdo al MINISTERIO DEL AMBIENTE se define por aguas residuales domésticas o servidas a todas las emisiones de viviendas o instalaciones generadoras que realizan actividades productivas (industrial, comercial o de servicios), incluyendo las Agua descargada de baños y servicios de saneamiento, Emisiones de duchas, lavado de pisos, cocinas y lavaderos (incluidos los lavamanos).

(SEDAPAR, 2020) se acuerdo Sedapar (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado) Las aguas residuales domésticas o de alcantarillado son el efecto de las actividades

diarias de las personas, los contaminantes del agua según la calidad y las características del agua se clasifican en físicos, químicos y biológicos

(Lordan, 2017) señala que las características físicas del agua se evalúan de acuerdo a las sustancias coloidales y los diversos productos que se encuentran disueltos en el agua, de la misma manera las características químicas se evaluaron por medio de los diversos elementos químicos como el cobre, Fosforo y demás.

De la misma forma las características microbiológicas de las aguas residuales cuentan con microorganismo patógenos que son producidos por el hombre, estos son conformados por diversos virus y bacterias que se alimentan de materia orgánica presente en el agua que contiene altas concentraciones de materiales ricos en nitrógeno, fosforo y potasio (Lordan, 2017).

Los humedales vienen a ser un proceso fundamental dentro del tratamiento del agua residual, este es el principal factor de control de flora y fauna ya que están relacionados con ella. Así mismo, estos ocurren donde la capa freática está al lado de la superficie terrestre o cuando la tierra se encuentra cubierta por aguas no profundas. (introduccion a la covencion sobre los humedales, 2016)

Los humedales son obras complejas de la naturaleza; en estas habitan animales, vegetales y microorganismos, en particular estas están adaptadas a las condiciones ambientales del sistema. Los humedales también son llamados “los riñones del mundo” ya que gracias a los procesos físicos, químicos y biológicos logran depurar y eliminar una gran cantidad de sustancias y productos contaminantes del agua. Las personas intentan utilizar las poderosas capacidades del sistema depurador de humedales elaborando así instalaciones que estén aptos de reproducir los mismos caracteres para el proceso y poder tratar aguas residuales. (Lahora, 1995).

Los humedales artificiales se definen como ecosistemas elaborados por el hombre y se utilizan para el tratamiento de aguas residuales. Las plantas o vegetales ayudan a eliminar los contaminantes orgánicos por procesos físicos, químicos y biológicos que en este caso lleva a cabo la planta. (Depuración de aguas residuales con humedales artificiales, 2008)

De igual manera, estos sistemas de humedales artificiales son construidos para el fin de mejorar la calidad del agua residual logrando interactuar a los factores físicos y biológicos iniciando un mejor ambiente. (EPA, 1998). Según (Seoanez Calvo, 1995), los humedales naturales y artificiales, logran eliminar una gran cantidad de contaminantes del agua tanto físicos y químicos como podrían ser: DBO, SST, metales, patógenos etc. El humedal artificial es totalmente tolerante con la depuración de aguas residuales bajo estructuras con fines determinados de la calidad del caudal, una de las diferencias principales de un humedal natural.

Los humedales artificiales son sistemas que dependen para el crecimiento de plantas que tienen la raíz sobre una cama de grava impermeabilizada. Para el proceso de tratamiento de aguas, el humedal construido deberá tener tres partes fundamentales: recojo, depuración y salida al área de retorno. (Humedales artificiales, 2004).

De acuerdo a Seoanez (1995), Se hallan dos tipos de humedales artificiales, de acuerdo al desarrollo de circulación, asimismo estos dependerán del tipo de especie macrofita empleada.

-
- Humedal superficial de flujo libre (FWS)
 - Humedal de flujo subsuperficial (SSF)

Los humedales artificiales superficial de flujo libre son procesos que enseñan directamente las plantas a la atmosfera y sus órganos reproductores son aéreos.

Los humedales artificiales FWS también conocidos como Free Water Surface en inglés viven en canales de baja profundidad y estas pueden ser de 1 a más canales en algunos casos logran tener una cubierta que pueden en el fondo así detendrá filtración al agua freática susceptible a contaminación también cuenta con una membrana sumergida de suelo estas sostienen las raíces de las plantas macrofita naciente. El agua contaminada estará en un orden aplicado y su recolección estos tienen un método y pasos precisos de entrada y descarga. (EPA, 1998).

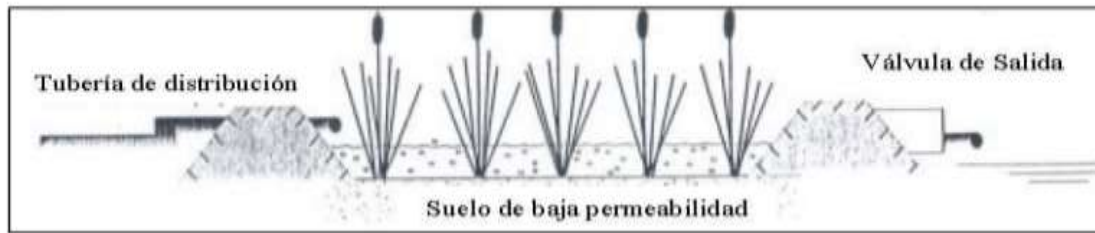


Figura 1. Procedimiento de depuración del humedal superficial de flujo libre
Fuente: Villaroel (2005)

Las plantas en este proceso están algunas bajo el agua, y su hondura varía entre 4 a 18 pulgadas (0.1 a 0.45 m). La vegetación que es más usada para estos humedales de flujo libre abarca éneas, carrizos, juncias y juncos. Zambrano y Saltos (2009). Los tallos y las raíces de la vegetación que acaban de aflorar son los encargados del tratamiento de aguas contaminadas, estas aguas se alimentan en forma regular. (Serrano, 2008).

Para estos humedales, la superficie promedio es de 20 metros cuadrados por persona (PE) y la tasa de remoción de diversos contaminantes es muy alta (96% SST; 96% DBO; 87% DQO; 40% NTK y 30% PT). (Rodríguez, 2008).

Los humedales de flujo subsuperficial (Subsurface Flow) estos humedales se forman y generan de lechos, zanjas y surcos al igual que el humedal superficial de flujo libre. Por lo general estos humedales contienen componentes adecuados tales como: grava, grava gruesa, arena, y otros, estos tienen que aguantar el crecimiento de las plantas; las plantas que se producen son iguales a las del humedal de flujo libre. (Silva, 2005).

Los sólidos gruesos serán removidos del agua residual con un sistema de tratamiento previo, este procedimiento será de gran importancia, para prevenir problemas que impidan el pase al medio de soporte granular y consecuentemente afectar el manejo del sistema.

En función de la forma de aplicación de agua al sistema, los humedales de flujo subsuperficial se encuentran en dos tipos: Humedales SSF de flujo vertical (1) Humedales SSF de flujo horizontal y (2). De igual forma observamos los mecanismos principales de remoción que caracterizan su tipo.

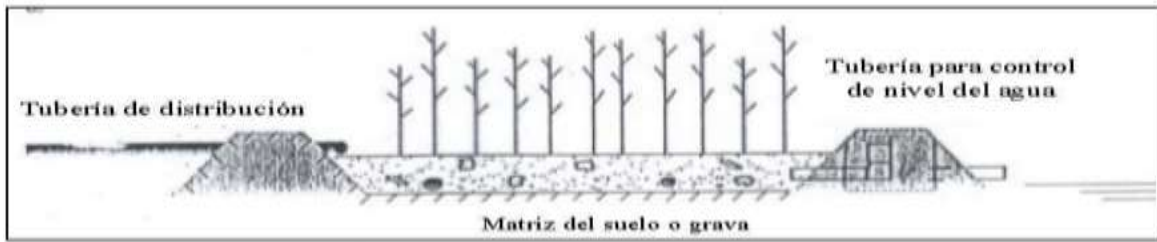


Figura 2. Procedimiento de depuración utilizando el humedal de flujo subsuperficial
Fuente: Villarroel (2005)

En este sistema las raíces, rizomas y el sistema granular de la vegetación sirven para que el agua fluya a través de ellos. En este proceso el agua hará el ingreso por la parte de arriba de un extremo y será captada por un tubo de drenaje en la parte inferior. El agua se encuentra con una profundidad que está entre los 0.3 y 0.9 m, estos humedales se diferencian por estar permanentemente debajo del agua, el cual está entre 0.05 y 0.1 m por debajo de la superficie y con cargas probablemente de 6 g DBO/m²/día. (García, 2012). Los humedales con flujo subsuperficial horizontal no son lo suficientemente funcionales para la eliminación de nutrientes, pero; si logran la eliminación del DBO y SST. Se plantea que la eficacia media obtenidas son de: 32% PT; 33% NT; 91% para los SST y 89% para la DBO; en cuanto a la calidad del agua del caudal estos dependerán del agua residual del mismo. (Rodríguez, 2008). En la Figura 3 se muestra el corte de un humedal horizontal.

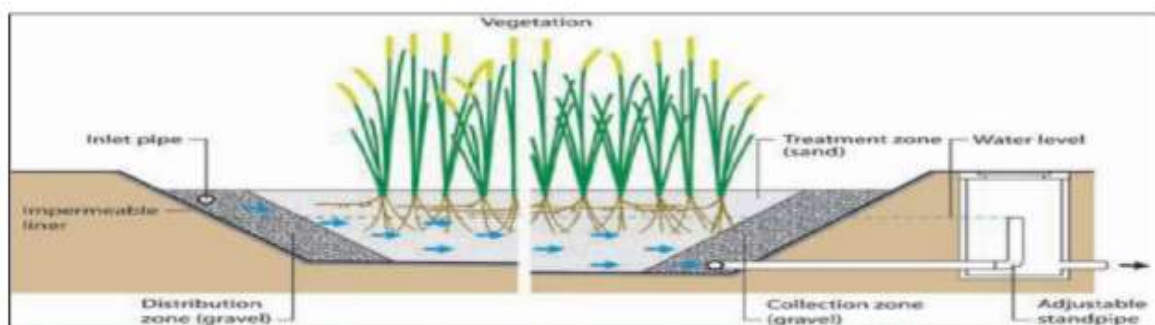


Figura 3. Esquema de la sección transversal de un HFH
Fuente: Morel y Diener (2006)

Los sistemas verticales con flujo subsuperficial son cargados regularmente. De tal manera que la situación de carga en el lecho está seguida por etapas de falta de oxígeno. Para este tipo de humedales el drenaje estará situado debajo del humedal

y las aguas residuales fluirán de la parte superior hacia la inferior esto por medio de tuberías, finalmente serán unidas en el drenaje. Estos humedales funcionan con cargas más altas que los horizontales casi con el 20 y 40 g DBO/m²/día y estos llegan a elaborar caudales sin olores y mucho más oxigenados (García, 2012). En la Figura 4 se muestra el corte de un humedal de flujo vertical.

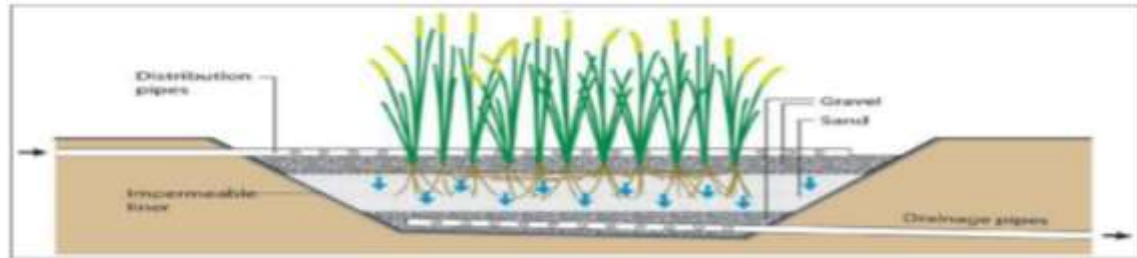


Figura 4. Esquema en corte de un humedal vertical HFV

Fuente: Morel y Diener (2006)

Para la formación de un humedal las condiciones ambientales son importantes (luz solar y temperatura) así mismo; para su composición son necesarias las plantas, el agua, los microorganismos y el medio filtrante. Toda estructura para estos humedales cuenta con entrada y salida para lograr una distribución homogénea del agua residual vertida y su recolección. (EPA,1998).

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Según Tamayo (2003), señala que las investigaciones de tipo aplicada vienen a ser un proceso complejo. Su papel en las ciencias de ingeniería, en la naturaleza epistemológica del objeto de estudio, en los paradigmas descriptivos e interpretativos y su convergencia de metodologías para el abordaje de los temas principales dentro de las ciencias de la ingeniería, generan nuevos modos de producción de conocimientos en base a teorías ya existentes con la finalidad de contrastar una hipótesis y resolver un problema. Por lo que el tipo de investigación que se aplicó fue el tipo de aplicada.

El diseño que se empleó fue el cuasi experimental debido a que la intervención o manipulación de una variable para evaluar el grado de incidencia en la otra variable, generalmente se encuentra conformada por un pre test (antes del tratamiento) y un pos test (después del tratamiento) (Belli, 2015).

GE 01 X 02

Donde:

GE : Grupo experimental indica la muestra de vertimiento del barrio de Santa Ana ;

01, señala el valor inicial de los indicadores de la variable (pre test)

X : Tratamiento mediante el humedal Waylla Ichu

02: determinada por la variable después del tratamiento (Post test)

3.2. Variables y Operacionalización

Variables:

Variable independiente (VI): Humedal artificial Waylla Ichu (*calamagrostis rigida*)

Variable dependiente (VD): Tratamiento de aguas servidas

Operacionalización de variables:

La operacionalización de las variables se puede observar en el Anexo N°1

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

La población se define como el conjunto de elementos que posee características semejantes, por lo que puede estar determinado por familias u objetos, se encuentra determinado por un espacio temporal y se señala de acuerdo al grado de intervención que posee en el análisis de cada uno (Valderrama, 2002).

La población estuvo conformada por 40 litros de aguas servidas del barrio de Santa Ana.

Muestra

La muestra se considera como una pequeña representación de la población por lo que refleja las características semejantes que posee la población, generalmente se identifica por medio de un análisis estadístico o de acuerdo a las necesidades de la investigación (Valderrama, 2002).

La muestra que se consideró en el presente proyecto de investigación fue de 29 L ya que el diseño del humedal artificial se trabajará a escala de laboratorio y dicho diseño estará elaborada según las normas establecidas.

Muestreo

Según Niño (2011), el muestreo probabilístico se aplica para obtener muestras aleatorias simple en donde cada unidad de análisis tienen la misma probabilidad de ser parte de la muestra.

El muestreo que se empleó en este proyecto de investigación fue el probabilístico debido a que de los 40 litros de agua servidas todos fueron homogenizados y por ende todos tuvieron la misma probabilidad de ser muestreados para el análisis en el laboratorio.

Unidad de análisis

Cuando se define la unidad de análisis se habla del elemento de interés en una investigación (Hernández, Mirabal y Uzcategui, 2014). Para la unidad de análisis se consideró 29 muestras de 500 ml de agua residual.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el presente apartado se muestra la técnica realizada en el desarrollo de la investigación, las mismas que fueron aplicadas en cada una de las fases y su respectivo instrumento.

