



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
Aplicación Del Vetiver (*Vetiveria Zizanoides*), Para Tratar Aguas Residuales Generadas En Una Granja Porcina, San Martin 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Durand Perez, Rodolfo Ricardo (ORCID:0000-0002-0806-3853)
García García, Carlos (ORCID: 0000-0002-5708-5311)

ASESORA:

Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline (ORCID: 0000-0002-9965-9678)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

TARAPOTO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres Ernesto y Dolores, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi tía Hilmer y hermana Katy por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigos, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias amigos míos, siempre los llevo en mi corazón.

García Carlos

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Gracias madre y padre

Durand Pérez Rodolfo Ricardo

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

A todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la Ing. Rita Jackeline Cabello Torres, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

García Carlos

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de mi tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.

Durand Pérez Rodolfo Ricardo

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	21
3.3. Población, muestra y muestreo	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.5. Procedimiento	28
3.6. Método de análisis de datos	36
3.7. Aspectos éticos	36
IV. RESULTADOS	37
V. DISCUSIÓN	56
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS	72

Índice de tablas

Tabla N° 1: Taxonomía del pasto vetiver zizanoides.....	15
Tabla N° 2: Valores encontrados en agua residual porcino.....	18
Tabla N° 3: Tabla de operacionalización.....	22
Tabla N° 4: Tabla de equipos y materiales.....	27
Tabla N° 5: Descripción de la especie.....	30
Tabla N° 6: Diseño de los tratamientos (T0-T3) de aplicación de EM activado en las pozas de agua residual porcino.....	32
Tabla N° 7: Características de las plantas utilizadas en la fitorremediación del agua residual.....	38
Tabla N° 8: Características fisicoquímicas del agua residual industrial de la granja porcícola, antes del tratamiento (T0).....	39
Tabla N° 9: Características vegetativas del pasto vetiver zizanoides durante el tratamiento en la poza 1.....	39
Tabla N° 10: Características fisicoquímicas del agua residual industrial de la granja porcícola post-tratamiento de la poza 1.....	40
Tabla N° 11: Características vegetativas del pasto vetiver zizanoides durante el tratamiento en la poza 2.....	42
Tabla N° 12: Características fisicoquímicas del agua residual industrial de la granja porcícola post-tratamiento de la poza 2.....	42
Tabla N° 13: Características vegetativas del pasto vetiver zizanoides durante el tratamiento en la poza 3.....	43
Tabla N° 14: Características fisicoquímicas del agua residual industrial de la granja porcícola post-tratamiento de la poza 3.....	43
Tabla N° 15: Eficiencia de remoción de Sólidos totales suspendidos (SST) en el tratamiento de agua residual.....	44
Tabla N° 16: Eficiencia de remoción de Sólidos totales disueltos (SDT) en el tratamiento de agua residual.....	45
Tabla N° 17: Eficiencia de remoción de Sulfato (SO ₄) en el tratamiento de agua residual.....	47
Tabla N° 18: Eficiencia de remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (BBO ₅) en el tratamiento de agua residual.....	48
Tabla N° 19: Eficiencia de remoción de Demanda Química de Oxígeno (DQO) en el tratamiento de agua residual.....	49
Tabla N° 20: Eficiencia de remoción de Nitrógeno Total (TKN) en el tratamiento de agua residual.....	50
Tabla N° 21: Eficiencia de remoción de Nitrógeno Amoniacal (NH ₄) en el tratamiento de agua residual.....	51
Tabla N° 22: Eficiencia de remoción de Nitrato (NO ₃) en el tratamiento de agua residual.....	52
Tabla N° 23: Eficiencia de remoción de Fosfato (PO ₄ ³⁻) en el tratamiento de agua residual.....	53
Tabla N° 24: Variación de pH en el tratamiento del agua residual.....	54
Tabla N° 25: Variación de Temperatura en el tratamiento del agua residual.....	55
Tabla N° 26: Matriz de consistencia.....	73

Índice de figuras

Figura N° 1: <i>Proceso de fitorremediación.</i>	13
Figura N° 2: Tecnología de fitorremediación con pasto Vetiver zizanooides.	14
Figura N° 3: Características del pasto Vetiver zizanooides.....	15
Figura N° 4: Posas de oxidación con pasto vetiver.....	16
Figura N° 5: Diseño de las pozas de fitorremediación.....	37
Figura N° 6: Diseño de fitorremediación con pasto Vetiver zizanooides.	38
Figura N° 7: Porcentaje de remoción del parámetro SST después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanooides.	45
Figura N° 8: Porcentaje de remoción del parámetro SDT después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanooides.	46
Figura N° 9: Porcentaje de remoción del parámetro SO4 después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanooides.	47
Figura N° 10: Porcentaje de remoción del parámetro DBO5 después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanooides.	48
Figura N° 11: Porcentaje de remoción del parámetro DQO después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanooides	49
Figura N° 12: Porcentaje de remoción del parámetro TKN después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanooides.	50
Figura N° 13: Porcentaje de remoción del parámetro NH4 después del tratamiento con pasto Vetivereria zizanooides.	52
Figura N° 14: Porcentaje de remoción del parámetro Fosfato (PO_4^{3-}) después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanooides.	53
Figura N° 15: Variación pH después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanooides.	54
Figura N° 16: Variación Temperatura después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanooides.	55

Resumen

La fitorremediación es una técnica de purificación donde se utiliza plantas macrófitas aprovechando la capacidad de tallos y raíces para eliminar contaminantes, el objetivo fue Evaluar la eficiencia de remoción aplicando vetiver (*Vetiveria zizanoides*), para tratar aguas residuales generadas en una granja porcina, San Martín 2022, estudio experimental tipo aplicada, realizado en marzo, abril y mayo, se acondicionó 3 pozas con medidas de 2.5 m de largo, 1 m de ancho y 0.80 m de altura, capacidad 1500 L y 90 plantas de vetiver por pozas, se evaluaron 54 muestras de sólidos totales suspendidos (SST), sólidos totales disueltos (SDT), sulfato (SO_4^{-2}), demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno total (TKN), nitrógeno amoniacal (NH_4), nitrato (NO_3), fosfato (PO_4), pH y temperatura. Los resultados en la poza 1 tiene mayor porcentaje removido en los 2 muestreos, mostrando valores, para SST (93.1 %); SDT (93.4 % y 95.1 %); SO_4^{-2} (77.8 %); DBO_5 (99.8 %); DQO (98 %); TKN (74.7 % y 74.9 %); NH_4^+ (98.5 % y 98.6 %); NO_3^- (<0.05); PO_4 (100 %); pH (7.1 y 7.4); Temperatura (24.8 °C y 28.5 °C), concluyendo que el pasto *Vetiver* es eficiente en remover contaminantes del agua residual porcina.

Palabras clave: Fitorremediación, agua residual porcino, vetiver zizanoides.

Abstract

Phytoremediation is a purification technique where macrophytic plants are used taking advantage of the ability of stems and roots to remove contaminants, the objective was to evaluate the removal efficiency by applying vetiver (*Vetiveria zizanoides*), to treat wastewater generated in a pig farm, San Martin 2022, applied type experimental study, carried out in March, April and May, 3 ponds were conditioned with measures of 2.5 m long, 1 m wide and 0.80 m high, capacity 1500 L and 90 vetiver plants per pond, they were evaluated 54 samples of total suspended solids (TSS), total dissolved solids (TDS), sulfate (SO_4^{2-}), biochemical oxygen demand (BOD₅), chemical oxygen demand (COD), total nitrogen (TKN), ammoniacal nitrogen (NH_4^+), nitrate (NO_3^-), phosphate (PO_4), pH and temperature. The results in pond 1 have a higher percentage removed in the 2 samples, showing values for SST (93.1%); SDT (93.4% and 95.1%); SO_4^{2-} (77.8%); BOD₅ (99.8%); COD (98%); TKN (74.7% and 74.9%); NH_4^+ (98.5% and 98.6%); NO_3^- (<0.05); PO_4 (100%); pH (7.1 and 7.4); Temperature (24.8 °C and 28.5 °C), concluding that Vetiver grass is efficient in removing contaminants from pig wastewater.

Keywords: Phytoremediation, pig wastewater, Vetiver zizanoides.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua cada vez llega a horizontes muy culminantes especialmente dentro de los países medianos y de bajos recursos donde gran parte de las ciudades no cuentan con una planta de tratamiento, entonces estas aguas contaminadas terminan afectando a la población al mismo tiempo dañan los recursos naturales (Gomez,2018). A nivel mundial solo el 20% de los efluentes residuales que son producto de la actividad del hombre llevan su respectivo tratamiento antes de ser vertidos al ambiente (Neus, 2019). La contaminación del recurso hídrico es un problema que cada vez está siendo más común, ya sea por contaminación a causa natural o antropogénica, entre ellas está la industria porcícola.

La porcicultura es una de las mejores alternativas para la producción de proteínas, teniendo un alza en demanda en los años 80 y 90, según las últimas estimaciones el ganado porcino alcanzó a 2'892.00 de cabezas incrementado en un promedio de 2.4% anuales. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021). En la ciudad de Mexico la porcicultura es muy relevante en el sector Agropecuario, por lo que menciona que en el año 2018 su valor de productividad creció a 67,100 millones, representando a 1,502,523 Tn de carne demostrando aumento del 4.2 % al año anterior, (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera -SIAP, 2019).

Por otro lado, existen países con alta demanda en la producción de ganadería porcina, entre ellos está, estados unidos, España y china, lo que aproxima a generar 26 litros de agua residual (Salerno,2020), representan altas concentraciones de contaminantes como de Orina y excrementos, promedio anual de 7,2 kilos/año de nitrógeno, así mismo, al producir 1 kilogramo de carne se utilizan 12,000 Lt de agua (Bayona, 2019). Las aguas residuales procedentes de la industria porcina son formadas por residuos sólidos y el líquido procedente del lavado, además de ello también se encuentran la mezcla de heces y orina (Álvarez, et al., 2019).

La mala disposición de los efluentes porcinos sin ningún tratamiento causa daños al ambiente y salud de las personas, por las altas concentraciones de contaminantes como el de nutrientes y materia orgánica (Pacco,2018).

Existen **alternativas para tratar las aguas residuales** porcinas entre ellos está la **fitorremediación** el cual es una técnica de purificación donde se utiliza plantas macrófitas de tal manera se aprovecha la capacidad de los tallos y raíces para eliminar o disminuir contaminantes, las plantas son utilizadas como filtros biológicos que degradan las impurezas, (Granados 2018). La fitorremediación con *Vetiver zizanooides* es eficiente para remover altas concentraciones de contaminantes en aguas residuales municipales, urbanas, industriales, etc., además de ser una tecnología factible, ecoamigable con el ambiente y económico (Rojas y Purihuamán, 2018).

Uso del pasto vetiver en el proceso, la especie fue adquirido del mismo terreno de la granja porcicola en el cual se colectaron 270 plantas para ser distribuidas en 3 posas de oxidación (90 plantas/ posa), las plantas estuvieron plantados durante un periodo de 5 a 6 meses, estaban compuestos por tallos y hojas con 20 cm de altura, con cobertura de pequeñas cantidades de raíces (5 cm), teniendo en cuenta estas características de la edad, tamaño y cobertura las especies se sembraron en los posas de oxidación situado en una plancha de tecnopor con hoyuelos de 15 cm de distancia y profundidad de 5 cm, el pasto vetiver fue utilizado para tratar el agua residual porcino (Truong, 2019), constó en aplicar el pasto del *Vetiver zizanooides* en las pozas lo que permitió la eliminación de las concentraciones de contaminantes por tener la capacidad de absorber y tolerar grandes sustancias peligrosas, además de que las raíces de la especie controlan la erosión de los suelos (Truong, 2019). afirman que la especie de *Vetiver zizanooides* es eficiente para remover altas concentraciones de contaminantes en aguas residuales municipales, urbanas, industriales, etc., además de ser una tecnología factible y económico (Rojas y Purihuamán, 2018), tal y como lo menciona los autores, Rojas y Parihuan, (2018), en su investigación evaluaron el método de fitorremediación de aguas residuales utilizando la especie del vetiver en humedales artificiales de flujo subsuperficial en Cajamarca, Perú, la metodología consistió en la selección de los esquejes de vetiver de 20 cm de alto con raíces de no más de 5 cm, cada planta se sembró a una distancia de 25 cm se regaron durante 15 días primero con agua normal y luego con

agua residual con la finalidad de adaptación, se excavo el humedal con áreas de 100 cm de largo x 80 cm ancho y 50 cm de profundidad y con una capacidad de 50 litros, se evaluaron parámetros de aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), Sólidos totales suspendidos, potencial de hidrógeno, Turbidez, y Coliformes termotolerantes, el monitoreo fue cada 10 días en 2 meses, obteniendo resultados en aceites y grasas (88.89 %), DBO5 (83.89 %), DQO (72.97 %), SST (95.51 %), turbidez (99.53 %), y para coliformes termotolerantes (99.99%), por lo que menciona que se puede corroborar la eficiencia de la especie, además que al comparar los resultados están por debajo de los LMP establecido, concluyendo que la planta del vetiver es eficiente al remover contaminantes del agua residual, además el autor recomienda utilizar la especie del vetiver para mejorar las plantas de tratamientos.

Aconteciendo a la Región San Martín de Perú, la industria porcícola es una de las actividades agropecuarias de gran importancia por su impacto de producción y comercialización, al mismo tiempo por generar fuentes de trabajo para los agricultores que son sustento para sus familias, como estudio de caso se tomó a la granja agropecuaria San Isidro S.A.C. puesto que mencionada granja no cuenta con un adecuado manejo o tratamiento respecto a los efluentes que generan, siendo esto un problema ambiental que afecta al ambiente y población aledaña. Es por ello que es necesario establecer alternativas de solución como realizar técnicas de fitorremediación para minimizar la contaminación del recurso agua producidos por la industria porcícola.

Por consiguiente, el presente proyecto de investigación plantea como problema principal:

Problema General: ¿Cuál es la eficiencia de remoción en la aplicación del vetiver (*Vetiveria zizanoi*), para tratar aguas residuales generadas en una granja porcina, San Martín 2022?

PE 1: ¿Cuál es la concentración inicial (pre tratamiento) de los parámetros físicos y químicos del agua residual generadas en una granja porcina, San Martín 2022?

PE 2: ¿Cuál es la concentración post tratamiento de los parámetros físicos y químicos teniendo en cuenta las características vegetativas del vetiver en agua residual generadas en una granja porcina, San Martín 2022?

De la misma manera se presenta la **justificación teóricamente**, debido a que se pretende evaluar el potencial del vetiver (*Vetiveria zizanoides*), la investigación busca comprobar y hacer frente a todos los estudios realizados con la especie, por otro lado, **se justifica prácticamente**, debido a que ayudaremos a contribuir al implementar estrategias como alternativa de solución.

Teniendo en cuenta todo lo descrito anteriormente, se plantea el **objetivo general (OG):**

OG: Evaluar la eficiencia de remoción en la aplicación del vetiver (*Vetiveria zizanoides*), para tratar aguas residuales generadas en una granja porcina, San Martín 2022; asimismo se plantean los **objetivos específicos:**

OE 1: Determinar las concentraciones iniciales (pre tratamiento) de los parámetros físicos y químicos del agua residual

OE 2: Determinar la concentración post tratamiento de los parámetros físicos y químicos teniendo en cuenta las características vegetativas del vetiver en agua residual.

Por ello se plantea la **hipótesis general:**

HG: La aplicación del vetiver relacionada con las características de la planta influye significativamente sobre los niveles de contaminación (físicoquímica). se plantean las siguientes **hipótesis específicas:** La aplicación del vetiver relacionada con las características de la planta, reactores influye significativamente sobre el porcentaje de remoción de contaminantes.

II. MARCO TEÓRICO

Parnián y Furze, (2021), utilizaron el método vertical para tratar agua residual empleando el *Vetiveria zizanoides*, la metodología consistió en una bomba pequeña de agua y una válvula para control de flujo, se realizaron 10 repeticiones y la identificación de diferencias significativas se realizó con ANOVA y SPSS versión 16, se sembraron 20 plántulas en un tubo vertical de 20 cm de diámetro 150 cm de altura, con ingreso de agua residual en diferentes caudales (60, 80, 100 y 160 L/día), para evaluar la capacidad remediadora del vetiver se evaluaron los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), nitratos (NO_3), conductividad eléctrica (CE), mostrando porcentajes de reducción máxima y mínima, en caudales de 60 y 160 L/día, para DBO_5 redujo 78.47 % y 67.36 %; mientras para NO_3 eliminaron en 90.53 % y 36.41%, las plantas del vetiver crecieron con éxito en el sistema hidropónico, incluso hasta después del tratamiento, aumentando la tasa de flujo del agua residual, concluyen que el rendimiento de fitorremediación disminuyó evidenciando que es un buen agente para tratar aguas residuales.

Por su parte Mahmoudpour, et al., (2021) evaluaron el potencial del pasto *Vetiver zizanoides* en la eliminación de metales pesados en el tratamiento del agua contaminado de ríos en Kurdistán, Irán, la metodología consistió en hacer 3 pilotos utilizando contenedores de polietileno de 126 litros, el primer contenedor contiene 12 plantas flotantes más la adición de aguas residuales y no aireadas, el segundo también contiene 12 plantas con aguas residuales diluidas y aireadas y el tercero 12 plantas con aguas residuales concentradas y sin aireación), se evaluaron en 7 ensayos por contenedor durante un mes, analizando 21 muestras, midieron los parámetros de potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, nitrógeno total, fósforo total y carbono orgánico disuelto, obteniendo resultados en la eliminación de concentraciones, donde la tasa de minimización más baja se relacionó con el contenedor que contenía agua residual no aireada (93%), en fósforo total mayor porcentaje de remoción se dio en el recipiente con agua residual aireada (66%) la tasa más baja de reducción (42%) y se relaciona con el contenedor que contiene agua residual no aireada.

También Puspito, et al., (2021), evaluaron la absorción y eliminación de traza de metales pesados usando *vetiver zizanoïdes* para tratar el agua residual de una industria de galvanoplastia que generan metales pesados en Indonesia, para tabular los resultados emplearon en Microsoft Excel y la prueba T, independientemente del análisis estadístico ($p < 0.05$) se realizó con el software IBM SPSS Statistics v.16. las evaluaciones lo realizaron periódicamente lo que ayudó a determinar la acumulación y eliminación de metales, los resultados demostraron que el pasto es eficiente para eliminar contaminantes, mostrando eliminación del 61.10 % de cromo y 95.65 % de Níquel, también indica que la mayor tasa de absorción fue de 127.21 mg/kg/día tanto para Cromo y Níquel, finalmente concluyeron que el *Vetiver zizanoïdes* es un buen agente fitorremediador lo que hace importante el tratamiento de agua residual de origen industria o de procesos productivos.

Así mismo, Ngilangil y Quinquito (2020), determinaron la efectividad del *Vetiver zizanoïdes* en la depuración de aguas residuales porcinas en Filipinas, la metodología consiste en utilizar bidones de plásticos en donde sembraron la especie vetiver para su respectivo tratamiento, en 5 semanas, evaluaron la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), nitrato, fosforo, sólidos totales suspendidos, potencial de hidrógeno y características de la especie vetiver, los resultados demuestran la eficacia del *Vetiver zizanoïdes*, para DBO_5 eliminó concentraciones en 96.85%, para nitrato 96.51 %, en fosforo (55.92 %), Sólidos Totales Suspendidos (65.01 %), y para las características de las plantas crecieron entre 20 cm a 33.83 cm aproximadamente durante el periodo de tratamiento, por su parte las raíces también aumentaron de 10 cm a 36.83 cm. Concluye que la especie es capaz de adaptarse al agua porcina resultando efectivo en la purificación de aguas residuales, existe mayor remoción de nitratos y demanda bioquímica de oxígeno, fósforo y sólidos suspendidos es moderado, absorbe contaminantes haciendo más limpia las aguas residuales porcinas..

Del mismo modo Hernández et al., (2020) en su investigación menciona que la especie del vetiver puede eliminar diversos contaminantes del agua entre ellos, fosforo, nitrógeno, y algunos metales pesados, la metodología se basó

en fases, la primera se hizo un diagnóstico del proceso de producción de hidrocarburos, segundo se investigó la técnica del proceso de fitorremediación empleando Vetiver, la tercera se seleccionaron alternativas de tratamiento, también menciona que es una técnica barata y eficiente; demostró que disminuye contaminantes considerablemente, fósforo total de 10 mg/L a 1 mg/L (90 %), Coliformes termotolerantes ≥ 1.600 NMP/100 ml a 900 NMP /100 ml (44 %); E. Coli de ≥ 1.600 NMP /100 ml a 140 NMP/100 ml (91 %); Oxígeno disuelto de < 1 mg/L a 8 mg/L (>800) y nitrógeno de 100 mg/l bajó a 6 mg/l (94 % de eficiencia), según norma colombiana en referencia al tratamiento y disposición final de aguas de producción (Decreto 1594/84) es positiva, ya que el vetiver es una solución alterna confiable para afrontar la problemática de contaminación de cuerpos de aguas superficiales.

De la misma manera Giang, et al., (2020), evaluaron los efectos de la aplicación del pasto vetiver en purificación de aguas residuales del canal Van Thanh, Vietnam, la metodología fue un modelo de drenaje hidrostático de flujo subterráneo vertical empleando contenedores, con un largo de 0.66 m x 0.46 metros de ancho y 0.21 metros de alto, el modelo constaba de 3 macetas, se dividió en 3 tratamientos, el primer estuvo compuesta con grava, tratamiento 2 con arena y el tercero combinados por arena y grava, los resultados después del tratamiento para Fosfato (91.34 %), Nitrógeno Amoniacal (NH_4^+) 96.67 %, Carbono orgánico disuelto (COD) 80 %, indicando que el vetiver tiene alta capacidad para purificar el agua residual del canal donde purifica el agua y restaura la vegetación, el modelo tuvo una eficiencia alta en el tratamiento de fósforo y nitrógeno, donde el NH_4^+ en promedio tiene una eficiencia superior al 96%, PO_4^{3-} superior al 94% y DQO más de 80%, este sistema relativamente tiene costos bajos de inversión y operación.

Así mismo Angassa, et al., (2019), evaluaron el efecto de la tasa hidráulica y del *Vetiver zizanooides* sobre el desempeño de la remoción orgánica del sistema de humedales en Kaliti, Etiopía, la metodología se inició con la construcción a escala piloto de humedales con dimensiones 3.5 m x 1 m x

0.6 m y se tapó con polietileno, consta de dos tanques de sedimentación de 1 m³, en una de ellos se sembró el vetiver y la otra quedó sin sembrar, este diseño piloto se basó en la tasa máxima de DQO, los vetiver se sembraron a una distancia de 20 y 25 cm entre hileras y una densidad de 20 plantas. El análisis de datos se realizó en SPSS versión 24, la muestra t fue utilizado con un intervalo de confianza del 95% para la prueba estadística de diferencia significativa ($p < 0.05$), los valores de remoción de carga orgánica y nutrientes fue eficiente, para carga orgánica del oxígeno disuelto disminuyó de (95 % a 90.8 %), Nitrógeno total (95.2 % a 86.8 %), y Fosforo total de (95.2 % a 88.5 %), con respecto a la biomasa del vetiver osciló entre 10,1 y 10.3 kg, por lo tanto concluye que la aplicación del vetiver es capaz para eliminar materia orgánica y nutrientes del agua residual o cualquier otro contaminante.

Kiungu, et al., (2019), evaluaron el potencial del pasto *Vetiver* como tecnología de fitorremediación para minimizar contaminantes en agua residual de tal forma minimizar la carga de concentraciones en los cuerpos de agua de Bombasa, Kenia, la metodología consistió en recolectar 90 litros de aguas residuales para el primer experimento y para el segundo 200 litros, las aguas residuales fueron vertidas en cada uno de los 12 contenedores de plásticos de 5 litros de capacidad, los tratamiento se realizaron 3 veces con 500 ml de volumen muestreado para el análisis químico a los 7, 14, 21 y 28 días, posterior a ello se recolectaron muestras en recipientes y procedieron a sembrar vetiver, la recolección de muestras lo realizaron pre tratamiento encontrando valores para demanda química de oxígeno (1440 mg/L), demanda bioquímica de oxígeno (75 mg/L), Nitratos (775 mg/L), Fosfatos (25 mg/L) y Solidos totales disueltos (1432 mg/L), resultados que sobrepasaban los niveles máximos de contaminación, mientras tanto post tratamiento se evidenció la eficiencia del pasto vetiver y redujeron al Nitrato (89.76 %), Fosfatos (85.6 %), DQO (84.51 %), DBO5 (69.33 %) y para Oxígeno disuelto (16.76 %), por lo que concluye que la especie vetiver es eficiente para reducir contaminantes fisicoquímicos presentes en un cuerpo de agua.

Mientras tanto, Almeida *et al.*, (2019), determinaron el potencial del *Vetiver zizanooides* y el *Oriza sativa* para eliminar sustancias orgánicas en humedales construidos en Polonia, en la metodología se construyeron dos humedales a escala piloto con áreas de 0.2 m² x 0.70 m² de profundidad cada uno relleno con material arcilloso, se utilizó una densidad de 120 y 130 plantas, las soluciones acuosas fueron homogenizadas a través de una bomba sumergible, los resultados se verificaron por medio de la estadística 8.0 (StatSoft EEUU), las diferencias en la calidad de aguas residuales entre afluentes y efluentes se determinaron usando ANOVA a nivel de significancia $p < 0.05$ y la prueba de Turkey para determinación de diferencias entre medias de variables específicas, emplearon la técnica del sistema de humedales con flujo vertical, construyendo 2 camas para el tratamiento, se evaluó 22 semanas, encontrando mayor tasa de remoción en la cama 1 con respecto al Nitrato (NO₃⁻) con 42 % y para DQO con 55 %, mientras tanto en cama 2 para NO₃⁻ en 43 %, concluye que el más eficaz fue el *Vetiver zizanooides* ya que tiene potencial fitorremediador para nitrógeno y sustancias orgánicas.

Al mismo tiempo Worku, et al. (2018), evaluaron la capacidad de Biorremediación del pasto vetiver utilizando la técnica de hidroponía para eliminar materia orgánica y cargas de nutrientes de aguas residuales de cervecería en Etiopía, la metodología fue unidades hidropónicas, con un depósito de almacenamiento y decantación de 1 m³ y un depósito de distribución de 1.5 m³, dimensiones de 2 m largo x 0.75 m ancho x 0.65 m profundidad, los vetiver se podaron a 20 cm para reducir la transpiración (hojas y tallos) y 10 cm para raíces, el agua residual se mezcló con una dilución de agua de grifo al 75% gradualmente, los análisis de datos se realizó a través de SPSS Statistics Package 24 y Microsoft Excel utilizando el método de ANOVA. Se registraron eliminación de demanda bioquímica de oxígeno de hasta 73 % y demanda química de oxígeno hasta 58 % sin ningún cambio significativo ($p > 0.05$), por lo que la eficiencia de remoción para DBO₅ (47.73%) y DQO (35.58%), durante el tiempo que tardó la experimentación se notó que las concentraciones de salida de DBO₅ y DQO sembradas con vetiver eran menores que de las unidades sin sembrar, lo que muestra de

manera contundente el efecto beneficioso del vetiver para tratar aguas residuales.

Seroja, et al., (2018) menciona que la industria de tofu no tiene instalaciones para tratar el agua residual que generan ya que estos contienen altas concentraciones de carga orgánica el objetivo fue analizar la capacidad del *Vetiver zizanooides* añadiendo el Zeliac como absorbente, el tratamiento fue 15 días, el pasto fue recolectado por edades de 10 a 15 cm de altura, aclimatando durante 7 días, el contenedor contenían 20 L de agua de tofu, antes del tratamiento el agua residual presentó características que sobrepasaron los estándares de calidad, mostrando valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) 5759 mg/L, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) 580 mg/L, Solidos Totales Suspendidos (SST) 552 mg/L y con pH de 3.9, después de los 15 días de tratamiento las concentraciones disminuyeron en un 76 % para DQO, 71.78 % en DBO₅ y finalmente un 75.28 % de SST, evidenciando que el Vetiver tuvo capacidad para remover contaminantes.

Ramírez, Juan. D. (2018), evaluaron la eficiencia de remoción del Vetiver y la Elefanta para caracterización de humedales artificiales para tratar el agua residual en Colombia, la metodología empleada fue construcción de 12 pilotos de 30 cm de largo, 20 cm ancho y 30 cm altura, en cada uno se agregaron 4 litros de agua, la determinación del potencial de hidrógeno y temperatura fue en campo en el efluente, el parámetro de DQO para todos los pilotos disminuyó, se estima la tasa de eficiencia de remoción superior al 60%, el promedio más bajo de DQO se muestra con la Elefanta en el efluente con 116.57 ± 28.45 ppm O₂ y una eficiencia de remoción de 73.82%, seguido por el Papiro japonés de 138.23 ± 30.72 ppm O₂ y eficiencia de 73.82%, vetiver de 181.59 ± 34.09 ppm O₂ y eficiencia de 65.61% y la muestra testigo en el efluente de 368.16 ± 45.61 ppm O₂ y eficiencia de 30.27%, concluyendo que el vetiver tiene limitado potencial para tratar aguas residuales bajo condiciones de entornos que se deben regular, se observó que no toleran grandes humedades, presentan bajo crecimiento y la porosidad del sistema radicular no es muy alto en comparación con la Elefanta y el Papiro.

Por otro lado, Rojas y Parihuman, (2018), evaluó la eficiencia del pasto vetiver para tratar aguas residuales en Cajamarca, Perú, la metodología fue seleccionar los vetiver de 20 cm de alto con raíces de no más de 5 cm, se sembró a 25 cm se regaron durante 15 días primero con agua normal y luego con agua residual con la finalidad de adaptación, se excavo el humedal con dimensiones de 100 cm de largo x 80 cm ancho y 50 cm de profundidad y con una capacidad de 50 litros, se evaluaron parámetros de aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), Sólidos totales suspendidos, potencial de hidrógeno, Turbidez, y Coliformes termotolerantes, el monitoreo fue cada 10 días en 2 meses, obteniendo resultados en aceites y grasas (88.89 %), DBO₅ (83.89 %), DQO (72.97 %), SST (95.51 %), turbidez (99.53 %), y para coliformes termotolerantes (99.99%), por lo que menciona que se puede corroborar la eficiencia de la especie, los resultados están por debajo de los LMP, concluyendo que el vetiver es eficiente al remover contaminantes del agua residual.

También Panja, et al., (2018), en su investigación utilizó el pasto vetiver para el tratamiento de sus aguas residuales de la industria de municiones en Estados Unidos, metodología recolectaron los pastos y posteriormente se lavaron con agua desionizada para centrifugarlas a 3000 rpm por espacio de 10 minutos y los que sobraron fueron filtrados con 0.45 mm de filtros de jeringa, se analizó por HPLC-ESI-MS, los datos estadísticos empleados fue JMP IN versión 11.0 se realizaron pruebas Q para la eliminación de posibles valores atípicos con un intervalo de confianza del 95%, los valores medios con desviación estándar de Turkey y la prueba de diferencia significativa, el *vetiver* eliminó concentraciones de Dinitroanisol (DNAN) en 96 %, Nitroguanidina (NQ) en 79 %, y la Triazina (RDX) en 100 %, lo que significa que más del 95 % de Nitrato fueron removidos.

Tambunan, et al., (2018), tuvo como objetivo evaluar la capacidad de *Chrysopogon zizanioides* para reducir las concentraciones de cromo y mejorar los parámetros de calidad del agua (Amoníaco, DBO y DQO) y analizar el crecimiento de *Chrysopogon zizanioides* L. En composición al

50% de aguas residuales, la eficiencia de eliminación de cromo fue del 40 %, la DBO fue de 98.47 %, la DQO fue 89.05 % y la tasa de crecimiento relativa(RGR) de plantas fue 0.002 ± 0.00 , y el número de plantas vivas fue nueve (50%), los resultados demostraron que el 50% de las aguas residuales batik pueden ser tratadas por *Chrysopogon zizanioides* L. en fitorremediación.

Mientras tanto, Udoma et al., (2018) en su investigación para tratar agua residual de cerdos emplearon la técnica de fitorremediación en lo cual sembraron plantas macrofitas de la especie *Vetiver zizanioides*, para evaluar la calidad de afluentes tomaron muestras al azar, el tratamiento realizó 7 meses empleando 3 celdas de control, obteniendo resultados en la eficiencia de remoción, para DBO5 (66.53 %, 64.95 % y 60.27 %) , para DQO (44.85 %, 41.61 % y 36.37 %), para sólidos totales disueltos (63.61 %, 58.27 %, y 52.88 %), Nitrogeno total (62.49 %, 58.89 %, 50.14 %), finalmente para Fosforo total (48.53 %, 44.91 %, 41.27 %), concluyen que el tratamiento de agua residual de granjas porcinos con vetiver son alternativa eficientes por ser una tecnología potencial.

Astuti, et al., (2018), en su investigación utilizaron la fitorremediación para eliminar los contaminantes mediante el uso del *Vetiver zizanioides* en el tratamiento de aguas residuales de lavado de autos, se observó características del crecimiento del pasto y su capacidad de remoción contaminantes, el tratamiento lo realizaron en 3 repeticiones, se plantaron tallos de Vetiver por medio de hidroponía, los resultados evidenciaron al vetiver con capacidad de adaptarse en medios contaminantes durante 70 días, donde la generación de plantas para el tallo alcanzó de 70.1 % a 81.8 %, en las hojas de 60.6 % a 75.8 % y las raíces en 71.7 % y 78.5 %; también evidenciaron la remoción de contaminantes del Nitrógeno (78.5 % y 57.9 %), Fosforo (83.5 % y 69 %), DQO (76 % , 65.3 %), DBO (68.6 % y 64.8 %), fenol (98.6 % , 95.8%), Plomo (73.3 % , 61.5 %), y zinc (88.5 % y 82.8 %).

Teorías relacionadas al tema. Fitorremediación es una técnica de purificación, utilizando plantas macrófitas de tal manera se aprovecha la capacidad de los tallos y raíces para eliminar o disminuir contaminantes, las

plantas son utilizadas como filtros biológicos que degradan las impurezas, (Granados 2018).

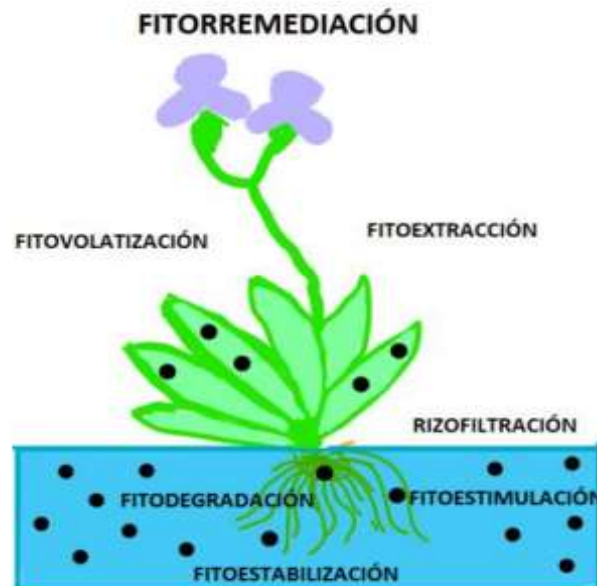


Figura N° 1: Proceso de fitorremediación. **Fuente:** (Granados 2018).

Aguas residuales son provenientes del uso industrial y doméstico, sus características cada vez vienen modificándose por la actividad antropogénica, entonces para mejorar su calidad es recomendable tratarlos antes de ser vertidos en los cuerpos receptores (OEFA, 2018). La **contaminación del agua** es aquella que presenta alteraciones que muchas veces se vuelve peligrosa para el consumo de las personas, a causa de las industrias básicamente en el sector alimenticio que es el sector que más contamina (UNESCO, 2018). **Contaminación del agua por las industrias porcinas**, presentan gran cantidad de concentraciones de contaminantes esto depende del tamaño de la industria, proceso de producción y manejo del recurso agua (Garzón, 2019).

La **producción de la carne de cerdo** tiene un impacto mayor en el país de china siendo los principales productores, en el año 2016 alcanzó un total de 109.3x106 toneladas en producción, la industria porcina además de generar empleo y gran impacto económico, también genera problemas ambientales

por el manejo inadecuado de sus residuos a su vez estos desperdicios son descargados y muchas veces vertidos al ambiente sin ningún tipo de tratamiento (Álvarez, 2019). **Pasto *Vetiver zizanoides***, la tecnología al utilizar la especie vetiver para el tratamiento de agua residual y lixiviados son comprobados que es un potencial fitorremediador, además de que puede sobrevivir en condiciones de hasta 14°C a 55°C, por lo que la raíz de la especie es eficiente al absorber los contaminantes (Darajeh et al., 2019).