Tabla 1. Técnicas e instrumentos para la obtención de datos

Fase	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
Construcción del humedal artificial	Diseño del humedal artificial Waylla Ichu	Observación, experimentación	Ficha N° 04 para el diseño de humedales artificiales	Humedal artificial en funcionamiento.
Recolección de aguas servidas	Vertimiento del agua residual domestica del barrio de Santa Ana	Observación, experimentación	Ficha N° 03 recolección de la base de datos de las aguas servidas.	Punto de muestreo ubicado y caudal determinado.
Tratamiento de aguas residuales mediante el humedal artificial Waylla Ichu	Laboratorio	Observación, experimentación	Recolección de datos del anexo N° 02 base de datos de las 29 pruebas en el laboratorio	Agua residual del barrio de Santa Ana tratada
Análisis del laboratorio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos	Laboratorio	Observación experimentación	Ficha N° 01 recolección de datos de los parámetros físico, químicos y microbiológicos o cadena de custodia	Datos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos finales

Técnicas

“La observación es necesario para determinar in situ los fenómenos, sujetos, objetos, contenidos, cualidades, comportamientos, interacciones, etcétera. El cual para llevarla a cabo donde de ser planifica y considerada dentro del cronograma de recolección de datos” (Niño, 2011 pág. 95).

Se usará la técnica de la observación para el cual se realizó el análisis de los tres parámetros que determinan la calidad de agua y el tratamiento que se realiza por medio del uso de los humedales artificiales.

Instrumentos

Las cadenas de custodia son aquellas fichas que se emplean para el registro de diversos acontecimientos , se encuentran sistematizados por lo que es una fuente segura para la recolección de la información cuantitativa y cualitativa de acuerdo a los criterios que señale el investigador (Cerna Montoya, 2012).

El instrumento del presente proyecto de investigación fue una ficha de observación llamada cadena de custodia en las ciencias de ingeniería ambiental, el cual servirá para recolectar los parámetros de campo u fenómenos que puedan suscitarse en el monitoreo y a la vez este servirá como un medio de comunicación entre el muestreado y el laboratorista.

- Validez de instrumento

La validez del instrumento del presente proyecto de investigación fue realizada mediante la evaluación, análisis y calificación de 03 expertos con la finalidad de validar los instrumentos mediante juicio de expertos.

Apellidos y nombres	Nº CIP	I1	I2	I3	% de Validez	Promedio de validez
SILVESTRE SOTO, Nelson	249113	93%	95%	95%	95%	93.8%
LUJAN HUAMÁN, Lucero	172828	92.5%	92.5%	92.5%	92.5%	
ALFONSO MARTINEZ, Mariela	186223	94%	94%	94%	94%	

- **Confiabilidad del instrumento de recolección de datos**

[...] El análisis de confiabilidad por Alpha de Crombach o K 20 se realiza cuando el instrumento viene a ser un cuestionario politómico de Likert o dicotómico, aquellos instrumentos como fichas de cotejo no requieren de un análisis de confiabilidad [...] su validez deben de ser comprobados mediante un juicio de expertos y/o un Aiken, para determinar si el contenido que lo integra a la ficha de datos se encuentran bien redactados y miden lo que pretenden medir” (Niño, 2011)

3.5. Procedimiento

Se aplicará la técnica de la experimentación, para lo cual se realizará las siguientes fases:

- **Fases 1 construcción del humedal artificial piloto del tipo de flujo sub superficial (FSS).**

Para el diseño se tomó en consideración el tiempo de retención hidráulica, el cual es el tiempo que el sistema biológico demora en biodegradar la materia orgánica mediante la formación de películas conformadas por microorganismos, para la presente investigación se dimensionó para un tiempo de retención de 5.6 horas, por ser un sistema a escala de laboratorio o piloto. La unidad estuvo constituida por dos tanques de almacenamiento (balde) cada uno de 20 litros, a su vez hizo la función de sedimentador, la cual se encontró a 0.5 metros del tanque del humedal Waylla Ichu, adaptado con válvula flotante para de esta forma poder regular el ingreso de las aguas residuales hacia los humedales, seguidamente se construyó el humedal artificial, con vidrio teniendo en cuenta las siguientes dimensiones, largo de 1 m, ancho de 0.70m, y una altura de 0.20m los cuales fueron acondicionados en el interior de la poza con grava (0.50m) y arena fina (0.50) impermeabilizante, luego de la construcción se desarrollara la prueba hidráulica lo cual es muy importante para saber si hay presencia de fisuras o fugas por donde se desperdicie agua y la eficiencia de tiempo de retención disminuye.



Figura 5. Construcción del humedal artificial Waylla Ichu

- **Fases 2 recolección de aguas servidas del barrio de Santa Ana**

La identificación del punto de muestreo fueron los más representativo y estuvo ubicado de manera estratégica en el efluente de descarga de todas las aguas residuales del barrio de Santa Ana , y se aplicó el monitoreo de efluentes, las muestras que se tomaron fueron puntuales ya que se aplicaron para determinar los parámetros físicos, químicos y biológicos, estas muestras se fueron recolectados en envases de vidrio, cada muestra recolectada de un punto de muestreo fueron ubicados y establecidos en lugares en los cuales se pueda conservar sus propiedades naturales con la finalidad de obtener un resultado óptimo, antes de la recolección de la muestra el recipiente fueron esterilizados y etiquetados, cada muestra estuvieron controlados con preservantes como el ácido sulfúrico o nítrico para su conservación de la misma manera debe encontrarse a una temperatura de 4°C.



Figura 6. Recolección de muestra de las aguas servidas

- **Fase 3 tratamiento de aguas residuales con el humedal**

Para el tratamiento de las aguas servidas se instaló la planta **Waylla Ichu** (*Calamagrostis rigida*), esta planta se recolecto en dos baldes de 20 litros para evitar el daño de las plántulas. En una primera etapa se realizó la adaptación de plantas durante 3 semanas en el humedal construido con material de vidrio con el fin de que las raíces se fijen al lecho filtrante, posterior a ello se muestreo en un periodo de 29 días para luego ser analizados en el laboratorio.



Figura 7. Tratamiento de aguas servidas mediante el humedal artificial Waylla Ichu

- **Fase 4 análisis del laboratorio**

- **Parámetros físicos**

Para la determinación de los parámetros físicos se realizó in situ en donde se utilizó el multiparametro mediante el cual se hizo un análisis antes y después del tratamiento por el humedal Waylla Ichu.



Figura 8. Análisis de los parámetros físicos

➤ **Parámetros químicos**

Se realizó la medición de la DBO5, DQO y Solidos Suspendidos Totales, en donde a continuación se muestra los siguientes procedimientos para cada parámetro.

- **pH**

El pH fue analizado mediante el multiparametro in situ antes y después del tratamiento Waylla Ichu, en donde primero se realizó la calibración del equipo con los estándares de calibración esto para garantizar la validación de los datos recolectados.

- **Solidos suspendidos totales**

Primero: se preparó los estándares de calibración con el fin de validar los datos y evitar recolectar datos erróneos.

Segundo: se preparó el filtro de fibra de vidrio la cual fue manipulado mediante pinzas para evitar su contaminación.

Tercero: se pasó a lavar con 20 ml de agua ultrapura los cuales fueron medidos mediante la probeta.

Cuarto: se pasó a sacar la capsula de aluminio y disco en el horno el cual estuvo a altas temperaturas de 105°C.

Quinto: durante el periodo de 15 minutos se pasó a disecar a una temperatura ambiente.

Sexto: se Instaló el disco en el equipo de filtración y luego se fijó el disco con agua ultrapura.

Séptimo: se pasó a agitar la muestra de agua muchas veces por un periodo de 1 minuto.

Octavo: luego se sacó una pequeña muestra para luego suministrarla al filtro en donde se midió el volumen y después se pasó a retirar el disco mediante una micro espátula y luego se colocó la capsula de aluminio.

Noveno: luego se pasó a realizar el secado en un desecador a una temperatura de 105°C y luego se pasó a pesar y se registró dicho formato.

Decimo: estos procedimientos de secado, enfriado y pesado se realizaron muchas veces los cuales fueron registrados para luego emplear una fórmula matemática como resultado final.

- **Determinación de la DB05:**

Materiales y equipos: para la determinación de este parámetro se empleó frascos de pastico, pipetas, espátula, cálcico anhídrido, agua destilada, base fuerte, fosforo potásico, y balanza analítica.

Metodología:

- Se lavó el recipiente tres veces de manera continua para luego extraer la muestra del afluente y efluente, luego se rotularlo a cada una de ellas para así poder diferenciar los unos de los otros, en todo ello se debe de asegurar de llenar completamente el frasco de agua.
- se Rotulo los frascos con datos las cuales fueron particulares o distintas a las demás y de esta forma se identificó tan rápidamente.
- La determinación de la DBO₅ se llevó a cabo en cuatro procesos denominado (A, B, C y D),
 - Soluciones A: consistió en la administración de 0.25 g de cloruro férrico hexahidratado lo cual fue disuelto en un litro de agua ultrapura o Solución B: 27.5 g de Cloruro Cálcico anhídrido (CaCl₂) a un litro de agua destilada.

- Solución C: este procedimiento consistió en la administración de 22.5 g de sulfato de magnesio heptahidratado el cual fue disuelto en un litro de agua ultrapura, ionizada o destilada.
- Solución D: Consistió en la aplicación de 8.5 g de fosfato de potásico dicho proceso tuvo que ser disuelto en agua ultrapura, ionizada o destilada.
 - Se añadió 250 ml del analito del cuerpo de agua en un recipiente luego se añadió 1 ml de cada solución con pipeta y dichos materiales fueron utilizados previa esterilización.
 - Para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno se usó el instrumento Velp Cientific, el cual está estructurado por 6 frascos de color ámbar los cuales deben de estar conectados a sensores.
 - Seguidamente se administró las muestras en los frascos ámbar con las que se trabajó.
 - Una vez administrado las muestras los frascos ámbar fueron etiquetados y luego rotulados con datos que identifiquen o caracterizaron la muestra.
 - Una vez realizado ello se pasó a colocar el imán de agitación en cada uno de los embaces o muestras.
 - Luego se pasó a introducir los pellets en cada depósito de CO₂ esto fue colocado hasta el borde sin que la muestra rebose por los agujeros de las paredes.
 - Después se pasó a introducir el sensor de la demanda bioquímica de oxígeno en cada recipiente ámbar y luego fueron sellados con la finalidad de evitar fugas, previniendo ajustes que puedan malograr el equipo.
 - Para el funcionamiento del equipo se manipuló el botón SET y START y de la misma forma este botón sirvió para apagar o encender el equipo.
 - Para determinar la escala se presionó la tecla SET con el fin de determinar la escala correcta el cual fue de 250 mg O₂/L, luego

después presionar el botón START, dando lugar al inicio a la medición de la demanda bioquímica de oxígeno.

- Seguido a ello se conectó el refrigerante termostático acompañado del agitador, para después poner los frascos ámbar en sus respectivos lugares, pero para dicho procedimiento se consideró la temperatura del refrigerante el cual fue igual a 20 °C.
- Después de los 5 días transcurridos se realizó la medición presionando el botón START.



Figura 9. Medición de la demanda bioquímica de oxígeno

➤ **Determinación de la DQO por un laboratorio:**

El análisis de muestras de los parámetros físicos y químicos se realizó con el laboratorio central del área de microbiología de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Materiales y equipos: para determinar este parámetro se empleó frascos esterilizados, ácido sulfúrico y cinta film.

Metodología:

Muestreo para el análisis

- Se entregó las muestras de acuerdo a la cadena de custodia y rótulos correspondientes.

- para la extracción de las muestras para determinar los parámetros microbiológicos, se consideró el 10% del volumen para microorganismos y el 1% para parámetros químicos, fue necesario adicionar preservante a la muestra.
- Se completó los datos en los diversos frascos para él envío correspondiente
- Se colocó los frascos proporcionando las características adecuadas para su preservación hasta el laboratorio.



Figura 10. Análisis de la demanda química de oxígeno

➤ **Parámetros microbiológicos**

- **Coliformes termotolerantes**

Los coliformes termotolerantes fueron analizados en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional de Huancavelica, en donde se siguieron los siguientes pasos para ser analizados.

Primer paso: Se preparó una solución de agua destilada el cual fue diluido en varios cultivos.

Segundo paso: El análisis de este parámetro se realizó a temperaturas de ambiente en donde se diluyo la muestra antes agitada.

Tercer paso: se realizó la siembra en cada tubo almacenado los medios de cultivos para luego ser incubados durante 48 horas.

Cuarto paso: Se pasó a contar los tubos positivos para luego estos ser resembrados en tubos positivos.

Quinto paso: Para analizar este parámetro se usó el caldo lactosado verde al 2% para luego estos ser incubados durante 1 a 2 días y después de este periodo se pasó a cuantificar los tubos positivos y fueron registrados la prueba confirmativa.



Figura 11. Análisis microbiológico de los coliformes termotolerantes

3.6. Método de análisis de datos

El procesamiento de datos se llevó cabo mediante el Software SPSS ver 23, asimismo mediante este software se realizó el análisis inferencial para aceptar o rechazar la hipótesis planteada por los investigadores de este estudio.

3.7. Aspectos éticos

El informe de investigación se ejecutó con la total transparencia y honestidad debido a que se basó en los lineamientos del código de ética de la Universidad Cesar Vallejo (UCV) dado que toda la información adquirida en este estudio de investigación se utilizó para fines académicos y para poder implementar esta tecnología artificial a nivel de laboratorio para el beneficio de las familias del barrio de Santa Ana , así mismo la información plasmada y recopilada en el este trabajo de investigación fueron de fuentes bibliográficas confiables cada una citada en cada párrafo , por otros lado el trabajo de tesis será sometido al software Turniting para constatar el porcentaje de plagio o similitud.

IV. RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Caracterización de aguas residuales

ANÁLISIS ANTES DEL TRATAMIENTO CON HUMEDALES ARTIFICIALES (PRE TEST)																
ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS																
Cantidad de muestras	Fecha de muestreo	Parámetros físicos				Parámetros químicos								Parámetros microbiológicos		
		Q caudal de ingreso al sistema piloto de humedal artificial (L/Día)	T° ambiental	T° de entrada del humedal	T° de salida del humedal	pH entrada	pH salida	DQO entrada	DQO Salida	SST entrada	SST salida	DBO5 de entrada	DBO5 de salida	coliformes termotolerantes de entrada	coliformes termotolerantes de salida	
1	20/01/2021	20	13	13,2	13,8	7,75	7,65	1020	214	925	130	920	114	13894	8894	
2	21/01/2021	20	11	13	13,5	7,55	7,50	1120	166	948	128	965	78	13256	8660	
3	22/01/2021	20	10	12,9	13,4	7,88	7,74	1000	203	953	146	900	103	14964	8999	
4	23/01/2021	20	12	13,2	13,6	7,92	7,68	1102	226	865	148	956	112	18694	8869	
5	24/01/2021	20	12	12,8	13,3	7,36	7,25	1004	180	795	138	904	80	14894	9894	
6	25/01/2021	20	13	13,1	13,6	7,42	7,51	1030	188	1023	149	910	88	14865	9356	
7	26/01/2021	20	12	13,4	13,8	7,89	7,75	984	129	928	165	935	78	13989	9005	
8	27/01/2021	20	14	14,3	14,8	7,93	7,69	1010	159	879	157	910	59	15982	10982	
9	25/01/2021	20	13	14,5	14,8	7,59	7,54	987	163	845	146	887	66	14986	9986	
10	26/01/2021	20	13	14,4	14,7	7,48	7,53	897	110	896	133	875	63	12568	7969	
11	27/01/2021	20	14	14,6	14,9	7,55	7,51	879	102	954	146	866	98	16894	8435	
12	28/01/2021	20	13	14,2	14,7	7,4	7,52	956	175	875	148	856	75	15687	9908	
13	29/01/2021	20	14	14,1	14,6	7,71	7,68	1002	163	972	149	902	63	15863	9987	
14	30/01/2021	20	11	13,4	13,9	7,45	7,41	1035	177	879	137	935	77	15321	9968	
15	31/01/2021	20	10	13,7	14,2	7,95	7,57	1065	216	859	129	965	102	14983	9875	
16	01/02/2021	20	12	13,8	14,3	7,78	7,62	1098	157	843	142	980	57	15456	9968	
17	02/02/2021	20	12	13,7	14,2	7,87	7,66	917	109	878	136	817	65	15012	8598	
18	03/02/2021	20	12	13,8	14,3	7,83	7,70	915	106	948	135	864	39	13256	8256	
19	04/02/2021	20	10	13,3	13,8	7,48	7,50	897	105	985	145	797	45	14964	9964	
20	05/02/2021	20	12	13,5	14,1	7,69	7,53	968	175	978	147	868	75	15026	10026	
21	06/02/2021	20	13	13,8	14,3	7,62	7,51	958	135	974	145	858	35	14894	9894	
22	07/02/2021	20	12	13,7	14,2	7,58	7,56	1095	136	937	148	995	36	13987	8887	
23	08/02/2021	20	10	13	13,5	7,7	7,69	1009	130	927	149	909	30	13989	8989	
24	09/02/2021	20	12	13,6	14,3	7,75	7,71	1075	143	998	140	968	43	13879	8879	
25	10/02/2021	20	11	13,3	13,8	7,58	7,54	989	135	831	140	889	35	15784	10784	
26	11/02/2021	20	13	13,6	14,1	7,45	7,41	968	125	856	143	868	25	15864	10864	
27	12/02/2021	20	12	13,6	14,1	7,53	7,51	958	115	868	148	858	75	16894	9897	
28	13/02/2021	20	13	14,4	14,8	7,59	7,56	1232	133	859	147	989	86	15687	10687	
29	14/02/2021	20	12	13,6	14,2	7,68	7,65	1025	141	946	138	936	98	14986	9986	

4.1.2. Parámetros físicos del agua residual antes y al pasar por el humedal artificial y el efecto del humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*); en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana-Huancavelica.