Figura N° 2: Tecnología de fitorremediación con pasto *Vetiver zizanoides*.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Características del pasto vetiver, pertenece a la familia de gramíneas del maíz, caña de azúcar, es una planta que puede crecer de 2 m de altura a una profundidad de 3 m en el suelo, es una planta que se adapta a diferentes condiciones, que se utiliza para biorremediación (Darajeh et al., 2019).

Tallo y hojas.

- Usado como paja para techos.
- Aceite esencial y producción de artesanías.
- Usado como material para cocinar cuando está seco.
- Usados para perfume por ser aromáticos.
- Alimentación para el ganado, abono para el terreno.

Raíces.

- Estabilización de suelo, control de la erosión y retención de aguas subterráneas.
- Remueve nitratos, fosfatos y metales pesados contaminantes.
- Tolerantes a terrenos con pH bajos y altos, salinidad y metales pesados.
- Resistentes a sequías.
- Almacenamiento de carbono.

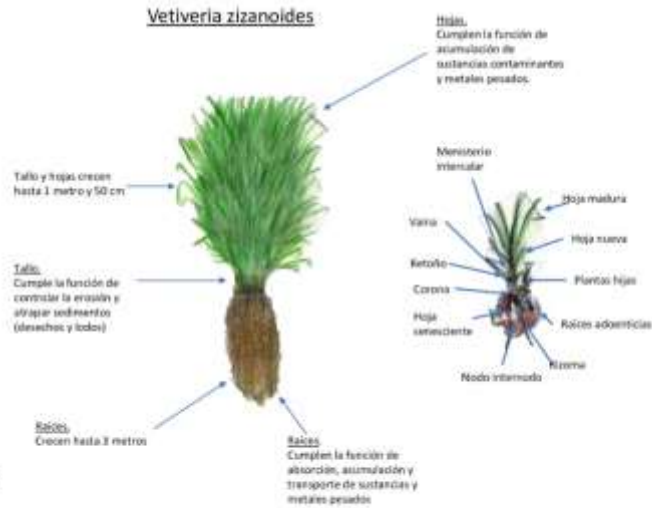


Figura N° 3: Características del pasto *Vetiver zizanioides*.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores.

Tabla N° 1: Taxonomía del pasto *vetiver zizanioides*.

Nombre científico	<i>V. zizanioides</i>
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Vetiveria
Especie	<i>C.zizanioides</i>

Fuente: (Darajeh et al., 2019).

Eficiencia del pasto vetiver en aguas residuales industriales, afirman que la especie de *Vetiver zizanioides* es una de las macrófitas detoxificante, eficiente en la remoción de concentraciones de contaminantes en aguas residuales municipales, urbanas, industriales, etc., además de ser una tecnología factible y económico (Rojas y Purihuamán, 2018).

El **Sistema del vetiver para la protección ambiental** consta en aplicar el pasto del *Vetiver zizanoides* en los espacios contaminados lo que permite la eliminación de las concentraciones de contaminantes por tener la capacidad de absorber y tolerar grandes sustancias peligrosas, además de que las raíces de la especie controlan la erosión de los suelos (Truong, 2019). **Aplicación de la especie vetiver.** Se utiliza para conservar el agua y suelo para proteger las erosiones del suelo como también la escorrentía lo que afecta considerablemente al ambiente (Truong, 2019).



Figura N° 4: Posas de oxidación con pasto vetiver.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Microorganismos eficientes. Comprende gran variedad microbiana representada por bacterias ácido lácticas, levaduras, bacterias fotosintéticas y hongos filamentosos con capacidad fermentativa, los microorganismos eficientes favorecen en la agricultura por permitir su germinación de semillas, aumentando el crecimiento y desarrollo de las plantas, de tal manera garantiza su buena producción, también incrementa la fertilidad de los suelos, por otro lado, reduce el tiempo de maduración de abonos orgánicos (Morocho y Leiva, 2019)

Microorganismos eficientes y el medio ambiente. Los microorganismos tienen una tecnología muy amplia en su aplicación lo que significa que es eficiente para la solución de problemas ambientales, así como para tratar el

agua residual, tratamiento de residuos sólidos, baños secos, aplicación en los agujeros de residuos urbanos (Morocho y Leiva, 2019).

Por otro lado, estos organismos eficientes al entrar en contacto con el material orgánico expulsan sustancias muy beneficiosas, así como ácidos orgánicos, vitaminas, antioxidantes (Morocho y Leiva, 2019).

Composición microbiológica del EM. Algunos microorganismos presentes en el EM son las **Bacterias ácido lácticas:** los producen ácido láctico y carbohidratos producidos por bacterias fototrópicas, es un compuesto que interviene microorganismos nocivos y facilita la degradación de la materia orgánica por lo que el EM reduce el periodo del compostaje (Morocho y Leiva, 2019). Las **Bacterias fotosintéticas:** estas bacterias fijan CO₂ y nitrógeno de tal manera sintetizan moléculas orgánicas como los aminoácidos, compuestos bioactivos, azúcares y ácidos nucleicos, por lo que tienen la capacidad de neutralizar olores fétidos y prevenir los mismos en ácidos orgánicos que no producen mal olor (Morocho y Leiva, 2019). Los **Actinomicetos:** estos microorganismos son rival de las bacterias y hongos patógenos porque producen antibióticos de los azúcares y aminoácidos producto de la materia orgánica y bacterias fotosintéticas (Morocho y Leiva, 2019). Las **Levaduras:** son requeridas para el crecimiento de las plantas porque producen aminoácidos secretados por las raíces de las plantas y materia orgánica, además, las hormonas y enzimas producidas por la levadura son útiles para la producción del EM (Morocho y Leiva, 2019).

Los **Hongos de fermentación:** llamados también *Aspergillus oryzae*, son muy útiles para la descomposición de la materia orgánica a su vez producen sustancias antimicrobianas lo que es favorable porque se previene la aparición de insectos y olores fétidos (Morocho y Leiva, 2019). **Microorganismos eficientes y su uso en agua residual.** Los microorganismos eficientes son también favorables para eliminar los malos olores de las aguas servidas, lo que se recomienda es aplicar 1 Lt de EM a cada 1000 Lt de agua a tratar (Morocho y Leiva, 2019). Después de haber aplicado se debe esperar un tiempo para obtener resultados, para el tratamiento de estas aguas residuales se considera

que reducen las concentraciones de DQO y DBO además de disminuir el volumen de lodos (Morocho y Leiva, 2019).

Parámetros en la evaluación del agua residual porcino. El pH es un parámetro de medida que sirve para evaluar el nivel de acidez de una solución (Gonzales, 2021). La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) es aquella proporción de oxígeno que se consume en la oxidación mediante oxidantes químicos de los constituyentes orgánicos del agua, por otro lado, el grado de oxidación depende del tipo de sustancias presentes (Tiburcio,2019). La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos, también se menciona que a mayor cantidad de DQO más contaminada es el agua (Carmo, 2021). Los sólidos Totales Suspendidos (SST) son aquellos solidos que se retienen en filtros de 0,45 µm, se utilizan para evaluar la calidad del agua después de realizar el tratamiento (Carmo, 2021). La Temperatura (T) es la medida que no ayudará a medir el calor del cuerpo de agua, es importante porque ayuda a determinar la calidad del agua evidenciando la presencia organismos, además de que ayuda a ver las variaciones en los metabolismos (Tiburcio,2019). Los sólidos Disueltos Totales (SDT) son medidas de la materia presentes en las muestras de agua, es un parámetro importante ya que es un buen indicador de la calidad del agua, cuando existe mucha presencia de SDT el agua pierde el sabor (Ortiz, 2019).

Tabla N° 2: Valores encontrados en agua residual porcino.

Parámetros	valor unidad	Factor de carga
SST	mg/L	783.3
SDT	mg/L	864.8
DBO5	mg/L	29.55
DQO	mg/L	40847
SO4	mg/L	18
TKN	mg/L	0.438
NH4	mg/L	2011.968
NO3	mg/L	<0.05
PO4	mg/L	200.873
pH	Unidad	7.1
T°	°C	24.8

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022. Resultados de laboratorio de muestra testigo (Informe de ensayo N° IE-22-2882)

Las plantas del **pasto vetiver zizanoïdes** que se utilizaron contaron con ciertas **Características** para evidenciar su capacidad de fitorremediación y puedan adaptarse a los contaminantes, la especie fue adquirido del mismo terreno de la granja porcicola con la autorización del ingeniero encargado, se colectaron 270 plantas para ser distribuidas en 3 pozas de oxidación (90 plantas/ poza), las plantas estuvieron plantados durante un periodo de 3 a 4 meses, estaban compuestos por tallos y hojas con 20 cm de altura, con cobertura de pequeñas cantidades de raíces (10 cm), teniendo en cuenta estas características de la edad, tamaño y cobertura las especies se sembraron en las pozas de oxidación situado en una plancha de tecnopor con hoyos de 15 cm de distancia y profundidad de 5 cm (Purihuamán y Rojas, 2018). También se tuvo en cuenta las **Características de los reactores**, se construyeron (pozas de oxidación), los mismos que fueron excavados con medidas de 2.5 m de largo, 1 m de ancho y 0.80 m de altura, con profundidad de Volumen real de 1800 L y Volumen específico de 1500 L lo cual se consideró para el tratamiento, las pozas estuvieron cubiertas con plásticos de polietileno (Purihuamán y Rojas, 2018).

Según, Purihuamán y Rojas, (2018), las cargas de la **materia orgánica** contenida en los afluentes del agua residual de origen porcino se presentan en forma de compuestos químicos lo cual se caracterizan por Sólidos totales Suspendidos (SST), Sólidos totales disueltos (STD), Sulfatos (SO₄), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Nitrógeno Total (TKN), Nitrógeno Amoniacal (NH⁺₄), Nitrato (NO⁻₃), Fosfato (PO₄³⁻), estos resultados fueron enviados al laboratorio acreditado para ser calculados.

Para Purihuamán y Rojas, (2018), El **Tiempo de retención Hidráulica** es el tiempo que tarda una unidad dentro de un recipiente, en este caso se refiere al tiempo que tardan los agentes fisicoquímicos en las pozas, se calcula con la siguiente formula:

Ecuación 1:

$$t = \frac{LWyn}{Q}$$

Dónde:

L: Largo de las pozas (m)

W: Ancho de la poza (m)

y: Profundidad de la poza

n: espacio disponible para el flujo del agua

Q: Caudal (m³/día)

Para Rojas y Purihuamán (2018), la **Eficiencia de remoción** es la concentración de contaminantes existentes de un determinado sistema de tratamiento de aguas residuales, lo cual se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 3:

$$\% \text{Remoción} = \frac{CF - CI}{CI} \times 100$$

Dónde:

CF: Concentración final

CI: concentración Inicial

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo al, Sampieri & Mendoza, (2018), menciona que una investigación es aplicada cuando es encaminada por medio de la investigación científico ya sean metodologías o tecnologías, es por ello que el presente estudio es de tipo aplicada, en vista de que empleamos técnicas para tratar el agua residual utilizando el pasto vetiver.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es de diseño experimental, Sampieri & Mendoza, (2018), debido a que se tuvo que intervenir a la variable independiente, es decir que se utilizó la especie macrófita (vetiver) y 3 concentraciones de EM (7%, 5% y 3%) la cual consistió en aplicar concentraciones en 3 tratamientos , cada unidad experimental está representada por posas de 1500 L de agua residual porcino, para luego tomar muestras del tratamiento y evaluar los parámetros físico-químicos, además de evaluar el potencial remediador de la especie (Díaz, *et al.* 2018).

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Variable independiente

- Aplicación del vetiver

Variable dependiente

- Tratamiento de aguas residuales

3.2.2. Operacionalización

Tabla N° 3: Matriz de operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Aplicación del vetiver	El uso potencial de las diferentes especies macrófitas con potencia de concentrar contaminantes es fundamental y viable desde el punto de vista ambiental; también se debe considerar la rápida capacidad que tienen para absorber lo cual permite acelerar la recuperación y estabilizar al contaminante, (YUFRA,2018).	Se realizarán monitoreos periódicos de los parámetros para evaluar su eficiencia de la especie en determinados periodos.	Características de la planta	-Edad -Altura -Cobertura	Ordinal
			Características de los reactores	-Tamaño -Volumen real -Volumen específico -Tiempo de retención Hidráulica	Ordinal
Dependiente: Tratamiento de aguas residuales	Es una técnica de fitorremediación lo cual consiste en utilizar especies vegetales que tienen la capacidad de adsorber concentraciones de contaminantes, además de ello son técnicas de bajo costo, fácil de ejecutar y de ser amigable con el ambiente. La aplicación de esta técnica está basada en las prácticas comunes agroquímicas que buscan llegar al estado óptimo que debe tener el recurso hídrico y suelo (CORDERO, 2019)	El tratamiento de las aguas residuales se hará con la especie <i>Vetiveria zizanooides</i> los cuales tienen gran capacidad para remover contaminantes además por su gran absorción radicular que posee.	Niveles de contaminación (físicoquímicas)	-SST -STD -SO4 -DQO -DBO5 -N total (TKN) -N Amoniacal (NH4) -Nitrato (NO3) -Fosfato (PO4 ³⁻) -pH -Temperatura	ml ml/L mg pH °C
			Porcentaje de remoción	-Concentraciones finales -Porcentaje de eliminación	%

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Los autores indican que la población es la asociación de eventos similares, lo cual permite verificar la eficiencia de la planta utilizada en aguas residuales (Arias y Sánchez, 2018).

Por lo tanto, la población en el presente trabajo de investigación fue de 270 plantas de la especie de *Vetiveria zizanoides* los cuales fueron distribuidos en 3 pozas (90 plantas / poza con medidas de 2.5 m de largo, 1 m de ancho y 0.80 m de altura), además se utilizó 1500 Lt de agua residual porcícola en cada poza.

3.3.2. Muestra

Herramienta de la investigación científica con propósito de determinar parte de la población a estudiar (Hernández, 2019). Por lo tanto, la muestra está compuesto por un total de 270 plantas, 4500 Lt de agua residual porcícola y 3 pozas. Luego se realizó la toma de muestras durante los 3 meses de tratamiento, en cada poza se ubicó 2 puntos de muestreo, en la primera poza se tomó muestras cada 5 días (15 mediciones), en la segunda poza cada 10 días (7 mediciones) y en la tercera poza cada 15 días (5 mediciones), lo que representa un total de 54 mediciones.

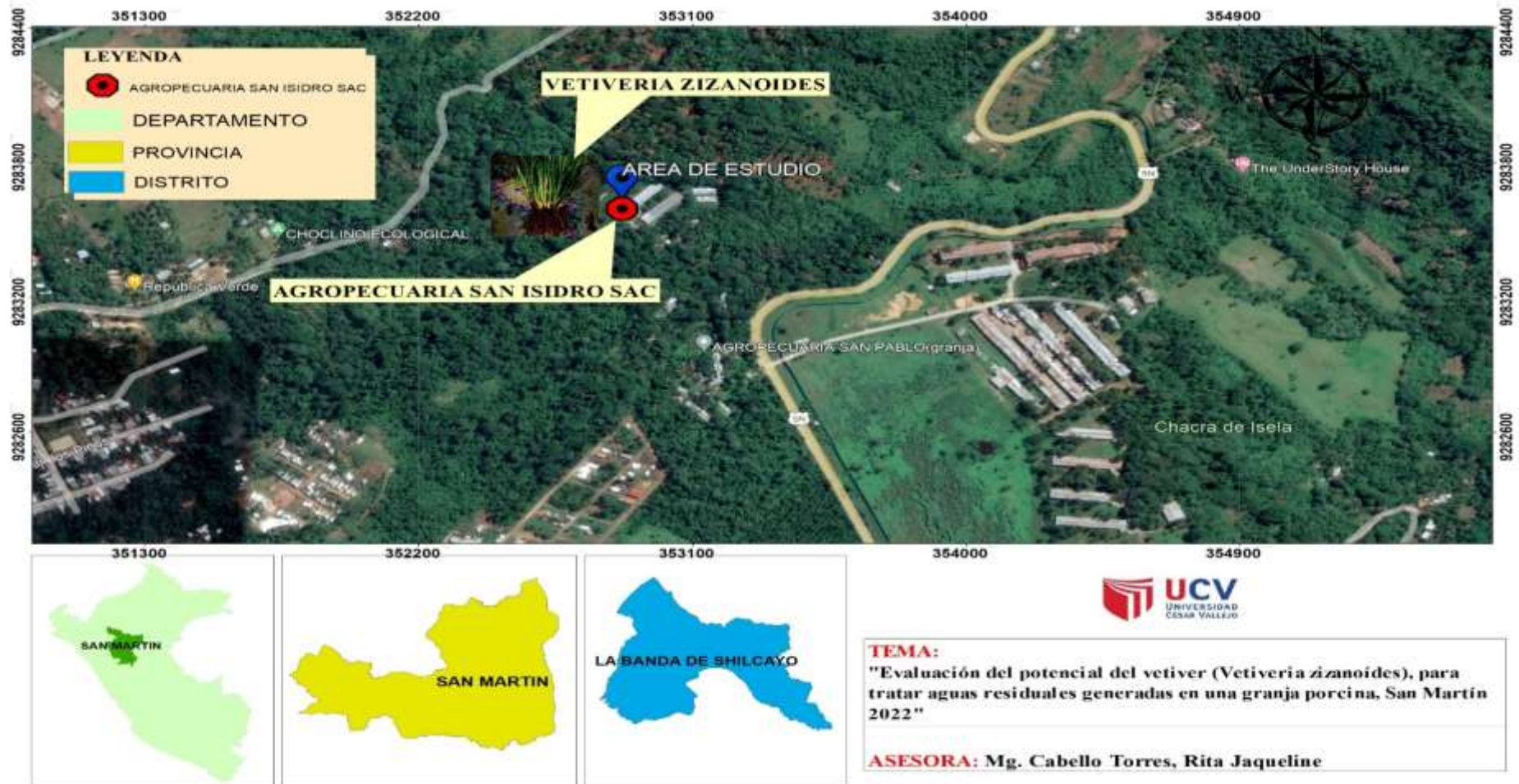
3.3.3. Muestreo

Es un instrumento de la indagación científica que tiene como propósito determinar parte de la población a estudiar, (Hernández, 2019). Es por ello que la investigación es probabilística, el cual se tomó muestras iniciales de todos los parámetros, luego se realizó el monitoreo durante un periodo de 3 meses respectivamente postratamiento para evaluar su potencial remediador de la especie y del microorganismo.