Tabla 2. Resultados de la temperatura a la entrada y salida del humedal artificial

Cantidad de muestras	Fecha de muestreo	Parametros fisicos			
		Q caudal de ingreso al sistema (L/Dia)	T° ambiental	T° de entrada del humedal	T° de salida del humedal
1	20/01/2021	20	13	13,2	13,8
2	21/01/2021	20	11	13	13,5
3	22/01/2021	20	10	12,9	13,4
4	23/01/2021	20	12	13,2	13,6
5	24/01/2021	20	12	12,8	13,3
6	25/01/2021	20	13	13,1	13,6
7	26/01/2021	20	12	13,4	13,8
8	27/01/2021	20	14	14,3	14,8
9	25/01/2021	20	13	14,5	14,8
10	26/01/2021	20	13	14,4	14,7
11	27/01/2021	20	14	14,6	14,9
12	28/01/2021	20	13	14,2	14,7
13	29/01/2021	20	14	14,1	14,6
14	30/01/2021	20	11	13,4	13,9
15	31/01/2021	20	10	13,7	14,2
16	01/02/2021	20	12	13,8	14,3
17	02/02/2021	20	12	13,7	14,2
18	03/02/2021	20	12	13,8	14,3
19	04/02/2021	20	10	13,3	13,8
20	05/02/2021	20	12	13,5	14,1
21	06/02/2021	20	13	13,8	14,3
22	07/02/2021	20	12	13,7	14,2
23	08/02/2021	20	10	13	13,5
24	09/02/2021	20	12	13,6	14,3
25	10/02/2021	20	11	13,3	13,8
26	11/02/2021	20	13	13,6	14,1
27	12/02/2021	20	12	13,6	14,1
28	13/02/2021	20	13	14,4	14,8
29	14/02/2021	20	12	13,6	14,2

En la presente tabla se muestra los resultados de la temperatura ambiental, temperatura al ingreso y salida del humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*) a escala piloto diseñada a un caudal de 20 l/día. El experimento con humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*) tuvo una duración de 29 días para poder

observar una mayor eficiencia de degradación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.



Figura 12. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*); en el tratamiento (temperatura) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos

En el presente apartado se puede mostrar que la temperatura después del tratamiento por el humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*) fue mayor a la temperatura de ingreso, por lo que se pudo deducir que dicho el tratamiento sí afectó en el parámetro físico denominado temperatura.

Evaluación de la temperatura del humedal artificial Waylla Ichu antes y después del tratamiento y en relación a los Límites Máximos Permisibles para efluentes.

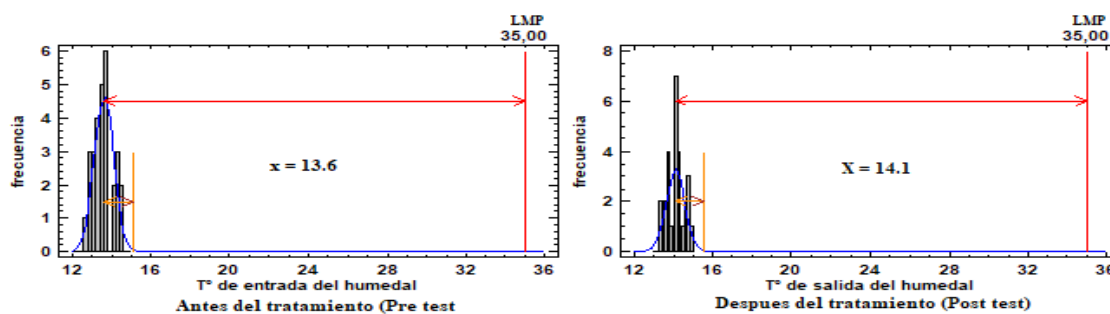


Figura 13. Evaluación de la temperatura en relación a los límites máximos permisibles

En la presente figura se muestra la variación entre la temperatura de ingreso antes del tratamiento (pre test) y la temperatura de salida después del tratamiento (post test), en donde se puede visualizar que el humedal artificial Waylla Ichu causó un efecto en el parámetro físico debido a que la temperatura de salida ($x = 14.1$) fue mayor

a la temperatura de entrada (13.6), esto debido a que dentro del humedal artificial existen microorganismos quienes alimentándose de materia orgánica por ende el incremento de la temperatura se debe a la actividad microbiana del reactor a escala de laboratorio.

4.1.3. Presentación de los parámetros físicos del agua residual antes y al pasar por el humedal artificial y el efecto del humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*); en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana - Huancavelica.

4.1.3.1. Presentación del potencial de hidrogeno pH

Tabla 3. Resultados del pH a la entrada y salida del humedal artificial

Cantidad de muestras	Fecha de muestreo	Parametros quimicos	
		pH entrada	pH salida
1	20/01/2021	7,75	7,65
2	21/01/2021	7,55	7,50
3	22/01/2021	7,88	7,74
4	23/01/2021	7,92	7,68
5	24/01/2021	7,36	7,25
6	25/01/2021	7,42	7,51
7	26/01/2021	7,89	7,75
8	27/01/2021	7,93	7,69
9	25/01/2021	7,59	7,54
10	26/01/2021	7,48	7,53
11	27/01/2021	7,55	7,51
12	28/01/2021	7,4	7,52
13	29/01/2021	7,71	7,68
14	30/01/2021	7,45	7,41
15	31/01/2021	7,95	7,57
16	01/02/2021	7,78	7,62
17	02/02/2021	7,87	7,66
18	03/02/2021	7,83	7,70
19	04/02/2021	7,48	7,50
20	05/02/2021	7,69	7,53
21	06/02/2021	7,62	7,51
22	07/02/2021	7,58	7,56
23	08/02/2021	7,7	7,69
24	09/02/2021	7,75	7,71
25	10/02/2021	7,58	7,54
26	11/02/2021	7,45	7,41
27	12/02/2021	7,53	7,51
28	13/02/2021	7,59	7,56
29	14/02/2021	7,68	7,65

En el presente apartado se muestra los resultados del potencial de hidrogeno (pH) en donde se pudo observar que el tratamiento por humedal artificial Waylla Ichu

afecto en dicho parámetro ya que existe variación entre los datos de ingreso y salida.

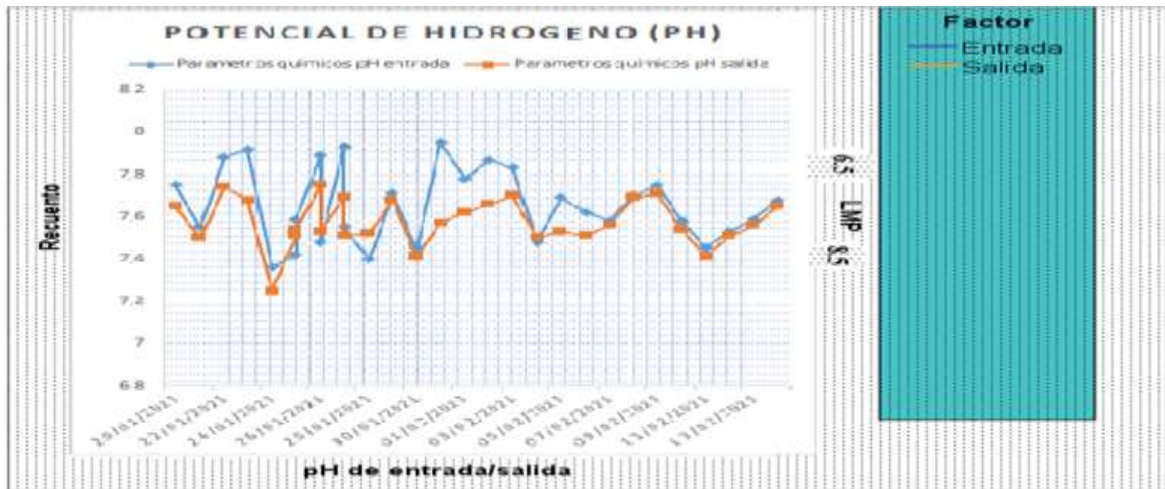


Figura 14. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*); en el tratamiento (pH) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos

En el presente apartado se puede observar que el potencial de hidrogeno después del tratamiento por el humedal artificial a escala de laboratorio fue menor al pH de ingreso, por lo que el reactor si afecto en dicho parámetro químico

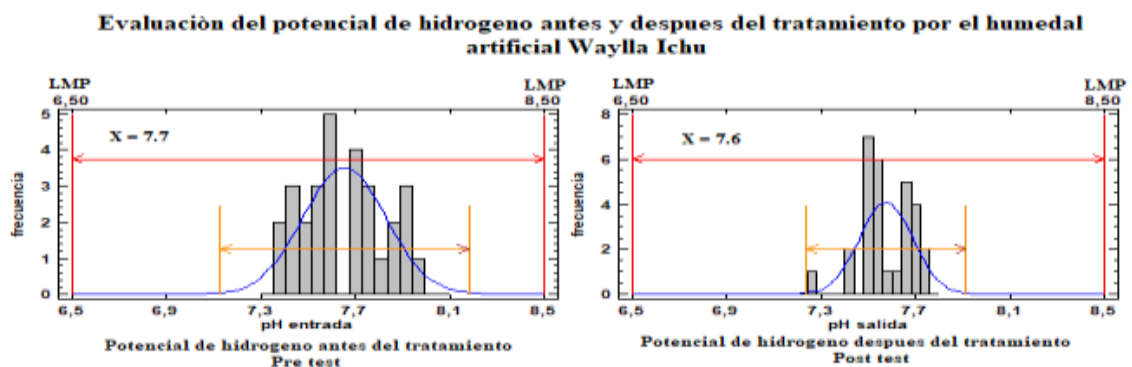


Figura 15. Evaluación del pH en relación a los límites máximos permisibles

En el presente apartado se puede observar que el pH antes (7.7) y después (7.6) del tratamiento por Waylla Ichu cumplen con los límites máximos permisibles de (6.5 a 8.5) para efluentes el cual fue aprobado por el decreto supremo N° 003-2010-MINA

4.1.3.2. Presentación de la demanda química de oxígeno

Tabla 4. Resultados de la demanda química de oxígeno a la entrada y salida del humedal artificial

Fecha de muestreo	Parametros quimicos		
	DQO entrada	DQO Salida	LMP
20/01/2021	1020	214	200
21/01/2021	1120	166	200
22/01/2021	1000	203	200
23/01/2021	1102	226	200
24/01/2021	1004	180	200
25/01/2021	1030	188	200
26/01/2021	984	129	200
27/01/2021	1010	159	200
25/01/2021	987	163	200
26/01/2021	897	110	200
27/01/2021	879	102	200
28/01/2021	956	175	200
29/01/2021	1002	163	200
30/01/2021	1035	177	200
31/01/2021	1065	216	200
01/02/2021	1098	157	200
02/02/2021	917	109	200
03/02/2021	915	106	200
04/02/2021	897	105	200
05/02/2021	968	175	200
06/02/2021	958	135	200
07/02/2021	1095	136	200
08/02/2021	1009	130	200
09/02/2021	1075	143	200
10/02/2021	989	135	200
11/02/2021	968	125	200
12/02/2021	958	115	200
13/02/2021	1232	133	200
14/02/2021	1025	141	200

En el presente apartado se muestra los resultados de la Demanda química de Oxígeno (DQO) en donde se pudo observar que el tratamiento por humedal artificial Waylla Ichu afecto en dicho parámetro ya que existe variación entre los datos de ingreso y salida.



Figura 16. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*); en el tratamiento (DQO) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos

En el presente apartado se puede mostrar el tratamiento de humedales artificiales afecta favorablemente en la remoción de la demanda química de oxígeno (DQO) esto debido a que removi6 hasta debajo de los límites máximos permisibles para efluentes.

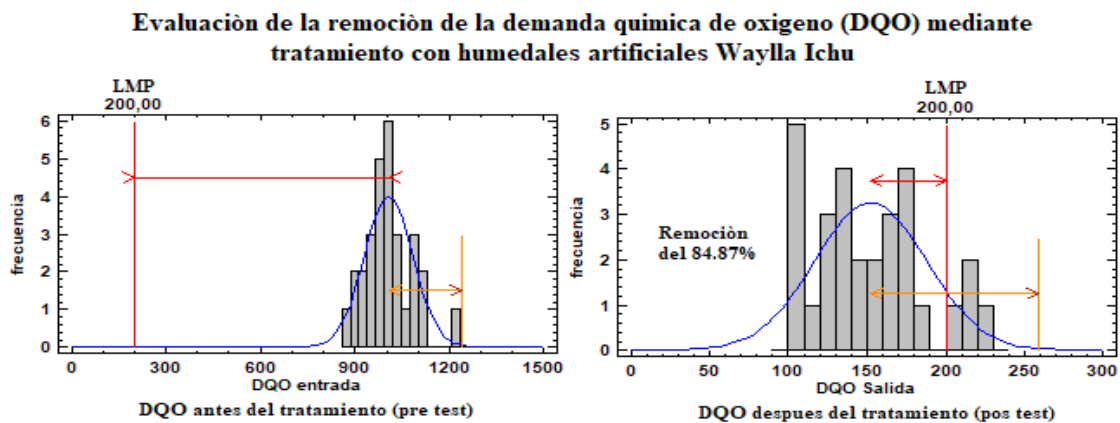


Figura 17. Evaluación de la demanda química de oxígeno en relación a los límites máximos permisibles

En este apartado se pudo observar que la concentración de DQO antes del tratamiento se encuentra por encima de los límites máximos permisibles y mientras

que después del tratamiento la DQO se encuentra dentro de los LMPs para efluentes estimando que los tratamientos de humedales artificiales afectaron favorablemente con una remoción del 84.87%

4.1.3.3. Presentación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Tabla 5. Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno a la entrada y salida del humedal artificial

Fecha de muestreo	Parametros quimicos		
	DBO ₅ de entrada	DBO ₅ de salida	LMP
20/01/2021	920	114	100
21/01/2021	965	78	100
22/01/2021	900	103	100
23/01/2021	956	112	100
24/01/2021	904	80	100
25/01/2021	910	88	100
26/01/2021	935	78	100
27/01/2021	910	59	100
25/01/2021	887	66	100
26/01/2021	875	63	100
27/01/2021	866	98	100
28/01/2021	856	75	100
29/01/2021	902	63	100
30/01/2021	935	77	100
31/01/2021	965	102	100
01/02/2021	980	57	100
02/02/2021	817	65	100
03/02/2021	864	39	100
04/02/2021	797	45	100
05/02/2021	868	75	100
06/02/2021	858	35	100
07/02/2021	995	36	100
08/02/2021	909	30	100
09/02/2021	968	43	100
10/02/2021	889	35	100
11/02/2021	868	25	100
12/02/2021	858	75	100
13/02/2021	989	86	100
14/02/2021	936	98	100

En el presente apartado se muestra los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en donde se pudo observar que el tratamiento por humedal artificial Waylla Ichu afecto en dicho parámetro ya que existe variación entre los datos de ingreso y salida.



Figura 18. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*); en el tratamiento (DBO) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos

En el presente apartado se puede mostrar el tratamiento de humedales artificiales afecta favorablemente en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) esto debido a que removi6 hasta debajo de los límites máximos permisibles para efluentes (LMP=100).

Evaluación de la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno mediante el tratamiento con humedales artificiales Waylla Ichu

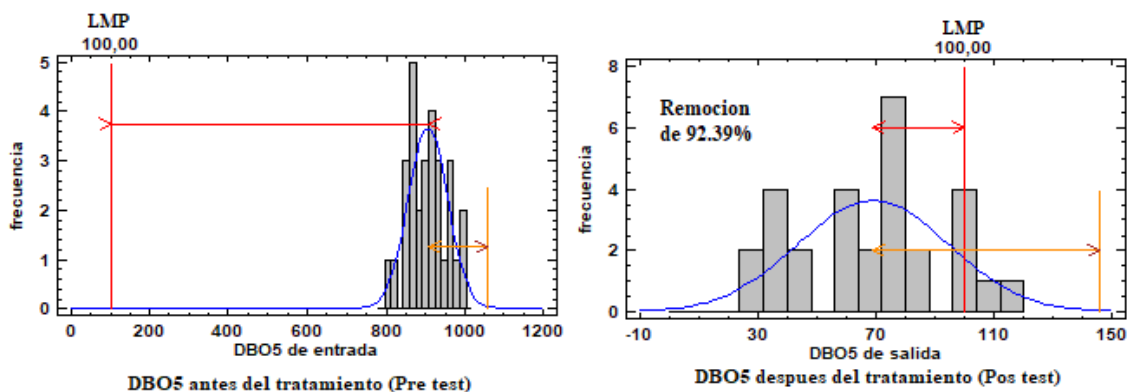


Figura 19. Evaluación de la demanda bioquímica de oxígeno en relación a los límites máximos permisibles

En este apartado se pudo observar que la concentración de DBO₅ antes del tratamiento se encuentra por encima de los límites máximos permisibles (LMP=100)

y mientras que después del tratamiento la DBO₅ se encuentra dentro de los LMPs para efluentes estimando que los tratamientos de humedales artificiales afectaron favorablemente con una remoción del 92.39%

4.1.3.4. Presentación de los sólidos totales en suspensión

Tabla 6. Resultados de los sólidos totales en suspensión a la entrada y salida del humedal artificial

Fecha de muestreo	Parametros quimicos		
	SST ingreso	SST salida	LMP
20/01/2021	925	130	150
21/01/2021	948	128	150
22/01/2021	953	146	150
23/01/2021	865	148	150
24/01/2021	795	138	150
25/01/2021	1023	149	150
26/01/2021	928	165	150
27/01/2021	879	157	150
25/01/2021	845	146	150
26/01/2021	896	133	150
27/01/2021	954	146	150
28/01/2021	875	148	150
29/01/2021	972	149	150
30/01/2021	879	137	150
31/01/2021	859	129	150
01/02/2021	843	142	150
02/02/2021	878	136	150
03/02/2021	948	135	150
04/02/2021	985	145	150
05/02/2021	978	147	150
06/02/2021	974	145	150
07/02/2021	937	148	150
08/02/2021	927	149	150
09/02/2021	998	140	150
10/02/2021	831	140	150
11/02/2021	856	143	150
12/02/2021	868	148	150
13/02/2021	859	147	150
14/02/2021	946	138	150

En el presente apartado se muestra los resultados de la Sólidos Totales en Suspensión (SST) en donde se pudo observar que el tratamiento por humedal artificial Waylla Ichu afecto en dicho parámetro ya que existe variación entre los datos de ingreso y salida.



Figura 20. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*); en el tratamiento (SST) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos

En el presente apartado se puede mostrar el tratamiento de humedales artificiales afecta favorablemente en la remoción de los Solidos Totales en Suspensión (SST) esto debido a que removi6 hasta debajo de los límites máximos permisibles para efluentes (LMP=150) aprobado por el decreto supremo N° 003-2010-MINAM.

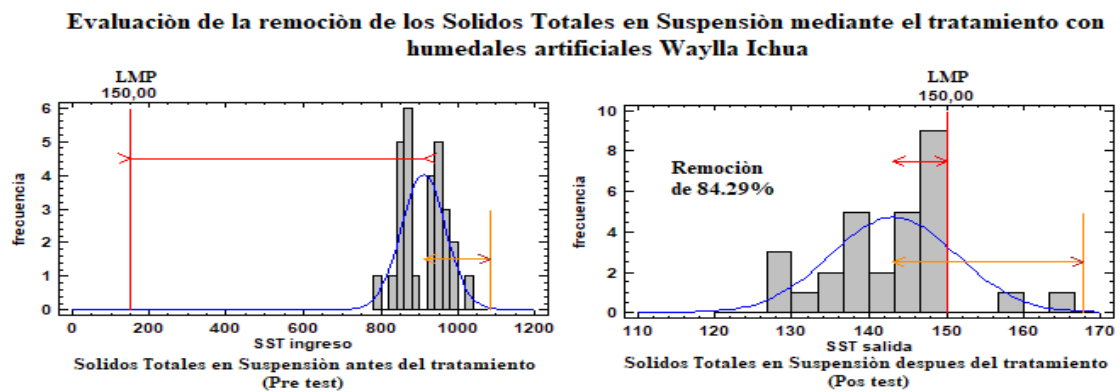


Figura 21. Evaluación de los sólidos totales en suspensión en relación a los límites máximos permisibles

En este apartado se puede observar que la concentración de SST antes del tratamiento se encuentra por encima de los límites máximos permisibles (LMP=150) y mientras que después del tratamiento los SST se encuentra dentro de los LMPs

para efluentes estimando que los tratamientos de humedales artificiales afectaron favorablemente con una remoción del 84.29%

4.1.4. Presentación de los parámetros microbiológicos del agua residual antes y al pasar por el humedal artificial y el efecto del humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*); en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana - Huancavelica.

Tabla 7. Resultados de los coliformes termotolerantes a la entrada y salida del humedal artificial

Fecha de muestreo	Parámetros microbiológicos		
	Coliformes termotolerantes de entrada	Coliformes termotolerantes de salida	LMP
20/01/2021	13894	8894	10000
21/01/2021	13256	8660	10000
22/01/2021	14964	8999	10000
23/01/2021	18694	8869	10000
24/01/2021	14894	9894	10000
25/01/2021	14865	9356	10000
26/01/2021	13989	9005	10000
27/01/2021	15982	10982	10000
25/01/2021	14986	9986	10000
26/01/2021	12568	7969	10000
27/01/2021	16894	8435	10000
28/01/2021	15687	9908	10000
29/01/2021	15863	9987	10000
30/01/2021	15321	9968	10000
31/01/2021	14983	9875	10000
01/02/2021	15456	9968	10000
02/02/2021	15012	8598	10000
03/02/2021	13256	8256	10000
04/02/2021	14964	9964	10000
05/02/2021	15026	10026	10000
06/02/2021	14894	9894	10000
07/02/2021	13987	8887	10000
08/02/2021	13989	8989	10000
09/02/2021	13879	8879	10000
10/02/2021	15784	10784	10000
11/02/2021	15864	10864	10000
12/02/2021	16894	9897	10000
13/02/2021	15687	10687	10000
14/02/2021	14986	9986	10000

En el presente apartado se muestra los resultados de Coliformes Termotolerantes (CTT) en donde se pudo observar que el tratamiento por humedal artificial Waylla Ichu afecto en dicho parámetro ya que existe variación entre los datos de ingreso y salida.

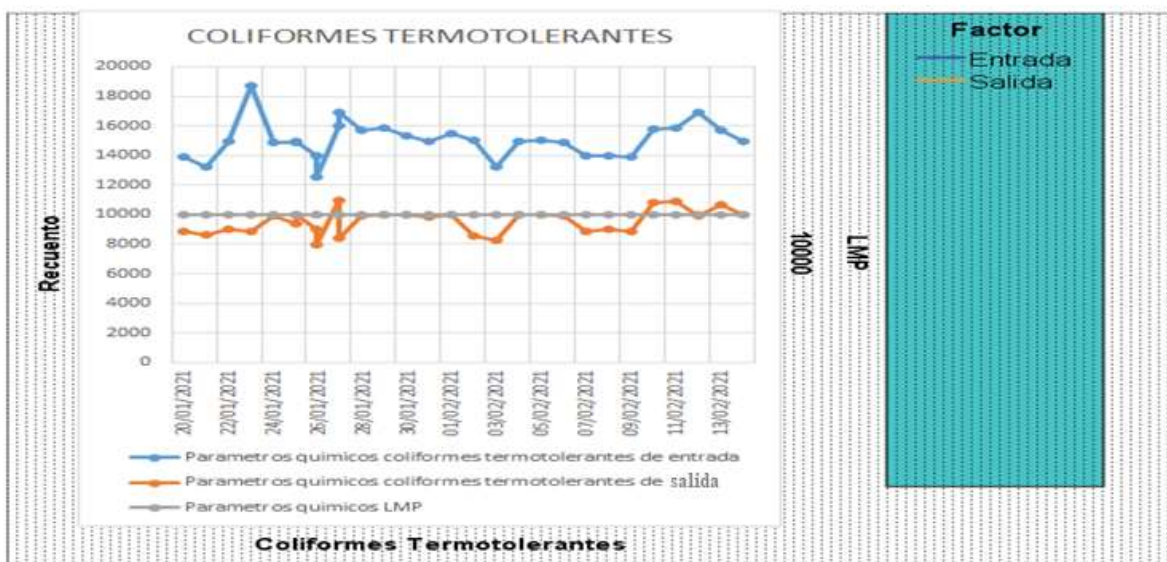


Figura 22. Evaluación del efecto del humedal artificial Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*); en el tratamiento (CTT) de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica los parámetros físicos

En el presente apartado se puede mostrar el tratamiento de humedales artificiales afecta favorablemente en la remoción de los Coliformes Termotolerantes (CCT) esto debido a que removi6 hasta debajo de los límites máximos permisibles para efluentes (LMP=10,000) aprobado por el decreto supremo N° 003-2010-MINAM.

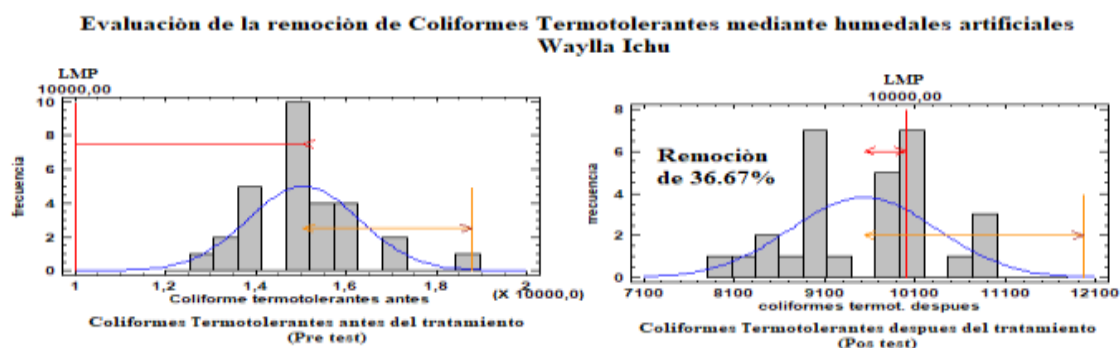


Figura 23. Evaluación de los coliformes termotolerantes en relación a los límites máximos permisibles

En este apartado se puede observar que la concentración de Coliformes Termotolerantes (CTT) antes del tratamiento el cual se encuentra por encima de los límites máximos permisibles (LMP=10,000) y mientras que después del tratamiento los CTT se encuentra dentro de los LMPs para efluentes estimando que los tratamientos de humedales artificiales afectaron favorablemente con una remoción del 36.67%

Análisis de pruebas de hipótesis

Hipótesis para la temperatura

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: No existe cambios significativos favorables en los parámetros físicos (T^0) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} = 0$$

Ha: Existe cambios significativos favorables en los parámetros físicos (T^0) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} \neq 0$$

b) Escoger el riesgo o nivel de significancia

El presente proyecto de investigación se analizara a un nivel de confianza del 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha$ (0.095), entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

c) Prueba de normalidad

Tabla 8. Prueba de normalidad para la determinación de la temperatura

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	P valor
Temperatura de ingreso	,131	29	,200*	,959	29	,303
Temperatura de salida	,111	29	,200*	,951	29	,198

En el presente apartado se muestra que los datos recolectados de temperatura de ingreso y salida del tratamiento por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021 tienen una distribución normal debido a que el P valor (0.303 y 0.198) es mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

d) Prueba T de Student para muestras repetidas o apareadas

Tabla 9. Prueba estadística para la temperatura mediante T de Student para muestras repetidas

	Diferencias emparejadas					T	Gl	P valor (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Temperatura de ingreso - Temperatura de salida	-,48621	,08752	,01625	-,51950	-,45292	-29,916	28	,000

En la presente tabla se observó un p valor menor al nivel de significancia de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

e) Decisión estadística

Se concluye que el T calculado cayó en la región de rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis alterna el que menciona que Existe cambios significativos favorables en los parámetros físicos (T^0) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

Hipótesis para el pH

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: No existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (pH) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} = 0$$

Ha: Existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (pH) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} \neq 0$$

b) Escoger el riesgo o nivel de significancia

El presente proyecto de investigación se analizara a un nivel de confianza del 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha$ (0.095), entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

c) Prueba de normalidad

Tabla 10. Prueba de normalidad para la determinación del pH

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
pH de entrada	,124	29	,200*	,953	29	,218
pH de salida	,150	29	,094	,931	29	,057

En el presente apartado se muestra que los datos recolectados de potencial de hidrogeno (Ph) de ingreso y salida del tratamiento por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021 tienen una distribución normal debido a que el P valor (0.218 y 0.057) es mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

d) Prueba T de Student para muestras repetidas o apareadas

Tabla 11. Prueba estadística para el pH mediante T de Student para muestras repetidas

	Diferencias emparejadas					t	gl	P valor. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
pH de entrada - pH de salida	,07862	,10487	,01947	,03873	,11851	4,037	28	,000

En la presente tabla se observó un p valor menor al nivel de significancia de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

e) Decisión estadística

Se concluye que el T calculado cayo en la región de rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis alterna el que menciona que Existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (pH) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

Hipótesis para la demanda química de oxígeno

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: No existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (DQO) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} = 0$$

Ha: Existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (DQO) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} \neq 0$$

b) Escoger el riesgo o nivel de significancia

El presente proyecto de investigación se analizara a un nivel de confianza del 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha$ (0.95), entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

c) Prueba de normalidad

Tabla 12. Prueba de normalidad para la determinación de la demanda química de oxígeno

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Demanda Química de Oxígeno de entrada	,116	29	,200*	,955	29	,246
Demanda Química de Oxígeno de salida	,125	29	,200*	,949	29	,171

En el presente apartado se muestra que los datos recolectados de demanda química de oxígeno de ingreso y salida del tratamiento por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021 tienen una distribución normal debido a que el P valor (0.246 y 0.171) es mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

d) Prueba T de Student para muestras repetidas o apareadas

Tabla 13. Prueba estadística para la demanda química de oxígeno mediante T de Student para muestras repetidas

	Diferencias emparejadas					T	gl	P valor. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error Estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Demanda Química de Oxígeno de entrada - Demanda Química de Oxígeno de salida	854,448	68,955	12,805	828,219	880,677	66,729	28	,000

En la presente tabla se observó un p valor menor al nivel de significancia de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

e) Decisión estadística

Se concluye que el T calculado cayo en la región de rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis alterna el que menciona que Existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (DQO) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021.