Descripción del área de estudio

El presente proyecto de investigación se ejecutó en la provincia de San Martín, en el km 5.5 carretera Tarapoto -Yurimaguas distrito de la Banda de Shilcayo, específico en las instalaciones de la granja agropecuaria San Isidro S.A.C.

Puntos de muestreo



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Según, Dilapides y Molina, (2018), Las técnicas de recolección de datos a utilizar en el presente proyecto son:

- Observación directa
- Descripción
- Toma de muestras
- Análisis a nivel de laboratorio

De tal forma se registraron las variaciones de los resultados de los parámetros y las observaciones que se fueron presentando durante el periodo de tratamiento (Dilapides y Molina, 2018).

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Es una metodología que puede valerse el investigador para concretar su información y llegar al propósito de su investigación (Dilapides y Molina, 2018).



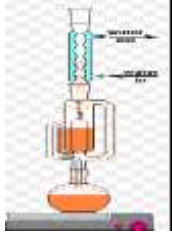
Los instrumentos a utilizar son:

- Ficha de observación, se empleará para recopilar datos en campo, lo que facilitará obtener datos exactos sobre los acontecimientos.
- Cadena de custodia, en donde se especificarán las características y toma de muestras, parámetros entre otras observaciones.

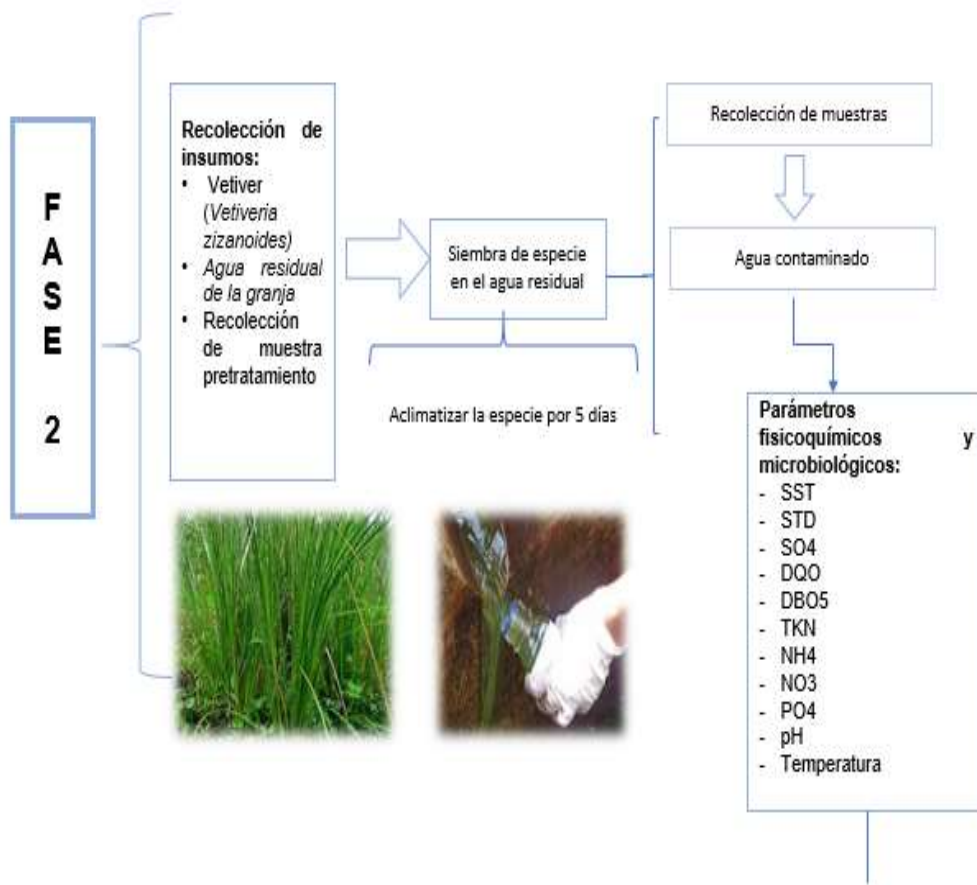
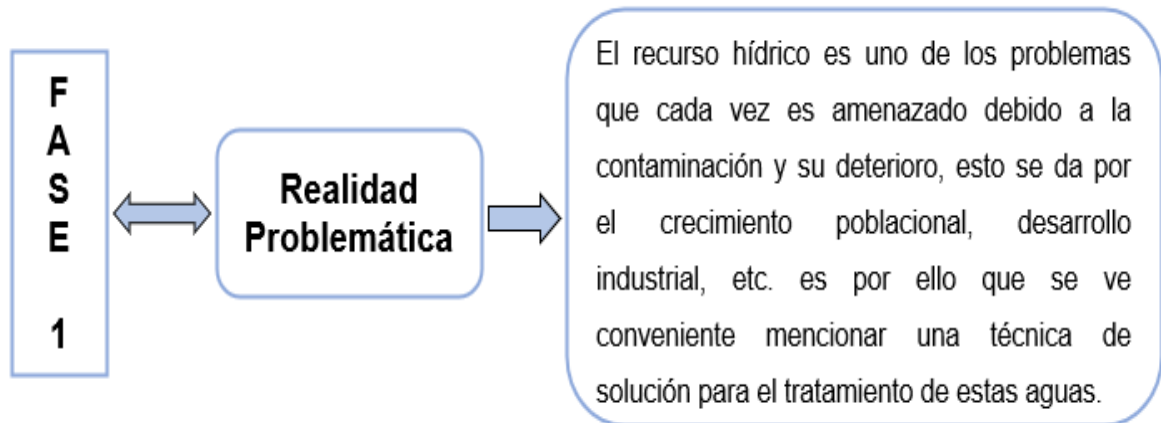
3.4.3. Validez

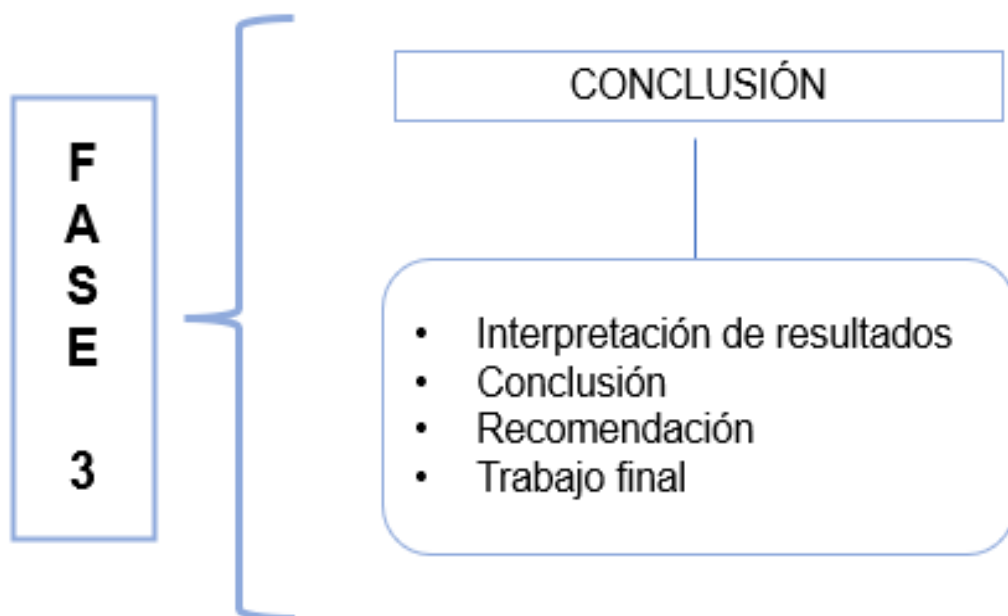
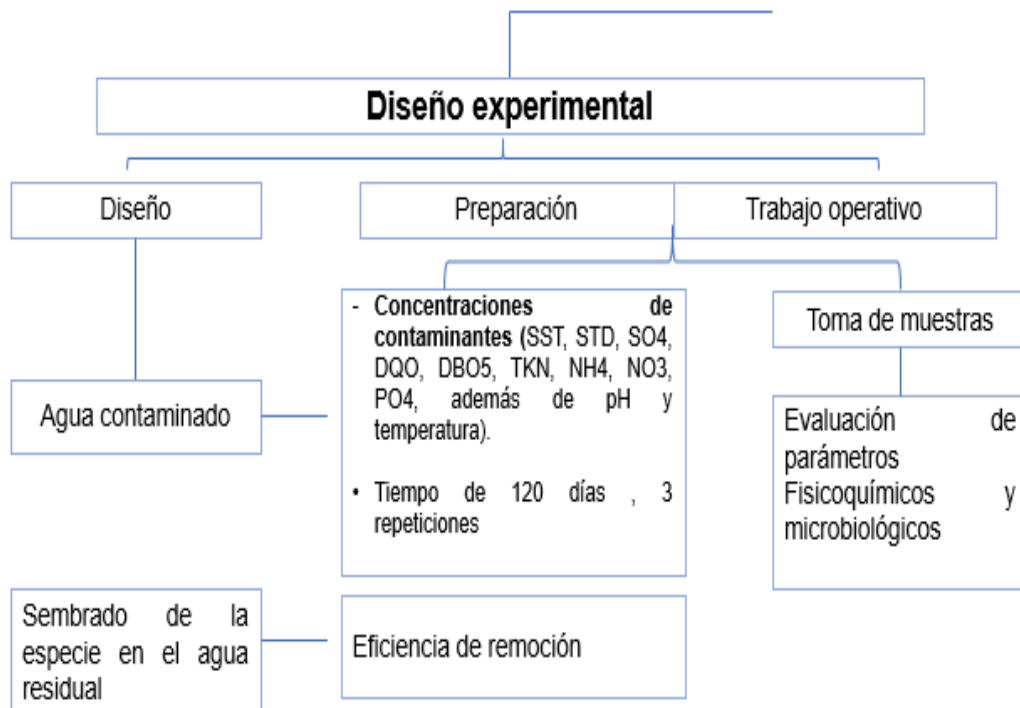
Instrumento que define el grado que se mide un parámetro determinado (Dini, *et al.* 2018). Esta validez hace referencia a la efectividad en la que un instrumento mide, razón por la cual, el investigador debe obtener la validez del instrumento que emplea la investigación (Santos, 2018). Es por ello que los instrumentos serán validados por profesionales expertos en el tema.

Tabla N° 4: Tabla de equipos y materiales

Nombre	Definición	Marca/serie	Imagen
Multiparámetro	Equipo de medición de campo más utilizado para realizar monitoreo de calidad de agua. El equipo mide los parámetros físicos, químicos, como el pH, temperatura, conductividad, etc., al medidor también se le denomina peachímetro, recordar que estas mediciones se realizan en la muestra de agua tomada en campo (Junco, 2022)	Metrológica U-50	
GPS	Sistema de navegación por satélite diseñado para proporcionar la posición, velocidad y tiempo de forma instantánea en la mayor parte de la superficie terrestre, a cualquier hora y bajo cualquier condición climática (Hernández, 2022)	65s	
Equipo extractor Soxhlet	Equipo que se utiliza para determinar la cantidad de grasa, la condensación es gradual y se puede observar en la formación de gotas que caen del refrigerante al sifón (Campos, 2022)	Sin especificar	

3.5. Procedimiento





Sitio experimental

El área de donde se recolectó el agua residual fue de las instalaciones de la granja agropecuaria San Isidro S.A.C, está ubicado en el distrito de la Banda de Shilcayo-San Martín a 900 msnm; además las especies fueron extraídas de un terreno cercano al distrito de Cacatachi-San Martín.


Diseño de las pozas

Se excavaron 3 pozas con medidas de 2.5 m de largo, 1 m de ancho y 0.80 m de altura, también se utilizó plástico polietileno para cubrir la profundidad y poder vaciar el agua residual, además de utilizar plataformas de Tecnopor con hoyuelos cada 15 cm de distancia para que las plantas se acondicionen en las pozas (Worku, *et al*, 2018).

Planta Fito remediadora a utilizar y sus respectivas características

Se utilizó la especie *Vetiver zizanioides* para remediar el agua residual Porcicola, las plántulas fueron extraídas del mismo terreno de la granja porcicola.

Tabla N° 5: Descripción de la especie

Especie	Descripción	Figura
Vetiver zizanioides	<ul style="list-style-type: none">- Familia: Poaceae- Especie C. zizanioides- Genero <i>Chrysopogon</i>	

Fuente: (Worku, *et al*, 2018).

Activación de EM

- ✓ Para activar los microorganismos eficientes se utilizó un recipiente de plástico con cierre hermético, las proporciones que se utilizó fueron las siguientes: 3% de EM, 3 % de melaza y 90% de agua natural. Para activar 200 ml de EM, lo primero que se hizo fue calentar el agua (180 ml) a una temperatura de 35°C – 40 °C, luego en una olla se agregó la melaza (10 ml) y se agregó una pequeña cantidad de agua caliente para diluirlo, una vez mezclado la melaza y el agua se le puso a calentar durante 20 min para mantener la consistencia a una temperatura de 60 °C hasta llegar a los 80 °C, seguidamente en un recipiente se vertió el agua caliente (100 ml), la mezcla de melaza y agua (20 ml), finalmente para el EM (6 ml para 3 %, 10 ml para 5 % y 14 ml para 7 %), para completar el volumen de 200 ml de concentración se agrega agua, luego se cierra herméticamente y se le mantiene durante 7 a 10 días con temperatura de 25 °C y 40 °C. Además, se recomienda abrir al recipiente a los 4 o 5 días para que así puedan escapar los gases que se producen durante la fermentación (Huaraca, 2021)

Diseño experimental y operación del sistema de tratamiento

- ✓ Se construyeron 3 pozas con medidas de 2.5 m de largo, 1 m de ancho y 0.80 m de altura, además se utilizó plástico polietileno para cubrir la profundidad, (Worku, *et al*, 2018).
- ✓ Se recolectaron 4500 L de agua residual de uso porcino de la granja agropecuaria San Isidro S.A.C. ubicado en la provincia de San Martín, en el km 5.5 de la carretera Tarapoto -Yurimaguas distrito de la Banda de Shilcayo, una vez recolectado el agua residual se procedió a vaciar en los pozos (1500 L c/u) respectivamente; además se realizó la toma de muestras respectivas (muestra testigo) en el mes de febrero, las siguientes tomas de muestras se realizaron postratamiento en la primera poza se tomó muestras cada 5 días (15 mediciones), en la segunda poza cada 10 días (7 mediciones) y en la tercera poza cada 15 días (5 mediciones), lo que representa un total de 54 mediciones durante los 3 meses de tratamiento, luego las muestras fueron

enviadas al laboratorio. Para determinar el pH y temperatura, se utilizó el instrumento de nombre multiparámetro (Worku, *et al*, 2018).

- ✓ Se recolectaron 270 plantas para ser colocados en 3 pozas (90 plantas /poza) teniendo en cuenta ciertas características como su tamaño, las hojas deben estar frescas, y extraerlas con cuidado para evitar dañar sus raíces, los cuales fueron lavadas con agua natural para eliminar las impurezas presentes, (Worku, *et al*, 2018).
- ✓ Luego las plantas fueron sembradas en las pozas después de los 5 días de aclimatación en plataformas flotantes de Tecnopor con agujeros de 15 cm x 15 cm de distancia para que las plantas puedan acondicionarse y no exista complicaciones, las plantas se sumergieron 10 cm abajo aproximadamente y se dejó crecer durante un periodo de 3 meses lo que representa el tiempo de tratamiento del agua, al mismo tiempo se realizó la aplicación de EM activado con las siguientes proporciones (7%, 5 %, 3%) para así acelerar la eliminación de las concentraciones de los contaminantes, (Worku, *et al*, 2018).

Aplicación de EM para los tratamientos

- ✓ Después de obtener las soluciones de EM activado en cada concentración, Se pasó a aplicar en cada poza conteniendo 1500 Lt de agua residual porcino (Worku, *et al*, 2018).

Tabla N° 6: *Diseño de los tratamientos (T0-T3) de aplicación de EM activado en las pozas de agua residual porcino*

N° DE POZAS	TRATAMIENTOS	CONCENTRACIÓN	VOLUMEN DE EM EMPLEADO
0	T0	0%	0 L
1	T1	7%	0.70 L
2	T2	5%	0.50 L
3	T3	3%	0.30 L

Fuente: *Elaboración propia de los investigadores, 2022.*

Los tanques azules son sedimentadores de agua residual porcina original que reposaron durante 7 días con un volumen de 500 L por tanque, la sedimentación se realizó desde la fecha 20 al 27 del mes de febrero,

cumpliendo los 7 días de sedimentación al iniciar el día siguiente 28 de febrero se procedió a cortar el hule doble de 5m de ancho por 5m de largo para que el agua residual no se filtre en el suelo y colocarlo en toda en área cagada de las pozas, y antes de eso habiendo elaborado un pequeño muro de concreto de 10cm de ancho x 8cm de alto para las lluvias y así no entre líquido ajeno al agua residual en las pozas, después de colocar el hule procedimos a vértir el agua residual sedimentada alternándola con agua de caño después en las siguientes proporciones: 20cm de agua residual x 10cm de agua de caño sucesivamente hasta llegar a los 80cm de altura de las pozas, una vez terminado de vertir los líquidos en las pozas empezamos a trabajar con el tecnopor midiendo la distancia de perforación de 8cm entre cada macollo próximo a fijarlo en el tecnopor de 2 pulgadas para después al fijar todos los macollos procedimos a colar el tecnopor en las pozas dejándolo flotar en el líquido residual y terminado el día quedando todo listo y preparado para el día siguiente 1 de marzo donde empezamos a tomar las primeras muestras para sus respectivos análisis variando los días de análisis entre cada poza posteriormente a eso agregamos microorganismos eficientes 4 fechas cada 15 días para el desarrollo de nuestro proceso fitorremediador



Imagen 1 : Diseño de las pozas de tratamiento del agua residual.

Fuente : Elaboración propia de los investigadores, 2022.