Hipótesis para la demanda bioquímica de oxígeno

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: No existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (DBO) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} = 0$$

Ha: Existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (DBO) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} \neq 0$$

b) Escoger el riesgo o nivel de significancia

El presente proyecto de investigación se analizara a un nivel de confianza del 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha$ (0.95), entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

c) Prueba de normalidad

Tabla 14. Prueba de normalidad para la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Demanda Bioquímica de Oxígeno de entrada	,091	29	,200*	,972	29	,613
Demanda Bioquímica de Oxígeno de salida	,111	29	,200*	,960	29	,338

En el presente apartado se muestra que los datos recolectados de demanda bioquímica de oxígeno de ingreso y salida del tratamiento por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021 tienen una distribución normal debido a que el P valor (0.613 y 0.338) es mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

d) Prueba T de Student para muestras repetidas o apareadas

Tabla 15. Prueba estadística para la demanda bioquímica de oxígeno mediante T de Student para muestras repetidas

	Diferencias emparejadas					t	gl	P valor. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Demanda Bioquímica de Oxígeno de entrada - Demanda Bioquímica de Oxígeno de salida	837,310	50,747	9,424	818,007	856,614	88,853	28	,000

En la presente tabla se observó un p valor menor al nivel de significancia de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

e) Decisión estadística

Se concluye que el T calculado cayó en la región de rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis alterna el que menciona que Existe cambios

significativos favorables en los parámetros químicos (DBO) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021.

Hipótesis para los sólidos totales en suspensión

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: No existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (SST) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} = 0$$

Ha: Existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (SST) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} \neq 0$$

b) Escoger el riesgo o nivel de significancia

El presente proyecto de investigación se analizara a un nivel de confianza del 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha$ (0.095), entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

c) Prueba de normalidad

Tabla 16. Prueba de normalidad para la determinación de los sólidos totales en suspensión

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Solidos totales en suspensión de entrada	,160	29	,055	,965	29	,434
Solidos totales en suspensión de salida	,168	29	,035	,946	29	,148

En el presente apartado se muestra que los datos recolectados de sólidos totales en suspensión de ingreso y salida del tratamiento por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021 tienen una distribución normal debido a que el P valor (0.434 y 0.148) es mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

d) Prueba T de Student para muestras repetidas o apareadas

Tabla 17. Prueba estadística para sólidos totales en suspensión mediante T de Student para muestras repetidas

	Diferencias emparejadas					t	gl	P valor. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error Estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Sólidos totales en suspensión de entrada - Sólidos totales en suspensión de salida	768,0	57,06012	10,59580	746,29549	789,70451	72,482	28	,000

En la presente tabla se observó un p valor menor al nivel de significancia de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

e) Decisión estadística

Se concluye que el T calculado cayó en la región de rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis alterna el que menciona que Existe cambios significativos favorables en los parámetros químicos (SST) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021.

Prueba de hipótesis para los coliformes termotolerantes

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: No existe cambios significativos favorables en los parámetros microbiológicos (CTT) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} = 0$$

Ha: Existe cambios significativos favorables en los parámetros microbiológicos (CTT) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021

$$P_{xy} \neq 0$$

b) Escoger el riesgo o nivel de significancia

El presente proyecto de investigación se analizara a un nivel de confianza del 95% con un riesgo u error del 5% por lo que; $\alpha = 0.05$ y $NC = 1 - \alpha$ (0.095), entonces el proyecto de investigación debe de ser menor al nivel de confianza para ser aceptado.

c) Prueba de normalidad

Tabla 18. Prueba de normalidad para la determinación de los coliformes termotolerantes

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	P valor.
Coliformes Termotolerantes de entrada	,164	29	,045	,944	29	,125
Coliformes Termotolerantes de salida	,215	29	,001	,935	29	,074

En el presente apartado se muestra que los datos recolectados de coliformes termotolerantes de ingreso y salida del tratamiento por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021 tienen una distribución normal debido a que el P valor (0.125 y 0.074) es mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

d) Prueba T de Student para muestras repetidas o apareadas

Tabla 19. Prueba estadística para los sólidos totales en suspensión mediante T de Student para muestras repetidas

	Diferencias emparejadas					T	gl	P valor. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Coliformes Termotoletantes de entrada - Coliformes Termotoletantes de salida	5519,0	1144,762	212,577	5083,590	5954,479	25,963	28	,000

En la presente tabla se observó un p valor menor al nivel de significancia de 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

e) Decisión estadística

Se concluye que el T calculado cayo en la región de rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis alterna el que menciona que Existe cambios significativos favorables en los parámetros microbiológicos (CTT) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al ser tratados por los humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021.

V. DISCUSIÓN

Determinar el efecto del humedal artificial waylla ichu (*Calamagrostis rigida*); en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana – Huancavelica, 2021.

En el presente proyecto de investigación titulado “Efecto del humedal artificial waylla ichu (*calamagrostis rigida*) en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana huancavelica-2021”, se obtuvo como resultado que el humedal artificial tuvo un efecto favorable en el tratamiento de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, obteniendo remociones de hasta 84.87% (DQO), 92.39% (DBO), 84.29% (SST) y 36.6% (CTT), por lo que se deduce que el efecto que produce el tratamiento con humedales artificiales Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*), es eficiente el cual coincide con lo que obtuvo Mora et al. (2014), en donde obtuvo un porcentaje de remoción de 74.9% con un humedal de flujo subsuperficial con sustrato de primera capa 15 cm una mezcla arena y arcilla, segunda capa de 15cm de piedra volcánica y otra capa de arena y arcilla de 20 cm, con ello se puede indicar que los resultados varían por el tipo de sustrato, el tipo de planta existente en los sistemas. Según Blanco (2014), obtuvo medias de 380,1 mg/l del afluente a 123,1 mg/l del efluente con humedales de flujo superficial, flujo subsuperficial con micrófitos *Typha latifolia* y *Salix atrocinerea*, con ello se puede indicar que tiene una diferencia significativa con respecto a nuestra investigación por que en la investigación tiene un mayor porcentaje de remoción de materia orgánica. En relación Duque y Ardila (2014), obtuvo medias de 1256 mg/l del afluente a 389 mg/l del efluente con humedal híbrido convencional y 1256 mg/l a 400mg/l con humedal híbrido modificado, los dos sistemas de tratamiento funcionaron en paralelo, el cual es de suma importancia para nuestra investigación por que se asimila el tipo de sistema empleado y por nuestra parte tenemos un mayor porcentaje de eficiencia. En relación a Caballero (2013), en los humedales observaron que ha producido un aumento de 75% de DQO por tanto, el uso de humedales ha permitido eliminar especialmente DQO y otros parámetros que son los siguientes tratamientos: separación de fases, espesado, decantación y los humedales los cuales siempre influyen en el porcentaje de remoción de la materia orgánica, existen diferencias

significativas entre los humedales de una capa y dos capas de grava para el pH, la demanda bioquímica de oxígeno en cinco días, ello indica que nuestro tratamiento es de mayor eficiencia ya que tenemos con el humedal de totora un 78.88% y humedal de berros un 78.91% de eficiencia. Según Arévalo (2010), obtuvo medias de 2878 mg/l del afluente a 1396 mg/l de efluente con una remoción de 51% con humedal de flujo subsuperficial con una planta de junco, con este resultado también se puede mencionar que el tipo de tratamiento de nuestra investigación es superior en el porcentaje de remoción de materia orgánica. Según Sifuentes (2018), con la edad de 2 meses en humedales artificiales en el parámetro de DQO tiene una variación en su concentración y su máxima reducción de la concentración en la semana 3 al emplear el tiempo de retención hidráulica de 24 horas con un 68.3% de 84 eficiencia, por tanto, también según este antecedente que nuestra investigación es más eficiente superando con los tipos de plantas para la remoción de materia orgánica. Según Raymundo (2017) pudieron observar que el humedal natural de Sapallanga redujo un 46.67% los niveles de contaminación de DQO cuyo vegetal predominante fue el berros (*Nasturtium Officinale*); el humedal natural de la Ribera redujo un 31.71% los niveles de contaminación de DQO cuyo vegetal predominante fue el berros (*Nasturtium Officinale*), con estos antecedentes se puede indicar que en la investigación realizado por nuestra parte la eficiencia es superior y para el humedal natural de Chupaca redujo un 35.71% los niveles de contaminación de DQO cuyo vegetal predominante fue la totora (*Typha*) y con el tipo de humedal de totora también fue superior en nuestra investigación. Tito (2015) obtuvo 76.81% ello con el tipo de humedal de flujo subsuperficial con una planta de *Cyperus alternifolius*, de este antecedente también es superior el tratamiento en nuestra investigación por tanto es eficiente los humedales artificiales waylla ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021, es eficiente o causa un efecto favorable en el tratamiento de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Evaluar los cambios en los parámetros físicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021.

En el presente proyecto de investigación titulado “Efecto del humedal artificial waylla ichu (*calamagrostis rigida*) en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana huancavelica-2021”, en donde como resultado se obtuvo que la variación entre la temperatura de ingreso antes del tratamiento (pre test) y la temperatura de salida después del tratamiento (post test) causó un efecto en el parámetro físico debido a que la temperatura de salida ($x = 14.1$) fue mayor a la temperatura de entrada (13.6), esto debido a que dentro del humedal artificial Waylla Ichu existen microorganismos quienes alimentándose de materia orgánica por ende el incremento de la temperatura se debe a la actividad microbiana del reactor a escala de laboratorio. Lo cual coincide con los resultados obtenidos por Toledo y Duchicela (2014) obtuvo medias de (16.3 a 16.2) en la cuarta semana de monitoreo, con humedales de flujo subsuperficial con planta de totora los cuales tampoco son significativos en sus resultados obtenidos, Ávalos (2005) obtuvo medias de (20.93 a 20.60) con humedales de flujo superficial con planta de totora. Toledo y Duchicela (2014) obtuvo medias de (13.3 a 13.7) en la cuarta semana de monitoreo con humedales de sistemas por tallas con planta de achira, García (2012) obtuvo medias de (31.2 a 32.1) con humedal de flujo superficial con una planta de lenteja de agua y (32 a 28.2) con humedal de sistemas por tallas con una planta de Jacinto de agua, con humedal de sistemas de flujo continuo con una planta de lenteja de agua obtuvo medias de (26.6 a 25.4) tiene un valor promedio y (20.3 a 20) con humedal de sistemas de flujo continuo con una planta de Jacinto de agua también tiene valor promedio. Por lo que el tratamiento con humedales artificiales haciendo uso el Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021, es eficiente o causa un efecto favorable en el tratamiento de los parámetros físicos, esto debido a que si hay mayor temperatura existirá mayor actividad microbiana y por ende mayor remoción.

Evaluar los cambios en los parámetros químicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021.

En el presente proyecto de investigación titulado “Efecto del humedal artificial waylla ichu (*calamagrostis rigida*) en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana huancavelica-2021”, se obtuvo como resultado que el humedal artificial tuvo un efecto favorable en el tratamiento de parámetros, químicos como el pH, DQO, DBO y SST en donde se pudo observar que el pH antes (7.7) y después (7.6) del tratamiento por Waylla Ichu cumplen con los límites máximos permisibles de (6.5 a 8.5), la concentración de DQO antes del tratamiento se encuentra por encima de los límites máximos permisibles y mientras que después del tratamiento la DQO se encuentra dentro de los LMPs para efluentes estimando que los tratamientos de humedales artificiales afectaron favorablemente con una remoción del 84.87%, la concentración de DBO₅ antes del tratamiento se encuentra por encima de los límites máximos permisibles (LMP=100) y mientras que después del tratamiento la DBO₅ se encuentra dentro de los LMPs para efluentes estimando que los tratamientos de humedales artificiales afectaron favorablemente con una remoción del 92.39% y la la concentración de SST antes del tratamiento se encuentra por encima de los límites máximos permisibles (LMP=150) y mientras que después del tratamiento los SST se encuentra dentro de los LMPs para efluentes estimando que los tratamientos de humedales artificiales afectaron favorablemente con una remoción del 84.29% lo cual coincide con la investigación realizada por Sifuentes (2018), quien utilizando el berro de 2 meses en humedales artificiales se obtuvo que los parámetros de pH se mantuvieron constantes , Blanco (2014) obtuvo medias de (7.5 a 7) con humedales de flujo superficial, flujo subsuperficial con macrófitos *Typha latifolia* y *Salix atrocinerea*, (Toledo y Duchicela (2014) obtuvo medias de (5.6 a 6.36) en la cuarta semana de monitoreo con humedales de flujo subsuperficial con planta de totora, (Ávalos 2005) obtuvo medias de (7.07 a 7.10) con humedales de flujo superficial con planta de totora, Toledo y Duchicela, (2014) obtuvo medias de (5.96 a 6.25) en la cuarta semana de monitoreo con humedales de flujo subsuperficial con planta de achira, García (2012) obtuvo medias de (10.4

a 9.8) con humedal de sistemas por tandas con una planta de lenteja de agua y (10.42 a 6.86) con humedal de sistemas por tandas con una planta de Jacinto de agua, con humedal de sistemas de flujo continuo con una planta de lenteja de agua obtuvo medias de (8.7 a 8.4) tiene un valor promedio y (8.1 a 7.6) con humedal de sistemas de flujo continuo con una planta de Jacinto de agua, con los antecedentes verificados se puede decir que también en nuestra investigación hay una mejora de pH lo cual es esencial en los efluentes de una planta de tratamiento de aguas residual y de la misma forma coincide con los resultados obtenidos por Caballero (2013), en donde señala que en los humedales que observo ha producido un aumento de 75% de DQO por tanto, el uso de humedales ha permitido eliminar especialmente DQO y otros parámetros que son los siguientes tratamientos: separación de fases, espesado, decantación y los humedales los cuales siempre influyen en el porcentaje de remoción de la materia orgánica, ello indica que nuestro tratamiento es de mayor eficiencia ya que tenemos con el humedal de totora un 78.88% y humedal de berros un 78.91% de eficiencia. De igual forma coincide con los resultados obtenidos por Pereyra (2020), quien obtuvo que el nivel de reducción de (DBO5) fue de 94.62% mg/l y la (DQO) fue de 94.84% mg/l de las aguas residuales domésticas generadas en la localidad, con el uso de roca natural Alcaparrosa, estos resultados permiten que el agua tenga las cualidades suficientes para ser vertido a un cuerpo de agua o ser reutilizada en riego de plantas de tallo alto, considerando por los Límites Máximos Permisibles para agua normados por el MINAM. Por lo que se concluye que el humedal artificial waylla ichu (*Calamagrostis rígida*), genera efectos favorables en el tratamiento de los parámetros químicos.

Evaluar los cambios en los parámetros microbiológicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rígida*), Huancavelica 2021.

En el presente proyecto de investigación titulado “Efecto del humedal artificial waylla ichu (*calamagrostis rígida*) en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana huancavelica-2021”, se obtuvo como resultado que el humedal artificial tuvo un efecto favorable en el tratamiento de parámetros, microbiológicos en donde se obtuvo como resultado que la concentración de Coliformes Termotolerantes (CTT) antes del tratamiento el cual se encuentra por encima de los límites máximos

permisibles (LMP=10,000) y mientras que después del tratamiento los CTT se encuentra dentro de los LMPs para efluentes estimando que los tratamientos de humedales artificiales afectaron favorablemente con una remoción del 36.67% dicho resultado coincide con la investigación realizada por Pereyra (2020), quien realizó la investigación “Reducción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas usando roca natural Alcaparrosa” en donde como resultado obtuvo que el nivel de reducción de los Coliformes Termotolerantes fue de 99.99% NMP/100L de las aguas residuales domésticas generadas en la localidad de Bolívar- La Libertad con el uso de roca natural Alcaparrosa, una reducción importante en la recuperación de aguas para volver a usar en actividades de la agricultura muy intensiva y necesaria en el lugar donde se genera estas aguas residuales domésticas. Por lo que se concluye que el humedal artificial waylla ichu (*Calamagrostis rígida*), genera efectos favorables en el tratamiento de los parámetros microbiológicos.

VI. CONCLUSIONES

Se comprobó la eficiencia de los humedales artificiales de humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*) causa efectos favorables en el tratamiento de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en donde remueve a una eficiencia de hasta 92.39 % (DBO5), 84.87% (DQO), 84.29% (SST) y 36.67% (CTT) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021. De la misma forma se concluye que los parámetros después del tratamiento por los humedales artificiales cumplen con los límites máximos permisibles para efluentes.

Se comprobó la eficiencia de los humedales artificiales de humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*) funcionando a una temperatura media de entrada de 13. 6° C y una temperatura de salida de 14. 1° C, y con pH de 7.7 de entrada y 7.6 de salida.

Se comprobó la eficiencia de los humedales artificiales de humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*) causa efectos favorables en el tratamiento de los parámetros químicos en donde remueve a una eficiencia de hasta 92.39 % (DBO5), 84.87% (DQO) y 84.29% (SST) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021.

Se comprobó la eficiencia de los humedales artificiales de humedales de Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*) causa efectos favorables en el tratamiento de los parámetros microbiológicos en donde remueve a una eficiencia de 36.67% (CTT) de las aguas servidas del barrio de Santa Ana al pasar por los humedales de waylla ichu (*Calamagrostis rigida*), Huancavelica 2021.

VII. RECOMENDACIONES

Que se implemente una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huancavelica para el vertimiento de sus aguas y de esta forma se evite verter contaminantes físicos, químicos y microbiológicos al cuerpo receptor "rio Ichu". En donde como propuesta se incluya el humedal artificial haciendo uso Waylla Ichu (*Calamagrostis rigida*).

Para futuras investigaciones se recomienda hacer plantaciones con diferentes densidades de plantas y en tiempos de 3 a 4 meses para de esta forma obtener mayores remociones de los indicadores o parámetros.

Se debe realizar la medida de caudal de ingreso por lo menos 2 veces al día por las obstrucciones en las tuberías perforadas el cual disminuye a un mínimo caudal y tener mucho cuidado para el buen funcionamiento de los humedales artificiales y más aún cuando son realizadas a nivel de laboratorio o piloto.

Se recomienda continuar con la investigación y medir los parámetros faltantes ya que la ciudad de Huancavelica no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales.

REFERENCIAS

AGUA Y ALIMENTO. AMBIENTE, MINISTERIO DE. 2016. [ed.] cultura y ciudadanía de la ciudad. Ministerio del ambiente- dirección general de educación. Lima- Perú : s.n., diciembre de 2016, Aprende a prevenir los efectos del mercurio, Vol. Módulo 3. 2016-13439.

AGUILAR Arias, Diana Elizabeth. 2020. *DISEÑO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK.* Universidad Internacional SEK. Quito - Ecuador : s.n., 2020.

AMBIENTE, MINISTERIO DEL. 2012. *Glosario de terminos para la gestión ambiental peruana.* Lima . Perú : s.n., 2012.

ARIZÁBAL Tejada , Vanny Kelly . 2018. *IMPLEMENTACION DE HUMEDALES ARTIFICIALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES PRE-TRATADAS DE LA INDUSTRIA DEL CURTIDO DE CUERO EN EL PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO – AREQUIPA, 2017.* Universidad catolica de Santa María Facultad de Arquitectura e Ingenierias Civil y del Ambiente . Arequipa : s.n., 2018.

BACA NEGLIA, Maximo Fidel. 2012. *Tratamiento de los efluentes domésticos mediante humedales artificiales para el riego de áreas verdes en el distrito de San Juan de Marcona.* Universidad Nacional del Callao . San Juan de Marcona - Perú : s.n., 2012.

Belen , Maria y Cabrera, Alberto. 2010. *Procesamiento de datos y analisis estadístico utilizando el SPSS.* Porto Alegre : Pontificia Universidade Catolica do Rio Grande do Sul, 2010.

BUSTAMANTE Dávila, Elva y PÉREZ Ruiz, Wendy Tatiana. 2019. *Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales en el tratamiento de aguas residuales municipales utilizando las especies junco typha sp y vetiver chrysopogon zizanioides en el distrito de Saposoa.* Universidad Peruana Unión. Tarapoto - Perú : s.n., 2019.

Ccanto, German. 2010. *Metodología de la investigación científica en contabilidad.* Huancayo : Versión peruana, 2010.

CISTERNA OSORIO, Pedro Eulogio. 2019. *Evaluación del funcionamiento de tratamiento de aguas servidas de la comunidad de Canteras basado en humedales de flujo sub-superficial universidad del Bio - Bio departamento de ingeniería civil y ambiental Chile.* Chile : s.n., 2019.

CRUZ Bustamante, Laydy Esthefany. 2018. *Tratamiento de aguas grises domésticas por el sistema de humedales artificiales con el Nuphar Luteum en el AA. HH La Rivera–Carabayllo, 2018.* Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2018.

CUBAS Zamora , José Antohny y MIRELES Adriánzén , Gerson Abelardo. 2019. *EFICIENCIA DEL HUMEDAL ARTIFICIAL CON TOTORA (Scirpus californicus) EN LA DEPURACIÓN DE EFLUENTES DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DEL C.P. LA OTRA BANDA.* Universidad de Lambayeque. Chiclayo - Perú : s.n., 2019.

Davie, Tim. 2008. *Fundamentals of hidrology.* Estado Unidos , Cánada : routledge, 2008.

Depuración de aguas residuales con humedales artificiales. **Mena Sanz. 2008.** 2008, In Congreso Nacional del Medio Ambiente. Cumbre del Desarrollo Sostenible, págs. 4-7.

EL AGUA UN RECURSO ESENCIAL. **FERNANDEZ CIRELLI, ALICIA. 2012.** BUENOS AIRES , ARGENTINA : s.n., 2012.

ESCAMILLA, YANIRA MATOS. *OBETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE - AGENDA 2030.* ESPAÑA : EDITORIAL E - LEARNING S.L.

ESTUDIO EXPERIMENTAL PARA EL DISEÑO DE HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL A ESCALA PILOTO PARA LA REMOCIÓN DE DBO EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

ESTUDIO EXPERIMENTAL PARA EL DISEÑO DE HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL A ESCALA PILOTO PARA LA REMOCIÓN DE DBO EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales de flujo sub-superficial utilizando Stipa ichu para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Hernandez, Castillo. Ramos y Orduña. 2015. Cali - Colombia : ingenium, 2015.

Evaluación de un humedal artificial de flujo subseperficial para el tratamiento de aguas residuales domésticas. SUÁREZ, Andrés. 2014. Bogotá : revista Mutis, 2014, Vol. 4.

evaluación preliminar del funcionamiento de un sistema prototipo de humedales artificiales empleando heliconia psittacorum y cyperus papyrus para el tratamiento de aguas residuales. Aragon Calderon, Ay Parra Collazoz. 2015. 1, Pitalito, Huila - Colombia : s.n., Julio - Diciembre de 2015, AGROECOLOGIA : CIENCIA Y TECNOLOGIA, Vol. 3. 2322 - 9071.

FLORES landeo, Ronald y HUAMÁN soto, Marco Antony. 2018. SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE OCOPA - DISTRITO LIRCAY. Universidad Nacional de Huacavelica. Huancavelica - Lircay : s.n., 2018.

GALEANO Tellez, Karol Melisa y ALBORNOZ Ramirez , Daniel Felipe. 2019. Eficiencia De Los Humedales Artificiales De Flujo Subsuperficial (Hafs) En La Remoción De Contaminantes Microbiológicos De Aguas Residuales Domésticas. universidad el bosque . Bogoptá - Colombia : s.n., 2019.

GALINDO, Cabello Y DORIAN, Alejandro Y ARTEAGA, Tello,ELTON, Reynaldo. 2016. ESTUDIO EXPERIMENTAL PARA EL DISEÑO DE HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL A ESCALA PILOTO PARA LA REMOCIÓN DE DBO EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS. 2016.

GARCIA Valero, Amalia. 2019. Fitorremediación De Aguas Residuales Industriales Mediante Humedales Artificiales Para Uso Agrícola. Universidad politecnica de Cartagena. España : s.n., 2019.

GARCIA, Valero Amalia. 2019. Fitorremediación De Aguas Residuales Industriales Mediante Humedales Artificiales Para Uso Agrícola. 2019.

Gomez Lordan, Yelhsin Miguel. 2017. *Evaluacion de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando Cyperus alternifolius y Chrysopogon zizaniodes para el tratamiento de aguas servidas.* Lima - Perú : s.n., 2017.

GÓMEZ Lordan, Yelhsin Miguel. 2017. *Evaluación de la Eficiencia de Humedales Artificiales Verticales Empleando Cyperus alternifolius y Chrysopogon zizanioides para el Tratamiento de Aguas Servidas.* Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima . Perú : s.n., 2017.

Gomez, Sergio. 2002. *Metodologia de la investigacion.* Mexico : Red tercer milenio S.C., 2002.

GRANADOS Gómez, Mildred Magaly. 2018. *Estudio de Factibilidad de la Implementación de Humedales Artificiales para el Tratamiento de Aguas Residuales en Ecosistema de Alta Montaña en Toquilla.* Universidad libre . Bogotá - Colombia : s.n., 2018.

Humedales artificiales. **Fernandez Gonzalez, Jesus. 2004.** madrid : ayuntamiento de lorca, universidad politecnica de madrid, fundacion global nature, obra social., 2004, manual de fito depuracion filtros de macrofitas en flotacion, Vol. 6.

introduccion a la covencion sobre los humedales. **convencion ramsar. 2016.** 2016, ramsar, Vol. 5ta edicion, pág. 109.

introducción a la covencion sobre los humedales. **Manual de la convencion ramsar. 2016.** 2016, ramsar, Vol. 5ta edicion, págs. 9-10.

JOACHIN HUAMAN, Aydee y PAREDES RIOS, Jharda Lucero. 2019. *Eficiencia de remoción de aguas residuales domésticas mediante humedales artificiales de flujo subsuperficial en el sector de Angostura-districto de Saylla-Cusco.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL. Saylla - Cusco : s.n., 2019.

JULCA LARA, David Eduardo. 2016. *Eficiencia del humedal artificial piloto con las especies phragmites australis (carrizo) y eichhornia crassipes (jacinto de agua) para la remoción de coliformes fecales del agua del canal de regadío de la localidad de*

Campaña de Supe, Lima 2016. Universidad Cesar Vallejo . Campaña de Supe - Lima - Perú : s.n., 2016.

LAS AGUAS RESIDUALES Y SUS CONSECUENCIAS EN EL PERÚ.
J.FERNANDO LARIOS, CARLOS GONZALES, YENNYFER MORALES. 2015.
LIMA : REVISTA SABER Y HACER , 2015.

LLONTOP BRACO, Carlos Alberto. 2017. *Plantas Acuáticas Eichhornia Crassipes Y Nelumbo Nucifera Para Minimizar La Contaminación De Aguas Residuales.* Universidad Cesar Vallejo. Lambayeque - Jayanca : s.n., 2017.

LORDAN, Gómez y Yelhsin, MIGUEL. 2017. *Evaluacion de la eficiencia de humedades artificiales verticales empleando cyperus alternifolius y Chrysopogon zizanioides para el tratamiento de aguas servidas.* Lima - Perú : s.n., 2017.

Lordan, Yelhsin Miguel Gomez. 2017. *Evaluacion de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando chrysopogon zizanioides para el tratamiento de aguas servidas.* Lima- Perú : s.n., 2017.

—. **2017.** *Evaluacion de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando chrysopogon zizanioides para el tratamiento de aguas servidas.* Lima - Perú : s.n., 2017.

Lordan, Yelhsin Miguel Gómez. 2017. *Evaluacion de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando chrysopogon zizanioides para el tratamiento de aguas servidas.* Lima - Perú : s.n., 2017.

Lordan, Yelhsin Miguel Gomez. 2017. *EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE HUMEDALES ARTIFICIALES VERTICALES EMPLEANDO Cyperus alternifolius Y Chrysopogon zizanioides PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS.* Lima - Perú : s.n., 2017.

MELLADO Delgado, Gabriela. 2019. *DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE TRES ESPECIES MACRÓFITAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.* Universidad Nacional Federico Viarreal. Lima - Perú : s.n., 2019.

MENDOZA quispe, jhersson Alberto. 2019. *EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE EL TRATAMIENTO DE DOS HUMEDALES ARTIFICIALES EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA CALLQUI – HUANCVELICA.* Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica - Perú : s.n., 2019.

Niño, Vintor Miguel. 2011. *Metodología de la investigación.* Bogota : Ediciones de la U, 2011.

Núñez Burga, Reyna Magdalena Fiorela. 2016. *Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas a Nivel Familiar, con Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial Horizontal, Mediante la Especie Macrofito Emergente Cyperus Papyrus (Papiro).* Universidad Peruana Unión. Lima - Perú : s.n., 2016.

OMS. LUCHA CONTRA LA CONTAMIANCION DEL AGUA.

—. **14.** ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. [En línea] 2014 de 06 de 14. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.

ONU. 2015. 2015.

ONU.

—. **2014.** DEPARTAMENTO DE ASUNTOS ECONOMICOS Y SOCIALES DE NACIONES UNIDAS. [En línea] 11 de 24 de 2014. https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml.

OSCAR DELGADILLO, ALAN CAMACHO, LUIS F. PEREZ, MAURICIO ANDRADE. 2010. *DEPURACION DE AGS RESIDUALES POR MEDIO DE HUMEDALES ARTIFICIALES .* COCHABAMBA - BOLIVIA : s.n., 2010.

Peña, ALMENDRAS. 2019. *Evaluación del funcionamiento de tratamiento de aguas servidas de la comunidad de Canteras basado en humedales de flujo sub-superficial” para optar el título de Ingeniera Civil en la Universidad del Bio Bio en la Ciudad de Concepción - Chile.* Ingenieria y ambiental, universidad de BIO BIO. Concepción - Chile : s.n., 2019.