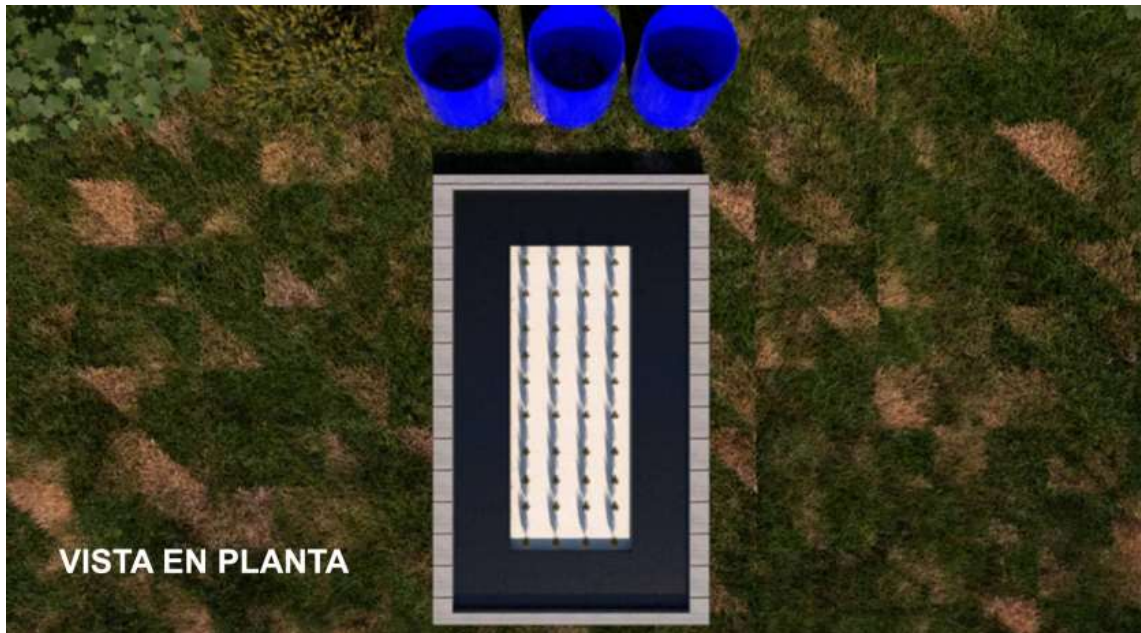


Imagen 2 : Diseño de las pozas de tratamiento del agua residual con vetiver.

Fuente : Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Muestreo y análisis de aguas residuales

- ✓ Finalmente, para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos se tomó muestras de cada uno de los tratamientos durante los 3 meses, en la primera posa se tomó muestras cada 5 días (15 mediciones), en la segunda posa cada 10 días (7 mediciones) y en la tercera posa cada 15 días (5 mediciones), haciendo un total de 54 mediciones, en cada posa se tuvo 2 puntos de muestreo (Worku, *et al*, 2018).

Muestreo y análisis de plantas

- ✓ Se observaron las características de las plantas como edad, altura, cobertura, además de las características de los reactores en ella evaluarán el tamaño, volumen, las condiciones de operación, TRH y carga orgánica (Worku, *et al*, 2018).

3.6. Método de análisis de datos

Los resultados que se obtuvieron en campo y laboratorio fueron dispuestos en el Software Microsoft Excel, también fueron comparados con los datos establecidos en el reglamento para tratamiento de aguas residuales, en el cual se utilizó tablas y gráficos en donde se representaron los resultados por parámetro.

3.7. Aspectos éticos

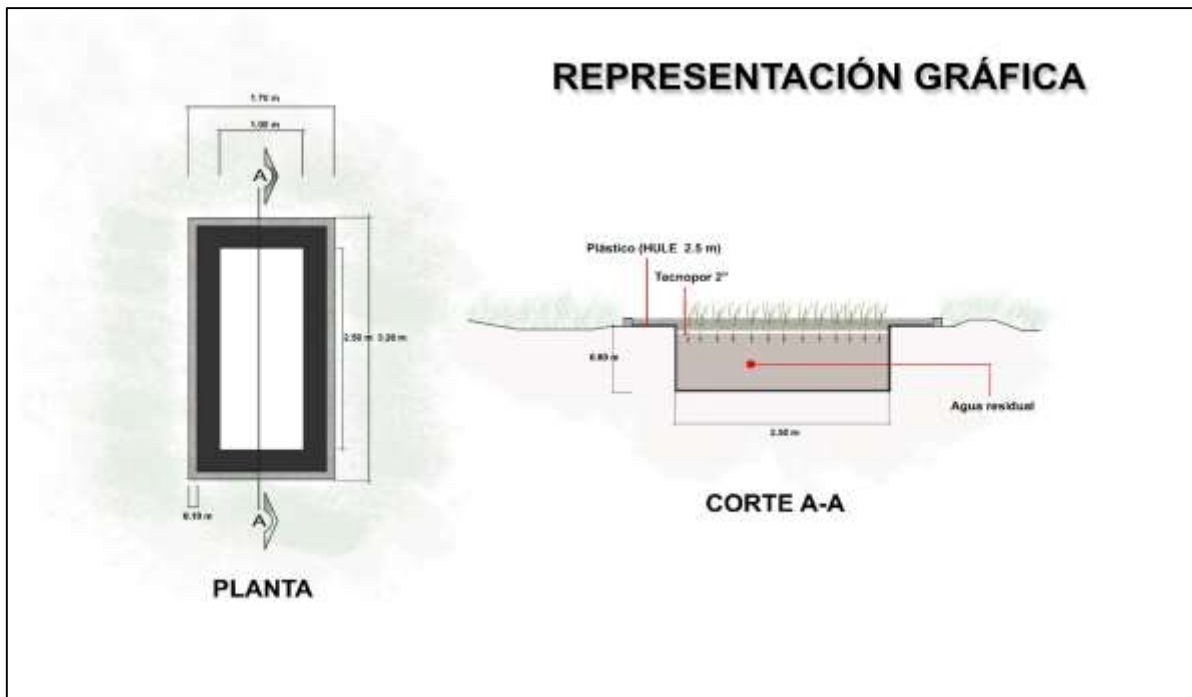
En el estudio se respetó los derechos de los autores mediante el citado correcto, de acuerdo a la guía normativa de la Universidad César Vallejo de tal manera nos ayudó a contribuir en el enriquecimiento teórico, garantizando lo verídico y confiable de la investigación, la información obtenida de artículos científicos, páginas web de las diferentes instituciones, etc., nos ayudaron a mejorar y reforzar la teoría del proyecto de investigación, los resultados que se obtendrán en el laboratorio serán 100% respetados sin alterar ningún valor con tal de que el proyecto sea formal y verídico.

IV. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron durante el periodo de evaluación de los parámetros de Sólidos Totales Suspendidos (SST), Sólidos Totales Disueltos (SDT), Sulfato (SO_4^{2-}), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitrógeno Total (TKN), Nitrógeno Amónico (NH_4^+), Nitrato (NO_3), Fosfato (PO_4^{3-}), pH y temperatura en aguas residuales porcinos, San Martín 2022, se muestran en las siguientes tablas y gráficos.

Para la implementación de las pozas fitorremediadoras se tuvo en cuenta las dimensiones de 2.5 m de largo, 1 m de ancho y 0.80 m de altura, con capacidad real de la poza fue de 1800 L de los cuales solo se empleó 1500 L siendo tu volumen específico, ya que es importante verificar el tamaño de las pozas para que las plantas del vetiver puedan sostenerse y adaptarse para su respectivo crecimiento de tal manera estaría facilitando la fitorremediación del agua residual.

Figura N° 5: Diseño de las pozas de fitorremediación.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Figura N° 6: Diseño de fitorremediación con pasto *Vetiver zizanoides*.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Respecto a las plantas macrófitas que se consideraron se tuvo en cuenta ciertas características como el tamaño de la planta, su edad, tamaño de su raíz, y cobertura, las mismas características fueron evaluados durante los 3 meses de tratamiento. Ver tablas N° 8, 10 y 12.

Tabla N° 7: Características de las plantas utilizadas en la fitorremediación del agua residual

características de las plantas utilizadas			
Edad	Altura del tallo	Crecimiento de raíz	Cobertura
3 a 4 meses	20 cm	10 cm	Tallos y pequeñas cantidades de raíces

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

4.1. Determinar las concentraciones iniciales (pre tratamiento) de los parámetros físicos y químicos del agua residual.

Tabla N°8: Características fisicoquímicas del agua residual industrial de la granja porcícola, antes del tratamiento (T0).

PARÁMETROS											
NORMA COLOMBIANA -RESOLUCIÓN 631-2015	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	SO ⁻² ₄ (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	TKN (mg/L)	NH ⁺ ₄ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	pH	T °C
SECTOR GANADERIA-PORCINOS	200	análisis y reporte	análisis y reporte	450	800	análisis y reporte	análisis y reporte	análisis y reporte	no considera	6.00 - 9.00	no considera
T0	783.3	864.8	18	29 550.0	40 847.0	0. 438	2 011.968	<0,05	200,873	7.1	24.8

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Como se observa en la tabla 8, el agua residual industrial muestra un elevado grado de contaminación en el mes de febrero, lo que representa a la muestra testigo (antes del tratamiento) los parámetros evaluados sobrepasan los estándares de la norma colombiana Resolución 631-2015, capítulo VI- Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas (ARND) a cuerpos de aguas superficiales- sector ganadería de porcinos-beneficio, excepto del pH que se encuentra dentro del rango y para temperatura no se considera en la categoría.

4.2. Determinar la concentración post tratamiento de los parámetros físicos y químicos teniendo en cuenta las características vegetativas del vetiver en agua residual.

Tabla N° 9: Características vegetativas del pasto vetiver zizanooides durante el tratamiento en la poza 1

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Tabla N° 10: Características fisicoquímicas del agua residual industrial de la granja porcícola post-tratamiento de la poza 1.

RESULTADOS DE LOS PARAMETROS EVALUADOS DE LA POZA 1-T1- PERIODO DE EVALUACIÓN C/5 días						
Repeticiones	SST (mg/L)	SDT (mg/L)			pH	T °C
CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS-POZA 1						
N° de repeticiones	Fechas de evaluación	Edad	Altura Planta	Crecimiento de raíz	Cobertura	
1	5-Mar		20 cm	10 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeña	
2	10-Mar		25 cm	16 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeña	
3	15-Mar		30 cm	22 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeña	
4	20-Mar		35 cm	28 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeña	
5	25-Mar		40 cm	34 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeña	
6	30-Mar		45 cm	40 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeña	
7	4-Abr		50 cm	46 cm	Las hojas son pequeñas rígidas y sencillas	
8	9-Abr	3 a 4 meses	55 cm	52 cm	Las hojas son pequeñas rígidas y sencillas	
9	14-Abr		60 cm	58 cm	Las hojas son pequeñas rígidas y sencillas	
10	19-Abr		65 cm	64 cm	Las hojas son pequeñas rígidas y sencillas	
11	24-Abr		70 cm	70 cm	Las hojas son largas, rígidas y sencillas	
12	29-Abr		75 cm	76 cm	Las hojas son largas, rígidas y sencillas	
13	4-May		80 cm	82 cm	Las hojas son largas, rígidas y sencillas	
14	9-May		85 cm	88 cm	Las hojas son largas, rígidas y sencillas	
15	14-May		90 cm	94 cm	Las hojas son largas, rígidas y sencillas	

	Puntos de muestreo			SO4 (mg/L)	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	TKN (mg/L)	NH4 (mg /L)	NO3 (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg /L)		
1	5-Mar	524.6	699.5	13	17330	32546.5	0.346	1200.152	<0.05	115.6	7.1	25.2
		535.1	701.3	13	17331.6	33448.2	0.354	1206.168	<0.05	110.329	7.1	25.3
2	10-Mar	453.5	614.6	10	9322	15928.4	0.306	962.185	<0.05	98.635	7.2	24.6
		454.3	613.4	10	9317	15925.3	0.3	961.169	<0.05	98.626	7.2	25.2
3	15-Mar	423.4	513.5	9	7225.6	8594.2	0.296	652.153	<0.05	60.226	7.1	24.3
		424.5	510.6	9	7224.7	8426.3	0.284	653.147	<0.05	60.218	7.2	24.3
4	20-Mar	383.4	438.2	8	5529.2	7334.3	0.246	625.11	<0.05	46.335	7.2	24.5
		382.6	436.5	8	5428.3	7331.2	0.255	621.126	<0.05	45.224	7.3	23.6
5	25-Mar	312.4	383.2	8	2117.6	6994.4	0.238	576.496	<0.05	40.128	7.3	23.7
		310.3	380.2	8	2115.3	6992.7	0.235	574.215	<0.05	39.524	7.2	24.2
6	30-Mar	264.8	298.6	7	1854.1	5924.5	0.221	456.521	<0.05	34.658	7.2	26.3
		263.4	294.3	7	1852.3	5823.4	0.22	452.324	<0.05	33.451	7.3	26.3
7	4-Abr	186.9	207.4	7	1300.8	3852.4	0.21	440.11	<0.05	30.221	7.3	26.5
		185.2	205.3	7	1298.5	3675.3	0.216	438.125	<0.05	31.521	7.4	26.4
8	9-Abr	110.5	132.8	6	1150.9	3237.1	0.204	405.104	<0.05	24.265	7.3	26.4
		108.6	130.5	6	1149.2	3125.4	0.201	404.241	<0.05	23.154	7.4	26.5
9	14-Abr	99.4	112.4	5	1105.3	3001.8	0.198	321.187	<0.05	18.325	7.3	27.4
		98.2	110.3	5	1102.1	3002.5	0.194	320.152	<0.05	17.314	7.3	27.3
10	19-Abr	84.6	98.2	5	1050.6	2502.7	0.174	300.852	<0.05	13.521	7.4	27.6
		83.1	97.4	5	1049.3	2500.2	0.172	288.546	<0.05	12.325	7.4	27.8
11	24-Abr	72.3	83.5	5	956.3	1752.6	0.157	208.362	<0.05	10.301	7.4	28.3
		71.1	82.6	5	954.2	1751.3	0.152	207.154	<0.05	10.221	7.3	28.4
12	29-Abr	68.4	77.9	5	601.3	1123.5	0.15	150.452	<0.05	7.112	7.3	28.3
		66.2	74.9	5	600.5	1122.1	0.148	148.941	<0.05	6.254	7.3	28.3
13	4-May	64.1	68.9	5	354.6	543.1	0.132	78.626	<0.05	4.121	7.3	28.4
		63.4	65.5	5	353.2	541.4	0.13	77.224	<0.05	3.651	7.4	28.5
14	9-May	58.9	63.4	4	185.9	186.8	0.125	45.362	<0.05	2.651	7.4	28.4
		55.2	60.6	4	184.2	185.4	0.124	39.654	<0.05	1.889	7.4	28.5
15	14-May	54.3	56.8	4	50.1	76.4	0.111	30.684	<0.05	1.21	7.3	28.2
		53.7	42.4	4	48.2	75.3	0.11	28.563	<0.05	1.2	7.4	28.5

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

La tabla 9 y 10 muestran resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados durante los 3 meses de tratamiento (marzo, abril, y mayo) relacionado con las características vegetativas del pasto *Vetiver zizanoides* en la poza 1 donde se observan la remoción de las concentraciones de parámetros como SST, SDT, SO⁻²₄, DBO₅, DQO, TKN, NH⁺₄, NO⁻₃, PO³⁻₄, las raíces del vetiver crecieron 5 cm y el tallo 6 cm cada 5 días, esto debido a que a mayor desarrollo de raíces y tallo aumentó la reducción de los contaminantes de dichos parámetros, puesto que estas condiciones del vetiver ayudan a remover de manera más eficiente las concentraciones de los contaminantes.

Tabla N° 11: Características vegetativas del pasto vetiver zizanoides durante el tratamiento en la poza 2.

CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS-POZA 2						
N° de repeticiones	Fechas de evaluación	Edad	Altura Planta	Crecimiento de raíz	Cobertura	
1	10-Mar		25 cm	16 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeña	
2	20-Mar		35 cm	28 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeña	
3	30-Mar		45 cm	40 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeña	
4	9-Abr	3 a 4 meses	55 cm	52 cm	Las hojas son pequeñas rígidas y sencillas	
5	19-Abr		65 cm	62 cm	Las hojas son pequeñas rígidas y sencillas	
6	29-Abr		75 cm	76 cm	Las hojas son largas, rígidas y sencillas	
7	9-May		85 cm	88 cm	Las hojas son largas, rígidas y sencillas	

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Tabla N° 12: Características fisicoquímicas del agua residual industrial de la granja porcícola post-tratamiento de la poza 2.

RESULTADOS DE LOS PARAMETROS EVALUADOS EN LA POZA 2-T2- PERIODO DE EVALUACIÓN C/10 días

Repeticiones	Puntos de muestreo	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	SO4 (mg/L)	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	TKN (mg/L)	NH4 (mg/L)	NO3 (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	pH	T °C
1	10-Mar	530.4	706.3	14	20445	36159.6	0.446	1668.695	<0.05	160.596	7.3	25.2
		528.2	703.5	14	20440.1	36142.3	0.443	1665.234	<0.05	158.768	7.3	25.3
2	20-Mar	446.3	629.4	11	10112	11692.1	0.416	1306.249	<0.05	120.115	7.2	24.6
		442.4	625.3	11	10110.2	11684.3	0.412	1300.432	<0.05	118.232	7.2	25.2
3	30-Mar	348.7	527.5	9	3256.1	6778.6	0.349	1006.352	<0.05	50.145	7.3	24.3
		345.2	524.3	9	3254.3	6774.6	0.346	1003.212	<0.05	48.234	7.2	24.3
4	9-Abr	243.6	382.3	7	2562.5	3825.4	0.269	504.1	<0.05	36.125	7.2	24.5
		242.1	379.4	7	2560.3	3821.6	0.266	501.215	<0.05	34.227	7.3	25.6
5	19-Abr	149.3	165.2	6	1345.6	3006.5	0.2	374.125	<0.05	24.514	7.3	26.7
		146.4	162.8	6	1342.3	3002.6	0.199	370.436	<0.05	21.224	7.4	28.2
6	29-Abr	95.6	100.3	6	988.2	1816.3	0.17	244.542	<0.05	10.985	7.4	28.3
		94.1	99.5	6	986.3	1522.6	0.168	240.124	<0.05	9.548	7.4	27.3
7	9-May	61.5	62.3	4	210.3	358.6	0.135	60.113	<0.05	3.921	7.3	27.5
		63.1	64.9	4	209.6	357.2	0.136	61.221	<0.05	3.9	7.4	28.4

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

En la tabla 11 y 12 se exponen resultados de los parámetros fisicoquímicos de SST, SDT, SO_4^{2-} , DBO_5 , DQO, TKN, NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , evaluados durante los 3 meses de tratamiento (marzo, abril, y mayo) relacionado con las características del pasto *Vetiver zizanooides*, donde existe una reducción de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos, en esta etapa las raíces de las plantas crecieron 10 cm y el tallo 12 cm en 10 días de tratamiento, manifestando que a mayor desarrollo del tallo y la raíz la reducción de los contaminantes es mayor ya que las raíces ayudaron a remover las concentraciones de los contaminantes presentes en el agua residual.