Quezada, Nel. 2015. *Metodología de la investigación.* Lima, Perú : Editorial Macro, 2015.

Raymundo Montes, Joel Rubén. 2018. *MODELO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUPERFICIAL EN EL CENTRO POBLADO LA PUNTA - SAPALLANGA.* Sapallanga - Huancayo : s.n., 2018.

reglamento de calidad de agua para consumo humano. salud, direccion general de salud ambiental del ministerio de. **2011.** Lima - Perú : s.n., Febrero de 2011. 2011- 02552.

Rubén, Ratmudo Montes Joel. 2017. *MODELO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUPERFICIAL EN EL CENTRO POBLADO LA PUNTA - SAPALLANGA.* 2017.

Sampieri, Roberto Hernández, Collado, Carlos Fernandez y Lucia, Pilar Baptista. 2010. *Metodología de la Investigación Quinta edición.* Mexico : Edit. Best Seller, 2010.

SEDAPAR. 2020. Sedapar. [En línea] 2020.

Seoanez Calvo, Mariano. 1995. *AGUAS RESIDUALES URBANAS : TRATAMIENTOS NATURALES DE BAJO COSTO Y APROVECHAMIENTO, BAJO COSTO DE INSTALACION, PRODUCCION AGRARIA Y RENTABILIDAD DE SU USO, DEPURACION.* [ed.] Análisis y Trabajos Prospectivos. Madrid : MUNDI-PRENSA, 1995.

SIERRA Ramirez, Carlos Alberto. 2011. *calidad de agua evaluacion y diagnostico.* [ed.] Leonardo David López Escobar. 1 . s.l. : ediciones de la u, 2011. : 978-958-8692-06-7.

SIERRA Ramírez, Carlos Alberto. 2011. *CALIDAD DEL AGUA - Evaluación y diagnostico-.* [ed.] Leonardo David López Escobar. 1°. Medellin : ediciones de la U, 2011. 978-958-8692-06-7.

—. 2011. *CALIDAD DEL AGUA– Evaluación y diagnóstico* –. [ed.] Leonardo David LÓPEZ Escobar. 1° edición 2011. Medellín : ediciones de la u, 2011. págs. 53 - 54. 978-958-8692-06-7.

Tamayo, Mario. 2003. *El Proceso de la Investigación Científica*. México : Limusa S.A., 2003.

TORRES CALLUPE , Gian Marco. 2017. *Humedal artificial con la especie Typha dominguensis para el tratamiento de aguas grises domésticas, AA.HH.* Carabayllo - Lima : s.n., 2017.

Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie vetiver (Chrysopogon zizanioides) en humedales artificiales en la comunidad de Santa Rosa bajo, distrito Chota, 2017. **ROJAS DÍAZ, María Ysabel y PURIHUAMÁN LEONARDO, Celso Nazario. 2018.** 1, Chota - Perú : s.n., 26 de marzo de 2018, Tzhoecoen, Vol. 10, pág. 12. 997-8731.

Tratamiento de aguas residuales por por humedales artificiales tropicales. **ACOSTA, , Cristian Marín. 2016.** 10, Tabasco - Mexico : CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 2016, Vol. 5, págs. 1-20.

Valderrama, Santiago. 2002. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima, Perú : San Marcos, 2002. pág. San Marcos.

VÁSQUEZ Chingay, Jhenson Eduardo. 2018. *Remoción de materia orgánica de las aguas residuales de la universidad cesar vallejo - trujillo utilizando jacinto de agua (eichhornia crassipes) en humedales artificiales*. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo - Perú : s.n., 2018.

Zita, Ana. 2017. *Tpos de investigación* . Caracas : Universidad Central de Venezuela., 2017.

ANEXOS

Anexo 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDAS
VARIABLE INDEPENDIENTE Humedal artificial Waylla Ichu (<i>calamagrostis rigida</i>)	Los humedales artificiales son sistemas que dependen para el crecimiento de plantas que tienen la raíz sobre una cama de grava impermeabilizada. Para el proceso de tratamiento de aguas, el humedal construido deberá tener tres partes fundamentales: recojo, depuración y salida al área de retorno. (Humedales artificiales, 2004)	El humedal será evaluado mediante los parámetros de diseño como caudal, temperatura, concentración de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos a escala de laboratorio.	Diseño del humedal artificial	Caudal de diseño	L/s
				Agregado	m ³
				Vegetal	Unidad
				Tiempo hidráulico de residencia	Minutos
				Pendiente	%
VARIABLE DEPENDIENTE Tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana	El tratamiento de aguas servidas trata de purificar las aguas mediante la aplicación de tecnologías mediante la remoción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Bembibre, 2012)	El tratamiento de aguas residuales se llevará a cabo mediante la aplicación del humedal artificial para la remoción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas servidas del barrio de Santa Ana	Tratamiento de los parámetros físicos	Ingreso y salida del pH y temperatura.	°C
			Tratamiento de los parámetros químicos	Ingreso y salida de la DQO, DBO y SST	mg/L
			Tratamiento de los parámetros microbiológicos	Ingreso y salida de los CCt	NTP

Instrumento

FICHA N° 1 FORMATO CADENA DE CUSTODIA DE MINISTERIO DE SALUD MINSA (ADECUADO) ENTREGA Y RECEPCIÓN DE MUESTRAS																				
NOMBRE DEL PROYECTO		EFFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL WAYLLA ICHU (Calamagrostis rigida). EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DEL BARRIO DE SANTA ANA HUANCVELICA-2021																		
UBICACIÓN																				
INVESTIGADORES																				
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS										HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:										
DESCRIPCIÓN DE LA S MUESTRAS																				
N° DE MUESTRA	ORIGEN DE MUESTRA	PARAMETROS FISICOS						PARAMETROS QUIMICOS						PARAMETROS BIOLOGICOS						OBSERVACIONES
		Temperatura	solidos totales	PH				Solidos totales en Suspension	DBO5	DQO				Coliformes termotolerantes						

Diseño de humedales artificiales

Dimensionamiento de Sistemas de Tratamiento en sitio.									
Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial									
Tipo									
Datos de entrada									
Número de sistemas en paralelo	1								
Caudal	0,0001 lps	0,01 m3/d							
Q por sistema	0,01 m3/d								
DBO5 entrada	978,40 mg/ltro	*150 - 200 mg/lt							
NTK entrada	20,00 mg/ltro								
Tiempo hidráulico de Residencia	5,6 días	*entre 3 - 5 días							
Pendiente del fondo del humedal Δh/ΔL	2 %	0,02 m/m							
Profundidad del agua h1	0,20 m	*entre 0,6 y 0,7 m							
Profundidad del medio h2	0,10 m	*entre 0,75 y 1 m							
Conductividad hidráulica K	5.000 m3/m2 d								
Porosidad del medio e	0,35								
Volúmen del humedal Vol h	1,40 m3								
Área Superficial Ash	7,00 m2								
Área Tranversal Ath	0,00 m2								
Ancho del humedal Ah	0,70 m								
Longitud del humedal Lh	1,00 m								
Carga Orgánica del humedal	12,08 kg DBO /ha.d	OK							
Carga Hidráulica Superficial	12,34 m3/ha.d	baja CHS							
Cte remoción DBO5 20°C K20	0,8595 d-1	Kio doméstica	1,839 d-1						
Cte de remoción NTK 20°C K	0,107 d-1	Kio industrial	0,198 d-1						
Carga de DBO5 efluente	7,945 mg/ltro DBO5			Talud	1	3			
Carga de NTK efluente	10,985 mg/ltro NTK	Áres por planta	0,16						
Eficiencia Remoción DBO5	99%								
Eficiencia Remoción NTK	45%								

Medio	Tamaño efectivo mm	Porosidad	Conductividad hidráulica m2/m2 d
Arena media	1	0,30	500
Arena gruesa	2	0,32	1.000
Arena y grava	8	0,35	5.000
Grava media	32	0,40	10.000
Grava gruesa	128	0,45	100.000

Cantidades de obra - Tanque Séptico		
Nivel del terreno jarillon entrada	2.562,19	msnm
Nivel del terreno original	2.562,20	msnm
Nivel de la tubería entrante	2.561,99	msnm
Nivel de tubería saliente	2.561,87	msnm
Espesor de paredes	0 m	
Espacio libre estructura excavación	0 m	
Nivel de piso entrada	2561,89	msnm
Profundidad de excavación entrada	0,31 m	
Área transversal entrada de excavación	0,29 m2	
Nivel de piso salida	2.561,87	msnm
Profundidad de excavación salida	0,33 m	
Área transversal salida de excavación	0,31 m2	
Área Promedio de excavación	0,30 m2	
Volúmen total de excavación	0,30 m3	
Excavación < 3m	0,30 m3	
Excavación > 3m	m3	
Volúmen de relleno compactado	5,00 m3	
Entibado	0,00 m2	
Replanteo	0,70 m2	
Relleno lateral con material de excav	0,00 m3	
Concreto Placa de piso e=0,2m	0,00 m3	
Concreto Paredes extremas e=0,2m	0,00 m3	
Concreto Placa de techo e=0,2m	0,00 m3	
Cantidad Total del concreto	0,00 m3	
Relleno superficial material de excav	5,00 m3	
Altura relleno superficial	0,00 m	
Muro en ladrillo para accesos e=0,15	0,00 m2	
Cantidad de geomembrana	430,67 m2	
Número de plantas separación 0.5m	28,00 plantas	
tierra con cascarilla	0,26 m3	

NELSON SILVESTRE SOTO
 ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
 CIP. 249113

NÉSTOR LUZÁN HUÁMAN
 INGENIERIA AMBIENTAL
 CIP. 172628

MARÍA ALFONSO MARTÍNEZ
 ING. AMBIENTAL
 CIP. N° 196223

Base de datos de entrada

ANALISIS ANTES DEL TRATAMIENTO CON HUMEDALES ARTIFICIALES (PRE TEST) y (Pos test)													
ANALIS DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS													
Cantidad de muestras	Fecha de muestreo	Parametros fisicos	Parametros quimicos								Parametros microbiologicos		
		Q caudal de ingreso al sistema piloto de lodos activados (L/Dia)	pH entrada	pH salida	DQO entrada	DQO Salida	SST ingreso	SST salida	DBO5 de entrada	DBO5 de salida	coliformes termotolerantes de entrada	coliformes termotolerantes de entrada	
1	20/01/2021	20	7,75	7,65	1020	214	925	130	920	114	13894	8894	
2	21/01/2021	20	7,55	7,50	1120	166	948	128	965	78	13256	8660	
3	22/01/2021	20	7,88	7,74	1000	203	953	146	900	103	14964	8999	
4	23/01/2021	20	7,92	7,68	1102	226	865	148	956	112	18694	8869	
5	24/01/2021	20	7,36	7,25	1004	180	795	138	904	80	14894	9894	
6	25/01/2021	20	7,42	7,51	1030	188	1023	149	910	88	14865	9356	
7	26/01/2021	20	7,89	7,75	984	129	928	165	935	78	13989	9005	
8	27/01/2021	20	7,93	7,69	1010	159	879	157	910	59	15982	10982	
9	25/01/2021	20	7,59	7,54	987	163	845	146	887	66	14986	9986	
10	26/01/2021	20	7,48	7,53	897	110	896	133	875	63	12568	7969	
11	27/01/2021	20	7,55	7,51	879	102	954	146	866	98	16894	8435	
12	28/01/2021	20	7,4	7,52	956	175	875	148	856	75	15687	9908	
13	29/01/2021	20	7,71	7,68	1002	163	972	149	902	63	15863	9987	
14	30/01/2021	20	7,45	7,41	1035	177	879	137	935	77	15321	9968	
15	31/01/2021	20	7,95	7,57	1065	216	859	129	965	102	14983	9875	
16	01/02/2021	20	7,78	7,62	1098	157	843	142	980	57	15456	9968	
17	02/02/2021	20	7,87	7,66	917	109	878	136	817	65	15012	8598	
18	03/02/2021	20	7,83	7,70	915	106	948	135	864	39	13256	8256	
19	04/02/2021	20	7,48	7,50	897	105	985	145	797	45	14964	9964	
20	05/02/2021	20	7,69	7,53	968	175	978	147	868	75	15026	10026	
21	06/02/2021	20	7,62	7,51	958	135	974	145	858	35	14894	9894	
22	07/02/2021	20	7,58	7,56	1095	136	937	148	995	36	13987	8887	
23	08/02/2021	20	7,7	7,69	1009	130	927	149	909	30	13989	8989	
24	09/02/2021	20	7,75	7,71	1075	143	998	140	968	43	13879	8879	
25	10/02/2021	20	7,58	7,54	989	135	831	140	889	35	15784	10784	
26	11/02/2021	20	7,45	7,41	968	125	856	143	868	25	15864	10864	
27	12/02/2021	20	7,53	7,51	958	115	868	148	858	75	16894	9897	
28	13/02/2021	20	7,59	7,56	1232	133	859	147	989	86	15687	10687	
29	14/02/2021	20	7,68	7,65	1025	141	946	138	936	98	14986	9986	

Carta de colaboración de juicio de experto



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Huancavelica, 26 de febrero de 2021

CARTA N° 001-2021-DALC/MCE

SEÑOR:

Presente -

ASUNTO: SOLICITO COLABORACIÓN EN EMITIR SU JUICIO DE EXPERTO.

Por la presente, reciba usted el saludo cordial y fraterno a nombre de la Universidad Cesar Vallejo; luego para manifestarle que estamos desarrollando la tesis titulada: "EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL WAYLLA ICHU (*Calamagrostis rigida*). EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DEL BARRIO DE SANTA ANA HUANCAVELICA-2021"; por lo que conocedores de su trayectoria profesional y estrecha vinculación en el campo de la investigación, le solicitamos su colaboración en emitir su JUICIO DE EXPERTO, para la validación del instrumento "FORMATO CADENA DE CUSTODIA DEL MINISTERIO DE SALUD MINSA (ADECUADO) ENTREGA Y RECEPCIÓN DE MUESTRAS". Con la finalidad de poner en ejecución el presente proyecto de investigación.

Agradecemos por anticipado su gentil colaboración como experto, nos suscribimos de Usted.