Tabla N° 13: Características vegetativas del pasto *vetiver zizanooides* durante el tratamiento en la poza 3

CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS-POZA 3					
N° de repeticiones	Puntos de muestreo	Edad	Altura Planta	Crecimiento de raíz	Cobertura
1	15-Mar		30 cm	22 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeñas
2	30-Mar		45 cm	40 cm	Crecimiento de raíz y crecimiento de tallo en medidas pequeñas
3	14-Abr	3 a 4 meses	60 cm	58 cm	Las hojas son pequeñas rígidas y sencillas
4	29-Abr		75 cm	76 cm	Las hojas son pequeñas rígidas y sencillas
5	14-May		90 cm	94 cm	Las hojas son largas, rígidas y sencillas

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Tabla N° 14: Características fisicoquímicas del agua residual industrial de la granja porcícola post-tratamiento de la poza 3.

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS DE LA POZA 3-T3- PERIODO DE EVALUACIÓN C/15 días												
Repeticiones	Puntos de muestreo	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)	DBO_5 (mg/L)	DQO (mg/L)	TKN (mg/L)	NH_4 (mg/L)	NO_3 (mg/L)	PO_4^{3-} (mg/L)	pH	T °C
1	15-Mar	536.2	724.1	13	19266	29137.3	0.43	1521.693	<0.05	150.254	7.3	25.2
		534.3	720.6	13	19261	26231.4	0.429	1511.437	<0.05	151.543	7.3	25.3
2	30-Mar	400.5	580.3	10	7889.5	7928.9	0.358	1296.362	<0.05	96.328	7.4	24.6
		398.2	576.9	10	7872.4	7920.3	0.353	1292.321	<0.05	92.253	7.4	24.2
3	14-Abr	221.3	364.2	7	2406.3	3833.5	0.252	496.652	<0.05	39.321	7.3	25.6
		219.7	360.8	7	2404.1	3642.6	0.25	494.523	<0.05	38.765	7.3	25.7
4	29-Abr	99.8	118.7	6	1008.6	2015.4	0.174	284.958	<0.05	14.659	7.4	26.5

		96.2	109.5	6	1004.4	2010.2	0.169	281.876	<0.05	12.534	7.3	26.6
5	14-May	74.1	80.4	5	99.8	154.6	0.128	39.654	<0.05	1.896	7.4	28.3
		73.5	78.3	5	98.2	152.4	0.125	38.223	<0.05	1.863	7.4	28.2

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

En la tabla 13 y 14 se muestran los resultados de la evaluación de los parámetros de SST, SDT, SO₄, DB05, DQO, TKN, NH₄, NO₃, PO₄³⁻, que fueron evaluados en un período de 3 meses, la evaluación se realizó cada 15 días, recolectando un total de 5 muestras para su análisis en el laboratorio de EMAPA San Martín, donde se puede ver la reducción de los contaminantes debido al crecimiento del tallo y raíz de las plantas vetiver donde la raíz creció 18 cm y el tallo 15 cm cada 15 días manifestando que a mayor desarrollo del tallo y la raíz la reducción de los contaminantes es mejor.

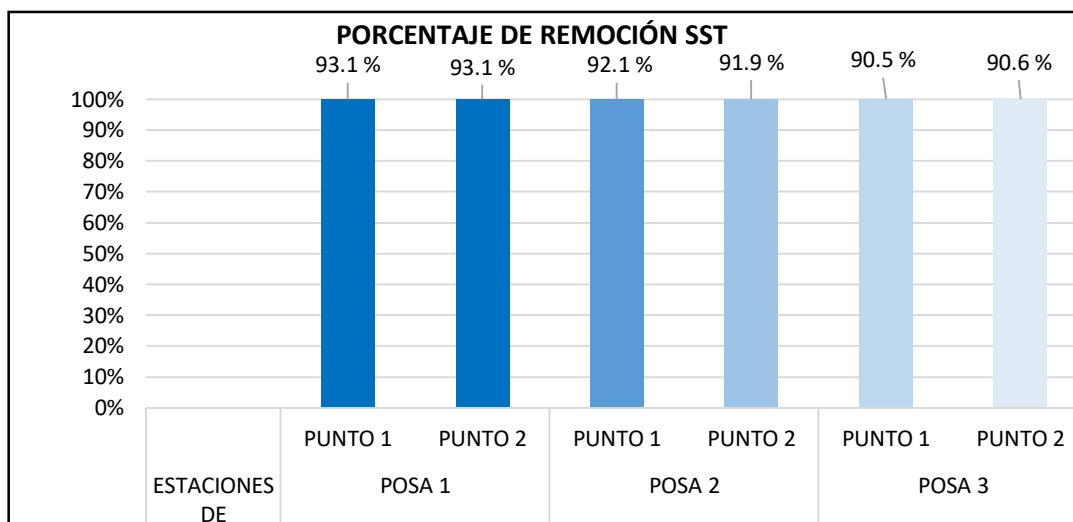
4.3. Evaluar la eficiencia de remoción en la aplicación del vetiver (*Vetiveria zizanooides*), para tratar aguas residuales generadas en una granja porcina, San Martín 2022.

Tabla N° 15: Eficiencia de remoción de Sólidos totales suspendidos (SST) en el tratamiento de agua residual.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022

TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO	MUESTRAS	%
POZA 1	P1	MO	783.3
		MF	54.3
	P2	MO	783.3
		MF	53.7
POZA 2	P1	MO	783.3
		MF	61.5
	P2	MO	783.3
		MF	63.1
POZA 3	P1	MO	783.3
		MF	74.1
	P2	MO	783.3
		MF	73.5

Figura N° 7: Porcentaje de remoción del parámetro SST después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto *Vetiveria zizanoides*.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022

En la tabla 15 y figura 7 se muestran los resultados finales de la eficiencia de remoción de Sólidos Totales Suspendidos (SST) en cada poza de tratamiento durante un periodo de 3 meses, los valores muestran resultados en la poza 1 para los 2 puntos un promedio de eficiencia del 93.1 %, en la poza 2 para el punto 1 (92.1 %), punto 2 (91.9 %) y en la poza 3, punto 1 (90.5 %), punto 2 (90.6 %), lo que significa que el pasto vetiver es eficiente para remover las concentraciones de Sólidos Totales Suspendidos del agua residual de la granja porcino, esto se debe al crecimiento radicular del vetiver, a la cantidad de plántulas que se utilizaron en cada poza, también de que las pozas tuvieron las medidas exactas para el desarrollo del pasto, además de que se agregó concentraciones de Microorganismos de monte (EM) para acelerar la degradación de contaminantes.

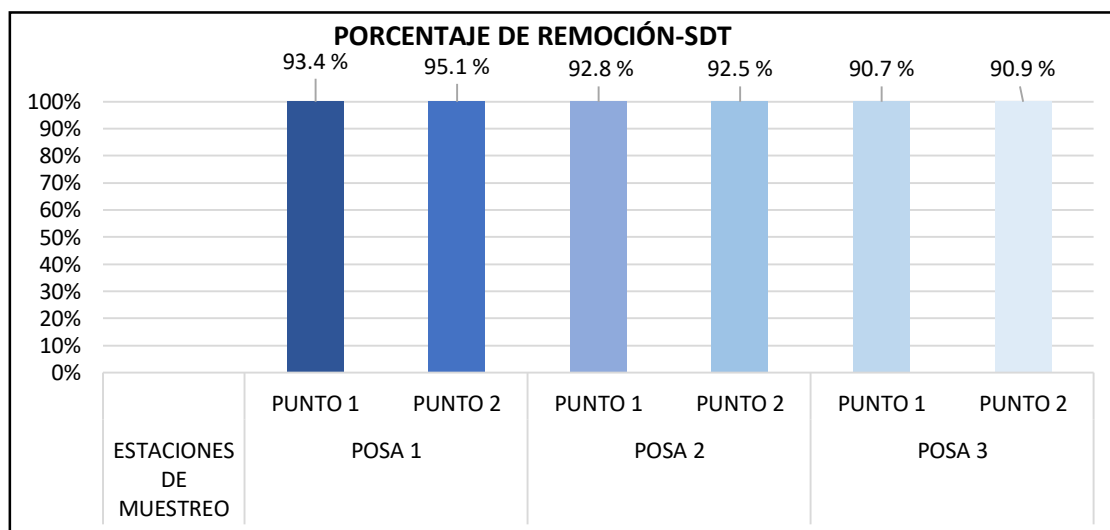
Tabla N° 16: Eficiencia de remoción de Sólidos totales disueltos (SDT) en el tratamiento de agua residual

EFICIENCIA DE REMOCIÓN EN SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS				
TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO	MUESTRAS		%
POZA 1	P1	MO	864.8	93.4
		MF	56.8	

	P2	MO	864.8	95.1
		MF	42.4	
POZA 2	P1	MO	864.8	92.8
		MF	62.3	
	P280.4	MO	864.8	92.5
		MF	64.9	
POZA 3	P1	MO	864.8	90.7
		MF	80.4	
	P2	MO	864.8	90.9
		MF	78.3	

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Figura N° 8: Porcentaje de remoción del parámetro SDT después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto *Vetiveria zizanooides*.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022

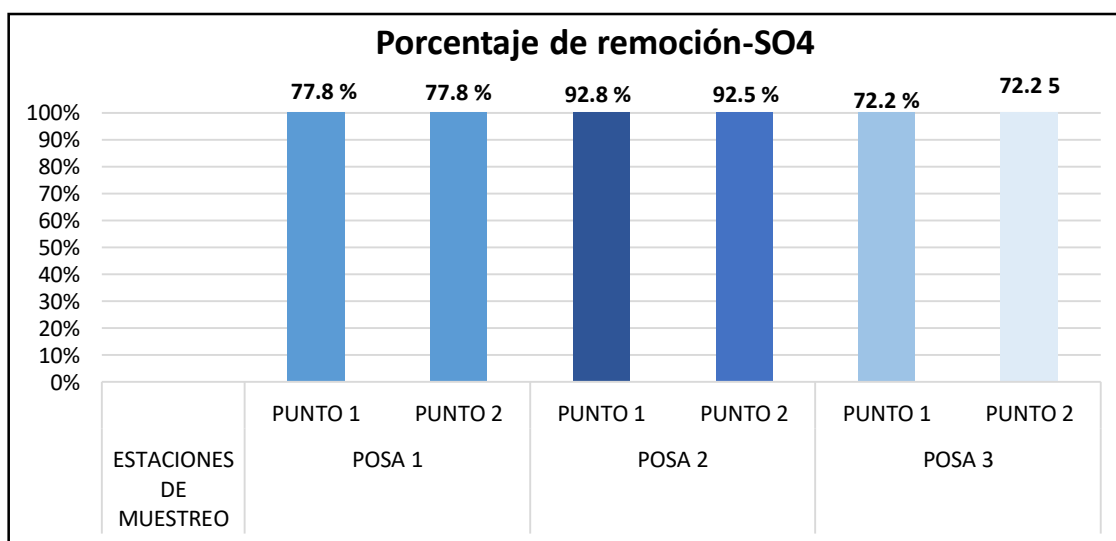
En la tabla 16 y figura 8 se muestran resultados de la eficiencia de remoción de Sólidos Totales Disueltos (SDT) en aguas residuales de origen porcino empleando el pasto *Vetiveria zizanooides*, en 3 meses de tratamiento la eficiencia de remoción en la poza 1-punto 1 fue de 93.4 % y en el punto 2 fue de 95.1 %, mientras tanto en la poza 2-P1 fue de 92.8 % y P2 de 92.5 % , finalmente en la poza 3-punto 1 fue de 90.7 % y en el P2 fue de 90.9 %, lo que significa que el pasto *Vetiver zizanooides* tiene buena capacidad para remover los Sólidos Totales Disueltos del agua residual de la granja porcícola debido al crecimiento radicular de la planta y a la inducción de las concentraciones del EM.

Tabla N° 17: Eficiencia de remoción de Sulfato (SO₄) en el tratamiento de agua residual

EFICIENCIA DE REMOCIÓN EN SULFATO				
TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO	MUESTRAS		%
POZA 1	P1	MO	18	77.8
		MF	4	
	P2	MO	18	
		MF	4	
POZA 2	P1	MO	18	92.8
		MF	4	
	P2	MO	18	
		MF	4	
POZA 3	P1	MO	18	72.2
		MF	5	
	P2	MO	18	
		MF	5	

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022

Figura N° 9: Porcentaje de remoción del parámetro SO₄ después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetiveria zizanoides.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022

Se muestran resultados de la eficiencia de remoción de sulfato en la tabla 17 y figura 9, tratamiento con el pasto vetiver en agua residual porcino en un periodo de 3 meses, presentan valores en la poza 1-Punto 1 y Punto 2 (77.8 %), en la poza 2-Punto 1 (92.8 %) y en el punto 2 (92.5 %), mientras tanto en la poza 3 en ambos puntos presenta eficiencia del 72.2 %, demostrando de

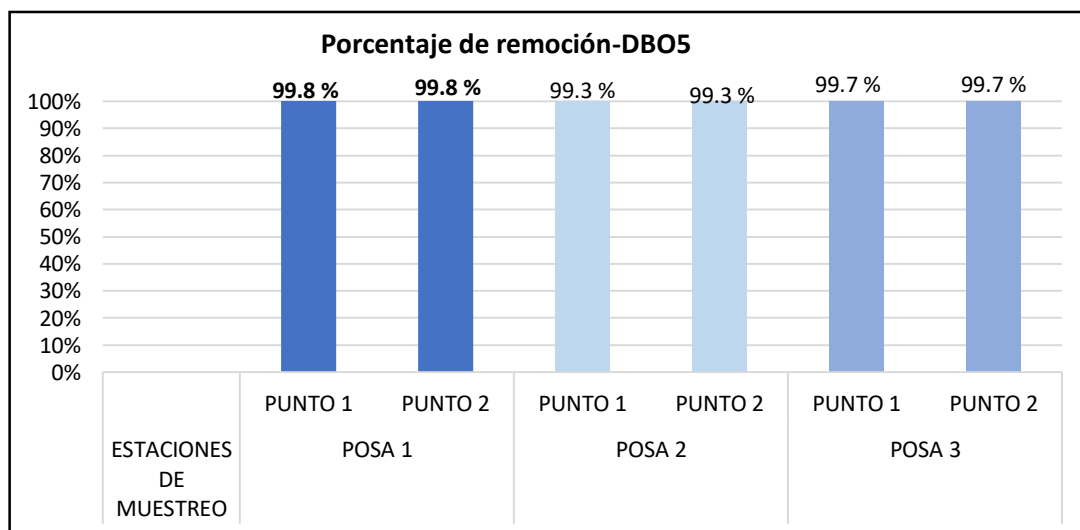
tal forma que el pasto vetiver fue eficiente para remover Sulfato (SO₄) del agua residual porcino.

Tabla N° 18: Eficiencia de remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (BBO5) en el tratamiento de agua residual

EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO					
TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO		MUESTRAS		%
POZA 1	P1	MO	29550	99.8	
		MF	50.1		
	P2	MO	29550	99.8	
		MF	48.2		
POZA 2	P1	MO	29550	99.3	
		MF	210.3		
	P2	MO	29950	99.3	
		MF	209.6		
POZA 3	P1	MO	29550	99.7	
		MF	99.8		
	P2	MO	29550	99.7	
		MF	98.2		

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022

Figura N° 10: Porcentaje de remoción del parámetro DBO5 después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanooides.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

La eficiencia de remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en aguas residuales de origen porcino se muestran en la siguiente tabla 18 y figura 10, donde en la poza 1 tuvo eficiencia de 99.8 %, en la poza 2 removi6 en 99.3 %, finalmente en la poza 3 removi6 en 99.7 %, por lo tanto, el pasto

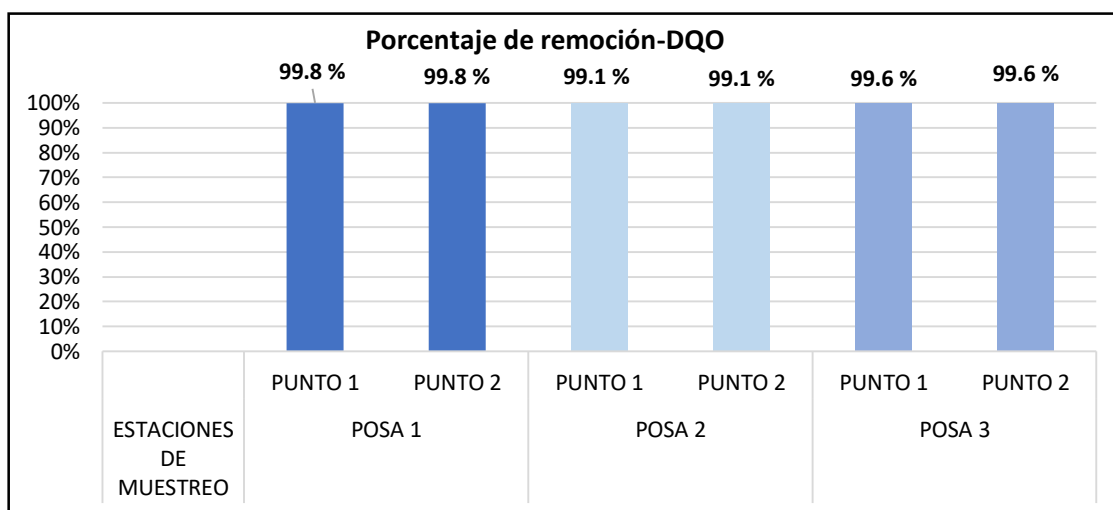
vetiver tuvo capacidad alta para remover la DBO5 debido a su crecimiento radicular de la planta y a que se añadió concentraciones de EM activado.