Atentamente,

DAMIÁN ANCCASE Lisbethyul

DNI: 46911439

MANCHA Condori, Estefani

DNI: 71207425

Cc:
Arch. (00)

Adjunto:

1. Consentimiento informado
2. Matriz de Consistencia.
3. Operacionalización de Variables.
4. Instrumento de Investigación.
5. Fichas de juicio de experto

NELSON SILVESTRE SOTO
ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
CIP: 249113

N. LUCERO JUAN TRIAMAN
INGENIERA AMBIENTAL
CIP: 172828

MARCELA ALVARADO
INGENIERA AMBIENTAL
CIP: 172828

Acta de consentimiento de juicio de expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL WAYLLA ICHU (*Calamagrostis rigida*). EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DEL BARRIO DE SANTA ANA HUANCVELICA-2021”


Yo Nelson Silvestre Soto, emito el presente juicio de experto y acepto de manera voluntaria que se me incluya como tal en el proyecto de investigación. Luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de mi participación en el estudio, y en el entendido de que:

- Mi participación como juez de experto y colaborador del proyecto de investigación no repercutirá en mis actividades programadas.
- No habrá ninguna sanción para mí en caso de no aceptar la invitación.
- Puedo retirarme del proyecto si lo considero conveniente a mis intereses, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando mis razones para tal decisión en la Carta de Revocación respectiva si lo considero pertinente; pudiendo si así lo deseo, recuperar toda la información obtenida de mi participación.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de mi participación, con un número o seudónimo de clave que ocultará mi identidad.
- Si en los resultados de mi participación se hiciera evidente algún problema relacionado con mi proceso de enseñanza – aprendizaje frente a la ficha de verificación, se me brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

Lugar y Fecha: Huancavelica 26 de Febrero 2021

Nombre: Nelson Silvestre Soto

Firma:


NELSON SILVESTRE SOTO
ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
CIP. 249113





CONSENTIMIENTO INFORMADO

“EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL WAYLLA ICHU (Calamagrostis rigida). EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DEL BARRIO DE SANTA ANA HUANCAVELICA-2021”

Yo LUCERO LUJAN HUAMAN, emito el presente juicio de experto y acepto de manera voluntaria que se me incluya como tal en el proyecto de investigación. Luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de mi participación en el estudio, y en el entendido de que:

- Mi participación como juez de experto y colaborador del proyecto de investigación no repercutirá en mis actividades programadas.
- No habrá ninguna sanción para mí en caso de no aceptar la invitación.
- Puedo retirarme del proyecto si lo considero conveniente a mis intereses, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando mis razones para tal decisión en la Carta de Revocación respectiva si lo considero pertinente; pudiendo si así lo deseo, recuperar toda la información obtenida de mi participación.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de mi participación, con un número o seudónimo de clave que ocultará mi identidad.
- Si en los resultados de mi participación se hiciera evidente algún problema relacionado con mi proceso de enseñanza – aprendizaje frente a la ficha de verificación, se me brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

Lugar y Fecha: 26 de Febrero 2021 - Huancavelica

Nombre: LUCERO LUJAN HUAMAN

Firma:



LUCERO LUJAN HUAMAN
INGENIERIA AMBIENTAL
CIP: 172828





CONSENTIMIENTO INFORMADO

"EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL WAYLLA ICHU (Calamagrostis rígida), EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DEL BARRIO DE SANTA ANA HUANCAYELICA-2021"

Yo Alfonso Martínez Maníela, emito el presente juicio de experto y acepto de manera voluntaria que se me incluya como tal en el proyecto de investigación. Luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de mi participación en el estudio, y en el entendido de que:

- Mi participación como juez de experto y colaborador del proyecto de investigación no repercutará en mis actividades programadas.
- No habrá ninguna sanción para mí en caso de no aceptar la invitación.
- Puedo retirarme del proyecto si lo considero conveniente a mis intereses, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando mis razones para tal decisión en la Carta de Revocación respectiva si lo considero pertinente; pudiendo si así lo deseo, recuperar toda la información obtenida de mi participación.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de mi participación, con un número o seudónimo de clave que ocultará mi identidad.
- Si en los resultados de mi participación se hiciera evidente algún problema relacionado con mi proceso de enseñanza – aprendizaje frente a la ficha de verificación, se me brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

Lugar y Fecha: Huancavelica, 26 de febrero del 2021

Nombre: Alfonso Martínez Maníela

Firma: 




Ficha de evaluación del juicio de expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIOS DE JUECES

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellido y nombre del juez: SILVESTRE SOTO NELSON.
- 1.2. Especialista en: ING. AMBIENTAL Y SANITARIA
- 1.3. Nombre del instrumento evaluado: CADENA DE CUSTODIA
- 1.4. Autores del instrumento: DAVID ANCCASI, LISBETH YUL - MANCHO CONDORI, ESTEFANI

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.												X			
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.												X			
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.													X		
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada.												X			
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.													X		
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.													X		
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos.													X		
8. COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los ítems.													X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.												X			
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.													X		
CONTEO TOTAL DE MARCAS (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		INACEPTABLE (I)					MINIMAMENTE ACEPTABLE (MA)					ACEPTABLE (A)				
												930				

Coeficiente de validez = $\frac{(I + MA + A)}{10} = \frac{930}{10} = 0.93$

III. CALIFICACION GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

CATEGORIA	INTERVALO
Desaprobado ○	[0.00 a 0.60]
Observado ○	<0.60 a 0.75]
Aprobado ⊗	<0.75 a 1.00]

IV. CALIFICACION DE APLICABILIDAD:

APROBADO CON CALIFICACION DE 0.93

NELSON SILVESTRE SOTO
ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
CIP. 249113

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIOS DE JUECES
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellido y nombre del juez : LUSAN HUAMAN LUCERO
 1.2. Especialista en : Ing. Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: Cadena de Custodia
 1.4. Autores del instrumento : Mancha Condon, Estefani-Damián Ancosi, Lisbethyul

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.											X		
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada.												X	
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.												X	
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.												X	
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos.												X	
8. COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los ítems.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.												X	
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.												X	
CONTEO TOTAL DE MARCAS (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		INACEPTABLE (I)					MINIMAMENTE ACEPTABLE (MA)			ACEPTABLE (A)				
										925				

$$\text{Coeficiente de validez} = \frac{(I + MA + A)}{10} = \frac{925}{10} = 0,925$$

III. CALIFICACION GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

CATEGORIA	INTERVALO
Desaprobado <input type="radio"/>	[0.00 a 0.60]
Observado <input type="radio"/>	<0.60 a 0.75]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0.75 a 1.00]

IV. CALIFICACION DE APLICABILIDAD:

Aprobado con una
Calificación de 0,925


LUCERO LUSAN HUAMAN
 INGENIERIA AMBIENTAL
 CIP: 172828



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIOS DE JUECES

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellido y nombre del juez: Alfonso Martínez Marrela
 1.2. Especialista en: Eng. General Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: Cadena de Custodia
 1.4. Autores del instrumento: Diana P. Ansal, Isbethyd y Karla Lombardi Estefani

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	INACEPTABLE		MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE							
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje apropiado y comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.													X
3. ACTUALIDAD	Adeuada al avance de la ciencia y tecnología.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada.												X	
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficientes.												X	
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.												X	
7. CONSISTENCIA	Permite conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos.											X		
8. COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los ítems.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.												X	
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.												X	
CONTEO TOTAL DE MARCAS (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		INACEPTABLE (I)		MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (MA)			ACEPTABLE (A)			940				

Coefficiente de validez $= \frac{(I + MA + A)}{10} = \frac{940}{10} = 0.94$

III. CALIFICACION GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

CATEGORIA	INTERVALO
Desaprobado <input type="radio"/>	[0.00 a 0.60]
Observado <input type="radio"/>	<0.60 a 0.75]
Aprobado <input checked="" type="radio"/>	<0.75 a 1.00]

IV. CALIFICACION DE APLICABILIDAD:

Protocolo con calificación de 0.94

LUGAR Y FECHA: Trujillo, Perú 26 de febrero 2021



Reporte antiplagio

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	CÓDIGO : VERSIÓN: FECHA : 12/03/2021 PAGINA:
---	--	---

Yo, Hayde Suarez Alvites docente de la facultad de Ingeniería Ambiental y Escuela Profesional Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, revisor (a) de la Tesis titulada:

"EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL WAYLLA ICHU (*CALAMAGROSTIS RIGIDA*).EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DEL BARRIO DE SANTA ANA HUANCVELICA-2021", de las estudiantes Damian Anccasi Lisbethyul Y Mancha Condori Estéfani, constato que la investigación tiene índice de similitud de 18% verificable en el reporte del programa Turnitin.

El suscrito analizó 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 establecida por la universidad Cesar Vallejo.

Lima, 12 de marzo del 2021



Firma


Mg. Sc. Ing. Haydeé Suárez Alvites

DNI: 07088154

Feedback Studio - Google Chrome

ev.turnitin.com/app/carta/es/?io=1527083349&iu=1115109239&student_user=1&lang=es&s=

Estéfani MANCHA CONDORI | EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL WA...

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Título de la Tesis

"Efecto del humedal artificial Waylla Ichu (calamegrostis rigida) en el tratamiento de aguas servidas del barrio de Santa Ana Huancavelica-2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

AUTOR(ES):
Damián Ancosi, Lisbethyú Mancha Condori, Estéfani

ASESORA:
Magister Suárez Alvarés, Haydel

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Calidad y gestión de recursos naturales

LIMA - PERÚ

18


Download icons: Home, Search, Print, Download, Info

Instrumento validado


INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA N° 1 FORMATO CADENA DE CUSTODIA DE MINISTERIO DE SALUD MINSA (ADECUADO) ENTREGA Y RECEPCIÓN DE MUESTRAS


NOMBRE DEL PROYECTO		EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL WAYLLA ICHU (Calamagrostis rígida). EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DEL BARRIO DE SANTA ANA HUANCAYLLICA-2021														
UBICACIÓN																
INVESTIGADORES																
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS		HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:														
DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS																
N° DE MUESTRA	ORIGEN DE MUESTRA	PARAMETROS FISICOS						PARAMETROS QUIMICOS				PARAMETROS BIOLÓGICOS				OBSERVACIONES
		Temperatura	acidez total	PH				Anillo y gases	BOD5	DQO						



NELSON SILVESTRE SOTO
ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
CIP: 249113



N. CACERES LUJAN HUAMAN
INGENIERIA AMBIENTAL
CIP: 172823



SANTA LUCÍA CORNEJO MARTÍNEZ
ING. AMBIENTAL
CIP: N° 136223

Ficha N° 02 Recolección de datos antes y después del tratamiento por humedales artificiales Waylla Ichu

Parámetros	Unidad	Antes del tratamiento	LMP-003-2010-MINAM
Temperatura	°C		
pH	Unidad		
DQO	ml/L		
DBO	ml/L		
Sólidos totales en suspensión	ml/L		
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml		


NELSON SILVESTRE SOTO
 ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
 CIP. 249113




N. LUCERO LUJAN HUAMAN
 INGENIERA AMBIENTAL
 CIP. 172628




MARIANA ALFONSO MARTÍNEZ
 ING. AMBIENTAL
 CIP. N° 154223

Instrumento validado por el laboratorio



Universidad Nacional de Huancavelica
Laboratorio de microbiología
Ciudad Universitaria de Paturpampa – Laboratorio de microbiología



Fecha de muestreo:
19/01/2021

RESPONSABLE DEL LABORATORIO:
Mg. Victor Guillermo Sánchez Araujo

Muestra:
Agua

Punto de muestreo:
Entrada y salida del humedal artificial

Lugar de muestra:
Huancavelica

RESULTADO DE ANÁLISIS

Fecha de recepción de las muestras:
19/01/2021

Usuarios:
Tesisistas

Tipo de muestra:
puntual-simple

Cantidad de muestra:
Son 10 en frascos

Lugar de análisis:
Laboratorio central de la UNH-microbiología

Fecha de ejecución del ensayo:
20/01/2021 al 14/02/2021

Objeto de estudio:
Ejecución de tests

Clase de muestra:
Superficial

Parámetros a analizar:
Físicos, químicos y microbiológicos

Fecha de emisión de reporte:
15/02/2021

REPORTE

ANÁLISIS ANTES DEL TRATAMIENTO CON HUMEDALES ARTIFICIALES (PRE TEST) y (Pos test)

ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Nº muestral	Fecha de muestreo	Parámetros físicos	Parámetros químicos								Parámetros microbiológicos	
		Q caudal de ingreso al sistema piloto de lodos activados (L/Día)	pH entrada	pH salida	DQO entrada	DQO Salida	SST entrada	SST salida	DBO5 de entrada	DBO5 de salida	coliformes termotolerantes de entrada	coliformes termotolerantes de salida
1	20/01/2021	20	7,75	7,65	1020	214	925	130	920	114	13894	8894
2	21/01/2021	20	7,55	7,50	1120	166	948	128	965	78	13256	8660
3	22/01/2021	20	7,88	7,74	1000	203	953	146	900	103	14964	8999
4	23/01/2021	20	7,92	7,68	1102	226	865	148	956	112	18694	8869
5	24/01/2021	20	7,36	7,25	1004	180	795	138	904	80	14894	9894
6	25/01/2021	20	7,42	7,51	1030	188	1023	149	910	88	14865	9356
7	26/01/2021	20	7,89	7,75	984	129	928	165	935	78	13989	9005
8	27/01/2021	20	7,93	7,69	1010	159	879	157	910	59	15982	10982
9	25/01/2021	20	7,59	7,54	987	163	845	146	887	66	14986	9986
10	26/01/2021	20	7,48	7,53	897	110	896	133	875	63	12568	7969
11	27/01/2021	20	7,55	7,51	879	102	954	146	866	98	16894	8435
12	28/01/2021	20	7,4	7,52	956	175	875	148	856	75	15687	9908
13	29/01/2021	20	7,71	7,68	1002	163	972	149	902	63	15863	9987



Universidad Nacional de Huancavelica
Laboratorio de microbiología
Ciudad Universitaria de Paturpampa – Laboratorio de microbiología



Cantidad de muestras	Fecha de muestreo	Parámetros físicos		Parámetros químicos						Parámetros microbiológicos		
		Q caudal de ingreso al sistema piloto de lodos activados (L/Día)	pH entrada	pH salida	DQO entrada	DQO Salida	SST ingreso	SST salida	DBOS de entrada	DBOS de salida	coliformes termotolerantes de entrada	coliformes termotolerantes de salida
14	30/01/2021	20	7,45	7,41	1035	177	879	137	935	77	15321	9968
15	31/01/2021	20	7,95	7,57	1065	216	859	129	965	102	14983	9875
16	01/02/2021	20	7,78	7,62	1098	157	843	142	980	57	15456	9968
17	02/02/2021	20	7,87	7,66	917	109	878	136	817	65	15012	8598
18	03/02/2021	20	7,83	7,70	915	106	948	135	864	39	13256	8256
19	04/02/2021	20	7,48	7,50	897	105	985	145	797	45	14964	9964
20	05/02/2021	20	7,69	7,53	968	175	978	147	868	75	15026	10026
21	06/02/2021	20	7,62	7,51	958	135	974	145	858	35	14894	9894
22	07/02/2021	20	7,58	7,56	1095	136	937	148	995	36	13987	8887
23	08/02/2021	20	7,7	7,69	1009	130	927	149	909	30	13989	8989
24	09/02/2021	20	7,75	7,71	1075	143	998	140	968	43	13879	8879
25	10/02/2021	20	7,58	7,54	989	135	831	140	889	35	15784	10784
26	11/02/2021	20	7,45	7,41	968	125	856	143	868	25	15864	10864
27	12/02/2021	20	7,53	7,51	958	115	868	148	858	75	16894	9897
28	13/02/2021	20	7,59	7,56	1232	133	859	147	989	86	15687	10687
29	14/02/2021	20	7,68	7,65	1025	141	946	138	936	98	14986	9986

Huancavelica, 15 de febrero del 2021.

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA**



Panel fotográfico

Construcción del humedal artificial Waylla Ichu a escala de laboratorio para la remoción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, los cuales fueron diseñados según las normas OS-020. En la presente imagen se observa el lavado del material filtrante (grava).



En la presente imagen se observa la administración del vegetal Waylla Ichu quien tiene las propiedades de depuración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mediante el proceso de la sabia elaborada.



En este apartado se pudo observar las aguas residuales del barrio de Santa Ana antes del tratamiento por el humedal artificial Waylla Ichu, en donde se muestra un agua totalmente turbia y llena de materia orgánica por las características que presenta.



En este apartado se puede observar las muestras después del tratamiento con el humedal artificial Waylla Ichu, el cual fue muestreado y rotulado para luego ser analizado en el laboratorio.



En la presente imagen se muestra el análisis de los coliformes termotolerantes mediante el microscopio electrónico del laboratorio de la Universidad Nacional de Huancavelica



En la presente fotografía se muestra el análisis de la demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos totales en suspensión realizados en la Universidad Nacional de Huancavelica.