Tabla N° 19: Eficiencia de remoción de Demanda Química de Oxígeno (DQO) en el tratamiento de agua residual

EFICIENCIA DE REMOCIÓN EN DEMANDA QUIMICA DE OXÍGENO					
TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO	MUESTRAS			%
POZA 1	P1	MO	40847		99.8
		MF	76.4		
	P2	MO	40847		99.8
		MF	75.3		
POZA 2	P1	MO	4084.7		99.1
		MF	358.6		
	P2	MO	4084.7		99.1
		MF	357.2		
POZA 3	P1	MO	40847		99.6
		MF	156.6		
	P2	MO	40847		99.6
		MF	152.4		

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Figura N° 11: Porcentaje de remoción del parámetro DQO después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto *Vetiveria zizanoides*



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

En la tabla 19 y figura 11 se muestran resultados de la eficiencia de remoción del pasto *vetiver zizanoides* en la Demanda Química de Oxígeno (DQO) del agua residual porcino, los valores obtenidos fueron: en la posa 1-punto 1 y 2 (99.8 %); posa 2-punto 1 y 2 (99.1 %) y en la posa 3-punto 1 y 2 (99.6 %), lo

que significa que el pasto vetiver tuvo buena capacidad para la eliminar las concentraciones de DQO.

Tabla N° 20: Eficiencia de remoción de Nitrógeno Total (TKN) en el tratamiento de agua residual

EFICIENCIA DE REMOCIÓN EN NITROGENO TOTAL					
TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO	MUESTRAS			%
POZA 1	P1	M0	0.438	74.7	
		MF	0.111		
	P2	M0	0.438	74.9	
		MF	0.11		
POZA 2	P1	M0	0.438	69.2	
		MF	0.135		
	P2	M0	0.438	68.9	
		MF	0.136		
POZA 3	P1	M0	0.438	70.8	
		MF	0.128		
	P2	M0	0.438	71.5	
		MF	0.125		

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

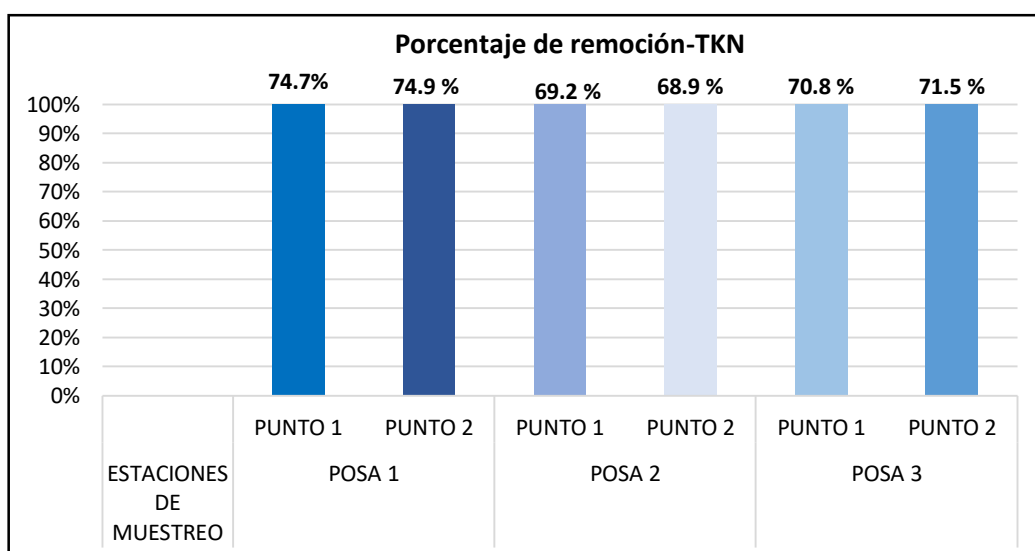


Figura N° 12: Porcentaje de remoción del parámetro TKN después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetiveria zizanoides.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

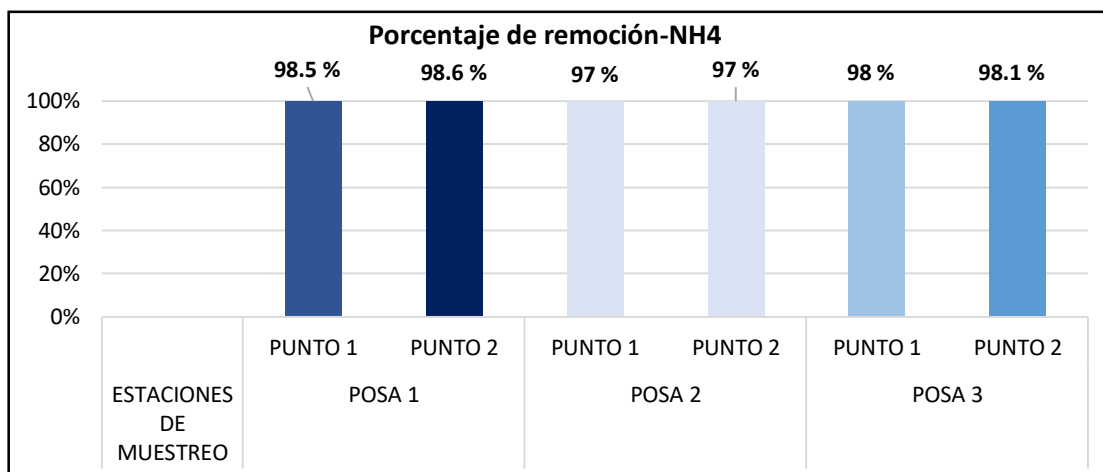
La tabla 20 y figura 12 muestran eficiencia de remoción del Nitrógeno total (TKN) del agua residual de la granja porcino, tratamiento que se utilizó pasto *vetiver zizanoides* durante los 3 meses de evaluación, los resultados demuestran cuan eficiente fue el pasto vetiver en cada poza, mostrando porcentajes eficientes en la poza 1-punto 1 se observa eficiencia del 74.7 %, en el punto 2 indica 74.9 %; en la poza 2 (69.2 % y 68.9 %), finalmente en la poza 3 (70.8 % y 71.5 %), de tal manera que se demuestra que el pasto vetiver es eficiente para remover el TKN.

Tabla N° 21: Eficiencia de remoción de Nitrógeno Amoniaco (NH_4) en el tratamiento de agua residual

EFICIENCIA DE REMOCIÓN EN NITROGENO AMONIAL				
TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO	MUESTRAS		%
POZA 1	P1	MO	2011.968	98.5
		MF	30.684	
	P2	MO	2011.968	98.6
		MF	28.563	
POZA 2	P1	MO	2011.968	97
		MF	60.113	
	P2	MO	2011.968	97
		MF	61.221	
POZA 3	P1	MO	2011.968	98
		MF	39.654	
	P2	MO	2011.968	98.1
		MF	38.223	

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Figura N° 13: Porcentaje de remoción del parámetro NH4 después del tratamiento con pasto Vetiveria zizanooides.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022

Los resultados obtenidos de la eficiencia de remoción en Nitrógeno Total (NH4) se muestran en la Tabla 21 y figura 13, a los 3 meses de tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetiveria zizanooides indican cuan eficiente es, obteniendo valores en poza 1 (98.5 % y 98.6 %), en la poza 2 (97 % en ambos puntos), finalmente en la poza 3 (98 % y 98.1 %), demostrando que el pasto vetiver removi6 grandes cantidades de Nitr6geno Total.

Tabla N° 22: Eficiencia de remoción de Nitrato (NO3) en el tratamiento de agua residual

VARIACIÓN EN LA REMOCIÓN DE NITRATO				
TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO		MUESTRAS	
POZA 1	P1	M0	<0.05	
		MF	<0.05	
	P2	M0	<0.05	
		MF	<0.05	
POZA 2	P1	M0	<0.05	
		MF	<0.05	
	P2	M0	<0.05	
		MF	<0.05	
POZA 3	P1	M0	<0.05	
		MF	<0.05	
	P2	M0	<0.05	
		MF	<0.05	

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

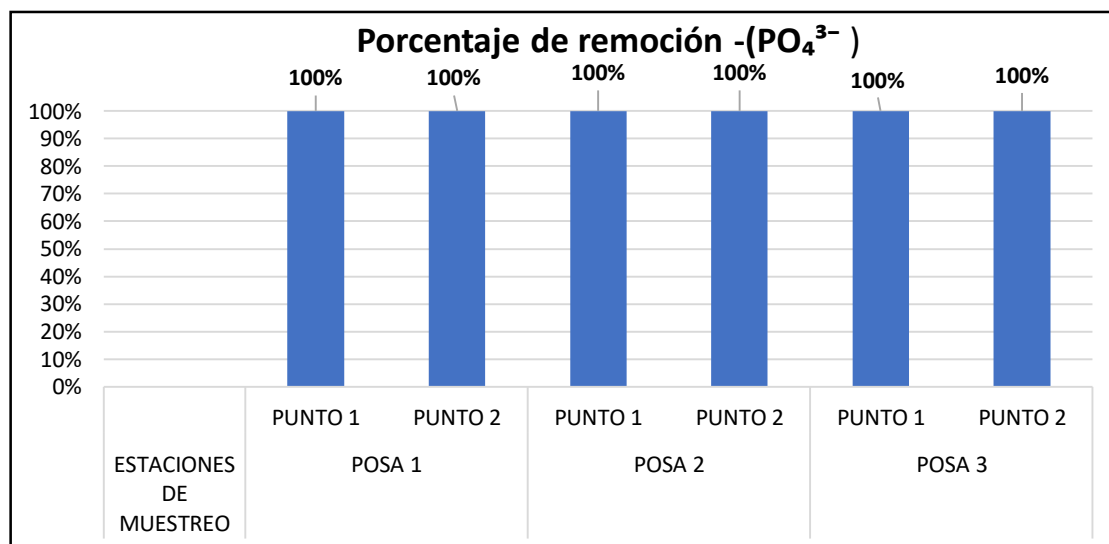
La tabla 22 indica que el nitrato (NO₃) tuvo valores menores a 0.05 en las 3 pozas en los 2 puntos evaluados durante el periodo de 3 meses.

Tabla N° 23: Eficiencia de remoción de Fosfato (PO₄³⁻) en el tratamiento de agua residual

EFICIENCIA DE REMOCIÓN EN FOSFATO				
TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO	MUESTRAS		%
POZA 1	P1	MO	200.873	100
		MF	1.21	
	P2	MO	200.873	100
		MF	1.2	
POZA 2	P1	MO	200.873	100
		MF	3.921	
	P2	MO	200.873	100
		MF	3.9	
POZA 3	P1	MO	200.873	100
		MF	1.896	
	P2	MO	200.873	100
		MF	1.863	

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Figura N° 14: Porcentaje de remoción del parámetro Fosfato (PO₄³⁻) después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto Vetivereria zizanoides.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

La tabla 23 y la figura 14 muestran resultados del porcentaje de remoción del Fosfato (PO₄³⁻) en el tratamiento de agua residual porcino durante los 3 meses de evaluación, cabe indicar que en las 3 pozas se tuvo remoción del

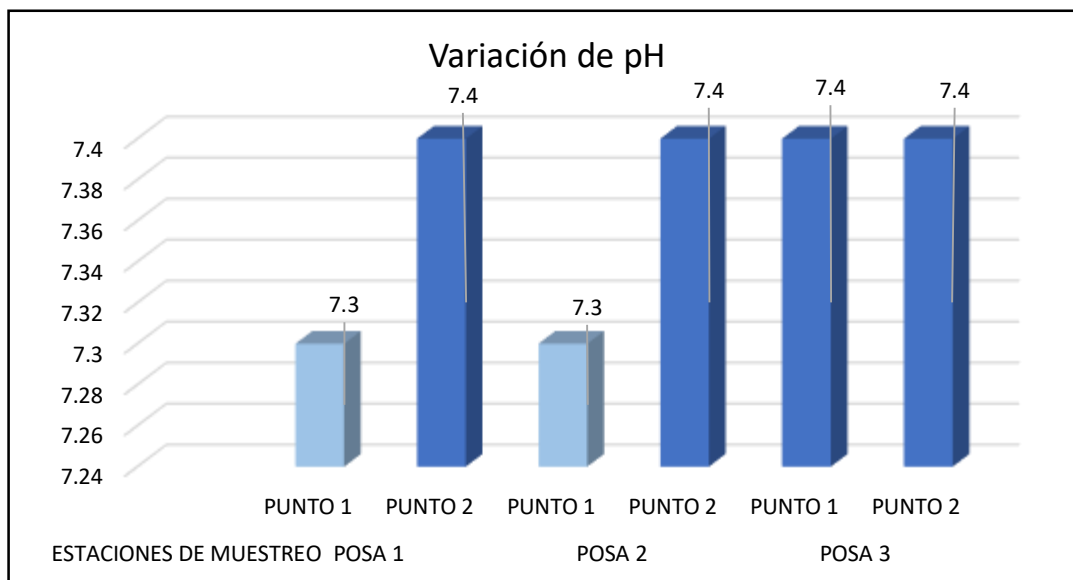
100 % lo que significa el pasto *Vetiver zizanoides* es un excelente fitorremediador en la eliminación de Fosfato.

Tabla N° 24: Variación de pH en el tratamiento del agua residual

VARIACION DE pH				
TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO		MUESTRAS	
POZA 1	P1		MO	7.1
			MF	7.3
	P2		MO	7.1
			MF	7.4
POZA 2	P1		MO	7.1
			MF	7.3
	P2		MO	7.1
			MF	7.4
POZA 3	P1		MO	7.1
			MF	7.4
	P2		MO	7.1
			MF	7.4

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Figura N° 15: Variación pH después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto *Vetiveria zizanoides*.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

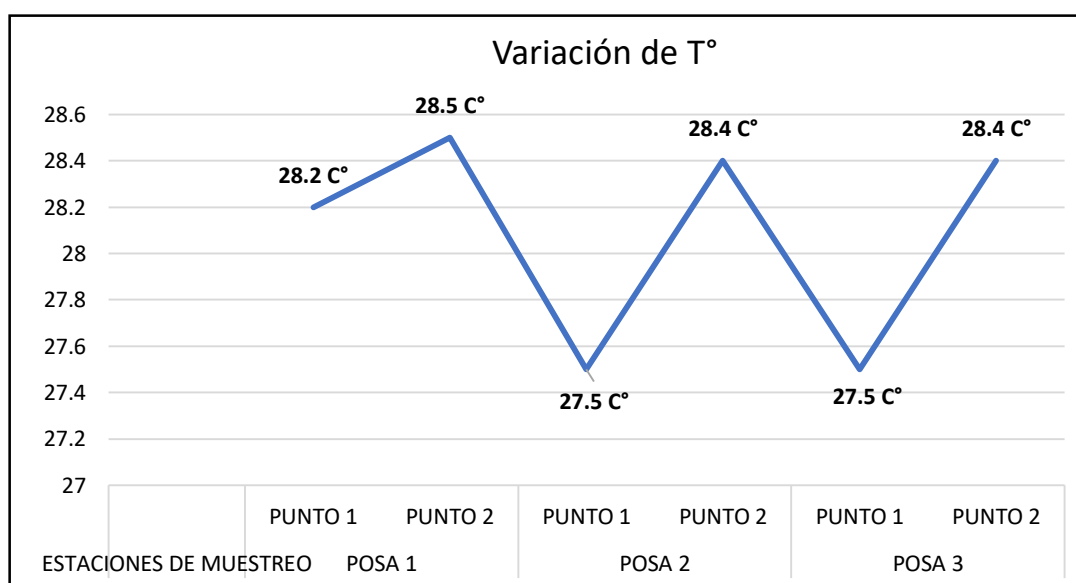
Las variaciones de pH se muestran en la tabla 24 y figura 15, las variaciones en la poza 1 fueron de (7.3 y 7.4); en la poza 2 (7.3 y 7.4), finalmente en la poza 3 (7.4) lo que indica que hay una variación no significativa del pH durante el periodo de tratamiento con el pasto *Vetiveria zizanoides*.

Tabla N° 25: Variación de Temperatura en el tratamiento del agua residual

VARIACIÓN DE T°				
TRATAMIENTOS	PUNTOS DE MONITOREO		MUESTRAS	
POSA 1	P1		M0	24.8
			MF	28.2
	P2		M0	24.8
			MF	28.5
POSA 2	P1		M0	24.8
			MF	27.5
	P2		M0	24.8
			MF	28.4
POSA 3	P1		M0	24.8
			MF	27.5
	P2		M0	24.8
			MF	28.4

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

Figura N° 16: Variación Temperatura después del tratamiento del agua residual porcino con el pasto *Vetiveria zizanooides*.



Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

La tabla 25 y figura 16 muestran las variaciones de temperatura obtenidos durante el tratamiento del agua residual porcino con pasto *Vetiveria zizanooides*, obteniendo resultados desde 27.5 °C – 28.5 °C.

v. DISCUSIÓN

OE1: De acuerdo al objetivo específico 1: **Determinar las concentraciones iniciales (pre tratamiento) de los parámetros físicos y químicos del agua residual**, se demostró que en un inicio las concentraciones de los parámetros evaluados mostraron valores que sobrepasaron los límites máximos permisibles establecidos en la norma colombiana Resolución 631-2015, capítulo VI- Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas (ARND) a cuerpos de aguas superficiales- sector ganadería de porcinos-beneficio, los valores fueron los siguientes para Demanda Química de Oxígeno (40847 mg/L), Demanda Bioquímica de Oxígeno (29550 mg/L), Nitratos (<0,05), Sulfatos (18 mg/L), Fosfatos (2000.873 mg/L), Solidos totales disueltos (864.8 mg/L), Solidos totales suspendidos (783.3 mg/L), Nitrógeno Total (0.438 mg/L), para Nitrógeno Amoniacal (2011.968 mg/L), en cuanto al pH mostró valor de 7.1 unidades, y con Temperatura de 24.8 °C, algo similar pasó con el autor Seroja, et al.,(2018) en su investigación determinó las concentraciones de parámetros fisicoquímicos en el tratamiento de agua residual de una industria de tofu utilizando *Vetiver zizanooides*, donde evidenciaron que las concentraciones de los contaminantes sobrepasaron los estándares de calidad, mostrando valores para Demanda Química de Oxígeno (5759 mg/L), Demanda Bioquímica de Oxígeno (580 mg/L), Solidos Totales Suspendidos (552 mg/L) y con pH de 3.9, por otro lado Agnes, et al., (2019), en su investigación también evidenció que sus parámetros evaluados antes de su tratamiento sobrepasaban los niveles máximos de contaminación, entonces comparando los resultados obtenidos en el presente estudio con los resultados de los autores tomados como antecedentes se evidenció que las concentraciones de los contaminantes en aguas residuales son elevados y al ser vertidos sin tratamiento en las fuentes perjudican la calidad del agua, así mismo Angasa et al.,(2019) en su evaluación tuvo valores iniciales de los parámetros fisicoquímicos mostrando resultados para Nitrógeno Total 95.2 % de carga orgánica, Fosforo Total 95.2 %., por su parte Kiungu et al., (2019) determinó las concentraciones iniciales de los parámetros fisicoquímicos en el tratamiento de aguas residuales porcinas, en Demanda Química de Oxígeno 1440 mg/L, Demanda Bioquímica de Oxigen 75 mg/L Nitratos 775

mg/L, Fosfatos 25 mg/L y Solidos totales disueltos 1432 mg/L, resultados que sobrepasaban los niveles máximos de contaminación

OE2: Con respecto al objetivo específico 2: **Determinar la concentración post tratamiento de los parámetros físicos y químicos teniendo en cuenta las características vegetativas del vetiver en agua residual**, se observó que las concentraciones de los parámetros físicos y químicos disminuyeron en cantidades considerables en los 3 meses de tratamiento, en la poza 1 en los 2 puntos de monitoreo, para Solidos Totales Suspendidos (SST) disminuyó de 783.3 mg/L a 54.3 y 53.7 mg/L, en la poza 2 disminuyó a 61.5 y 63.1 mg/L, en la poza 3 de 74.1 y 73.5 mg/L respectivamente, para Solidos Totales Disueltos (SDT) en la poza 1 redujo de 864.8 mg/L a 56.8 y 42.4 mg/L, en la poza 2 fue de 62.3 y 64.9 mg/L, en la poza 3 redujo a 80.4 y 78.3 mg/L, para sulfato hubo disminución de 18 mg/L a 4 mg/L en las pozas 1 y 2, mientras tanto en la poza 3 redujo a 5 mg/L, para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) redujeron de 29550 mg/L a 50.1 y 48.2 mg/L en la poza 1, en la poza 2 a 210.3 y 209.6 mg/L, finalmente en la poza 3 redujo a 99.8 y 98.2 mg/L; en Demanda Química de Oxígeno (DQO) disminuyeron de 4084.7 mg/L en la poza 1 a 76.4 y 75.3, en la poza 2 a 358.6 y 357.2 mg/L, para la poza 3 fue de 156.6 y 152.4 mg/L; respecto al Nitrógeno Total hubo disminución de 0.438 mg/L a 0.111 y 0.11 mg/L en la poza 1, 0.135 y 0.136 mg/L en la poza 2, 0.128 y 0.125 en la poza 3, concerniente al Nitrógeno Amoniacal (NH_4^+) redujeron de 2011.968 mg/L en la poza 1 a 30.684 y 28.563 mg/L, en la poza 2 redujo a 60.113 y 61.221 mg/L, en la poza 3 disminuyó a 39.654 y 38.223 mg/L, para el Nitrato (NO_3^-) en las 3 pozas las concentraciones fueron <0.05 , para Fosfato (PO_4^{3-}) redujeron de 200.873 mg/L a 1.21 y 1.2 mg/L en la poza 1, mientras tanto en la poza 2 a 3.921 y 3.9 mg/L, en la poza 3 fue de 1.896 y 1.863 mg/L., mientras tanto para pH los valores fueron entre 7.3 y 7.4, finalmente para la Temperatura se observa entre 27.°C y 28.5°C, respecto a las características vegetativas de la planta se evidenció que los tallos crecieron entre 3 a 5 cm y la raíz creció 6 cm con cobertura de hojas largas y rígidas en la poza 1 cada 5 días en un periodo de 3 meses, mientras tanto en la poza 2 la altura de la planta crecieron 10 cm y la raíz 12 cm cada 10 días, finalmente en la poza 3 se evidenció crecimiento

de tallos y raíz de 15 y 18 cm respectivamente, del mismo modo el autor Hernandez et al.,(2020) en su investigación determinó los valores de parámetros fisicoquímicos en la fitorremediación de aguas residuales con pasto *vetiver zizanoides*, evidenciando reducción de contaminantes para fósforo total de 10 mg/L a 1 mg/L, Oxígeno disuelto de < 1 mg/L a 8 mg/L y nitrógeno de 100 mg/L bajó a 6 mg/L, por su parte Angasa, et al., (2019) evaluaron el desempeño de fitorremediación con el pasto vetiver en la remoción de contaminantes, evidenciando reducción para oxígeno disuelto disminuyó de (95 % a 90,8 %), Nitrógeno total (95,2 % a 86, 8 %), y Fosforo total de (95, 2 % a 88,5 %), entonces deducimos que gracias al crecimiento y desarrollo radicular del pasto Vetiver se pudo reducir las concentraciones de los contaminantes , evidenciando que a mayor crecimiento de las raíces la eliminación de concentraciones es mayor, Ngilangil y Quinquito (2020) en su investigación indica que el pasto *vetiver* creció entre 20 cm a 33,83 cm aproximadamente durante el periodo de tratamiento y sus raíces aumentaron de 10 cm a 36,83 cm, por su parte Almeida et al.,(2019)), determinaron el potencial del Vetiver zizanoides encontró mayor tasa de remoción en la cama 1 con respecto al Nitrato (NO_3^-) con 42 % y para DQO con 55 %, mientras tanto en cama 2 para NO_3^- en 43 %, el autor Worku et al., (2018) evidenció significativos valores en la remoción de contaminantes con el pasto vetiver para Demanda Bioquímica de Oxígeno redujo en 73 % y Demanda Química de Oxígeno hasta 58 % sin ningún cambio significativo ($p>0.05$), por lo que la eficiencia de remoción para DBO_5 fue de 47.73% y DQO (35.58%), durante el tiempo que tardó la experimentación se notó que las concentraciones de salida de DBO_5 y DQO sembradas con vetiver eran menores que de las unidades sin sembrar, lo que muestra de manera contundente el efecto beneficioso del vetiver para tratar aguas residuales, haciendo mención a Granados (2018) menciona que la fitorremediación con vetiver es una técnica de purificación ya que se aprovecha la capacidad de los tallos y raíces para eliminar o disminuir contaminantes, y son capaces de crecer en ambientes contaminados por la gran capacidad que tienen las raíces, la tecnología al utilizar la especie vetiver para el tratamiento de agua residual y lixiviados son comprobados que es un potencial fitorremediador, además de que puede

sobrevivir en condiciones de hasta 14°C a 55°C, por lo que la raíz de la especie es eficiente al absorber los contaminantes (Darajeh et al., 2019).

Finalmente, concerniente al objetivo general, **Evaluar la eficiencia de remoción en la aplicación del vetiver (*Vetiveria zizanoides*), para tratar aguas residuales generadas en una granja porcina, San Martín 2022**, se evidenció gran disminución de contaminantes de los parámetros evaluados en cada poza de tratamiento, mostrando mayor eficiencia de remoción en la poza 1, se muestran resultados en la poza 1, poza 2 y en la poza 3 para Sólidos Totales Suspendidos remoción del 93.10%, 91.90 % y 90.60 % respectivamente, en Sólidos Totales Disueltos removi6 en 95.10 %, 92.80 % y 90.90 %, en Sulfatos tuvo eficiencia de 77.80 %, 92.80 % y 90.90 %, para Demanda Bioquímica de Oxígeno 99.80 %, 99.30 %, 99.70 %, respecto a Demanda Química de Oxígeno 99.80 %, 99.10 %, 99.60 %, en Nitr6geno Total 74.90 %, 69.20 %, 71.50 %, concerniente a Nitr6geno Amónico 98.60 %, 97 % y 98.10 %, y para Nitrato se concentraciones <0.05 , en Fosfato hubo remoci6n al 100% en las 3 posas siendo el m6s eficiente, finalmente para los par6metros de pH y Temperatura tuvo variaci6n de valores, mientras tanto, Purihuam6n, *et al.*, (2018), mostr6 su mejor resultado en la eliminaci6n de Sólidos Totales Suspendidos en 95.51 %, y para Sólidos totales disueltos redujo entre 93.4 %, y 95.1 %, mientras tanto Udoma *et al.*, (2018) evidenci6 reducci6n de Sólidos totales disueltos en 63,61 %, y para Sulfato disminuy6 77.8 %, para Demanda Bioquímica de Oxígeno disminuy6 en 99.8 % , tambi6n el autor Ngilangil y Quintito (2020) en Demanda Bioquímica de Oxígeno elimin6 concentraciones en 96,85%; para Demanda Química de Oxígeno disminuy6 en 98 %, y Agnes, *et al.*, (2019) mostr6 su mejor resultado de Demanda Química de Oxígeno en 84.51 %; en Nitr6geno Total redujo en 74.7 % y 74.9 %, mientras tanto Angassa, *et al.*,(2019) en Nitr6geno total redujo entre 95,2 % y 86, 8 %; en Nitr6geno Amónico redujo entre 98.5 % y 98.6 % por su parte Gian, *et al.*, (2020) evidenci6 reducci6n en Nitr6geno Amónico de 96.67 %; en Nitrato se mantuvo con valores <0.05; Fosfato redujo en 100 % mientras tanto, Gian, *et al.*,(2020) mostr6 reducci6n para Fosfatos en 91.34%; finalmente los valores de Ph y Temperatura fueron variados y De acuerdo a Ngilangil y Quintito (2020), Obtuvo resultados que demuestran la

eficacia del *Vetiver zizanooides*, para DBO5 donde eliminó concentraciones en 96,85%, para nitrato 96,51 %, en fosforo (55,92 %), SST (65,01 %), en cuanto a las características de las plantas crecieron entre 20 cm a 33,83 cm aproximadamente durante el periodo de tratamiento, por su parte las raíces también aumentaron de 10 cm a 36,83 cm, por lo que concluimos que el pasto *Vetiver zizanooides* fue eficiente para remover los contaminantes del agua residual debido al crecimiento radicular de las plantas y admitiendo que es capaz de adaptarse al agua porcino totalmente contaminado, el autor Astuti et al.,(2018) en su investigación utilizaron la fitorremediación para eliminar los contaminantes mediante el uso del *Vetiver zizanooides* en el tratamiento de agua residual donde observó características del crecimiento del pasto y su capacidad de remoción contaminantes los resultados evidenciaron al vetiver con capacidad de adaptarse en medios contaminantes durante 70 días, donde la generación de plantas para el tallo alcanzó de 70.1 % a 81.8 %, en las hojas de 60.6 % a 75.8 % y las raíces en 71.7 % y 78.5 %; también evidenciaron la remoción de contaminantes del Nitrógeno (78.5 % y 57.9 %), Fosforo (83.5 % y 69 %), DQO (76 % , 65.3 %), DBO (68.6 % y 64.8 %), fenol (98.6 % , 95.8%), Plomo (73.3 % , 61.5 %), y zinc (88.5 % y 82.8 %).

VI. CONCLUSIONES

OE1: Concerniente al objetivo específico 1 concluimos que se determinó las concentraciones iniciales de los parámetros físicos y químicos del agua residual evidenciando que los valores sobrepasaron los límites máximos permisibles establecidos en la norma colombiana Resolución 631-2015, capítulo VI- Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas (ARND) a cuerpos de aguas superficiales- sector ganadería de porcinos-beneficio.

OE2: De acuerdo al objetivo específico 2 concluimos que se determinó las concentraciones de los parámetros físicos y químicos pos tratamiento evidenciando que las concentraciones de los contaminantes redujeron en significativas cantidades, en ello influyó las características vegetativas del pasto vetiver ya que debido al crecimiento y desarrollo radicular se pudo reducir las concentraciones de los contaminantes, además se concluye que el *Vetiver zizanooides* se adaptó a las condiciones del agua residual de la granja porcino logrando un buen crecimiento radicular, finalmente el crecimiento de las raíces es importante porque a mayor crecimiento radicular es mayor el porcentaje de

remoción ya que la raíz ayudó a absorber los nutrientes en las pozas de fitorremediación.

Finalmente, concerniente al objetivo general se pudo evaluar la eficiencia de remoción del vetiver (*Vetiveria zizanoides*) mostrando los porcentajes de eliminación en cada poza de tratamiento, entonces se concluye que el pasto *Vetiver zizanoides* fue eficiente para remover los contaminantes del agua residual generados en la granja porcino.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendamos a los dueños de la granja agropecuaria San Isidro S.A.C considerar el tratamiento de sus vertimientos de agua residual con el pasto *Vetiver zizanoides* para mejorar las concentraciones de sus contaminantes ya que se pudo evidenciar cuan eficiente es en la eliminación

Recomendamos también a los futuros investigadores que para tener mayor significancia en la remoción de contaminantes se debe ampliar el periodo de tratamiento, además de utilizar las mejores plantas para que puedan acondicionarse al agua residual.

Al Organismo Evaluador y Fiscalizador Ambiental (OEFA) hacer evaluaciones y visitas inopinadas a las empresas generadoras de aguas residuales de sus procesos productivos, con la finalidad de poder determinar las condiciones de sus vertimientos a los cuerpos receptores y el grado de responsabilidad que tienen estas organizaciones en el deterioro ambiental dentro su área de influencia directa.

Motivar a las empresas productoras o generadoras de efluentes contaminantes de su proceso productivo a diseñar estanques apropiados y experimentar el tratamiento de sus residuos líquidos con plantas (fitorremediación) con la finalidad de que su vertimiento sea dispuesto a un cuerpo receptor con menor carga contaminante y haciendo que estos desechos cumplan por lo menos las concentraciones que la normativa ambiental establece.

Finalmente, a los gobiernos locales formular proyectos de fitorremediación de aguas residuales con el pasto Vetiver zizanooides para ayudar a controlar los niveles de concentraciones de contaminantes y mejorar la calidad del agua.

REFERENCIAS

1. ALMEIDA, Adelaida, et al. (2019). Phytoremediation potential of *Vetiveria zizanioides* and *Oryza sativa* to nitrate and organic substance removal in vertical flow constructed wetlands systems. *Ecological and engineering*. (en línea). Poland: vol. 138, pp. 19-27. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.06.020>.
2. ALVAREZ Valencia, Luis Humberto et al. (2019) Potencial biotecnológico para la valorización de residuos generados en granjas porcinas y cultivos de trigo. *Entreciencias: diálogos soc. conoc.* 2019, vol.7, n.21 pp.1-21. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-80642019000300001&lng=es&nrm=iso. Epub 11-Jun-2020. ISSN 2007-8064. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.21.70799>.
3. ANGASSA, Kenatu, et al. (2019). Effect of hydraulic loading on bioremediation of municipal wastewater using constructed wetland planted with vetiver grass, Addis Ababa, Ethiopia. *Nanotechnology for Environmental Engineering*, vol. 4, no 1, p. 1-11. <https://doi.org/10.1007/s41204-018-0053>.
4. ARIAS, A; Ramirez, A; Fernandez, V And Sanchez, N E. (2018) The use of Common Duckweed (*Lemna minor*) in the treatment of wastewater from the washing of sisal fiber (*Furcraea bedinghausii*) Lenteja de agua (*Lemna minor*) para el tratamiento de las aguas residuales que provienen del lavado de la fibra de fique (*Furcraea bedinghausii*). *Ing. compet.* vol.18, n.2, pp.25-34. ISSN 0123-3033.
5. ASTUTI, Jovita Tri; Sriwuryandari, Lies; Sembiring, Tarzan. Application of Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) on Phytoremediation of Carwash Wastewater. Application of Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) on Phytoremediation of Carwash Wastewater. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 2018, vol. 41, no 3.
6. BAYONA, E. (2019). Alerta ambiental: dos granjas de cada tres contaminan los acuíferos. Disponible en: <https://arainfo.org/alerta-ambiental-dos-granjas-de-cadatres-contaminan-los-acuiferos/>
7. BENAVIDES, Bolaños J., et al. Cadmium phytoextraction by *Helianthus annuus* (sunflower), *Brassica napus* cv Wichita (rapeseed), and

- Chrysopogon zizanioides (vetiver). *Chemosphere*, 2021, vol. 265, p. 129086.
8. CAMPOS, M. G. (2022), Soxhlet del inventor al método. Saber más. Disponible en: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/244-numero-29/450-soxhlet-del-inventor-al->
 9. CHINTANI, Yuanita Sekar, et al. Uptake and release of chromium and nickel by Vetiver grass (Chrysopogon zizanioides (L.) Roberty). *SN Applied Sciences*, 2021, vol. 3, no 3, p. 1-13.
 10. DARAJEH, Negisa, et al. Effectiveness of Vetiver Grass versus other Plants for Phytoremediation of Contaminated Water. 2019. Disponible en: <https://researcharchive.lincoln.ac.nz/handle/10182/10994>
 11. DANH, Luu Thai, et al. Vetiver grass, Vetiveria zizanioides: a choice plant for phytoremediation of heavy metals and organic wastes. *International journal of phytoremediation*, 2019, vol. 11, no 8, p. 664-691.
 12. DAVAMANI, Veeraswamy, et al. Hydroponic phytoremediation of paperboard mill wastewater by using vetiver (Chrysopogon zizanioides). *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, vol. 9, no 4, p. 105528.
 13. DÍAZ I, A, Cáceres M. P, Romero J. M. (2018). Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria: meta-análisis de las investigaciones publicadas en WOS y Scopus. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*.
 14. GARZON-Zuniga, Marco Antonio y Buelna, Gerardo. Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 2019, vol.30, pp.65-79. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000100006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0188-4999
 15. GIANG, L. V., et al. (2020). Study on organic pollution treatment from Van Thanh canal water by vetiver grass model on gravel and sand in water circulation conditions. En *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, (en línea). China: p. 012087. (consultado en: 01 de junio 2022). Disponible en: doi:10.1088/1757-899X/991/1/012087

16. GOMEZ-Duarte, Oscar G. Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. *rev.fac.med.* 2018, vol.66, n.1, pp.7-8. ISSN 0120-0011. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.70775>.
17. GRANADOS, M. (2018). Estudio de factibilidad de la Implementación de Humedales Artificiales para el tratamiento de Aguas Residuales en ecosistemas de Alta Montaña en Toquilla. Universidad Libre Departamento de Postgrados Gerencia Ambiental. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/d98f/43193aa3f9b060a02a34a0fd9eb757e65d90.pdf>
18. GROVER, Madhuri, et al. Potential therapeutic effect of *Chrysopogon zizanioides* (Vetiver) as an anti-inflammatory agent. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021, vol. 28, no 13, p. 15597-15606.
19. HUARACA BAZÁN, Kennit Bryan. Diferentes protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña sobre las características fisicoquímicas de abonos orgánicos. 2020.
20. HERNÁNDEZ, C. E. (2019); Metodología de la investigación Introducción a los tipos de muestreo. Revista científica del instituto nacional de salud. ALERTA
21. HERNÁNDEZ GALVÁN, Claudia Lizeth, RODRÍGUEZ PÉREZ, Carlos Alberto y OVIEDO CELIS, Ricardo Andrés, (2020). *Evaluación de la efectividad en la recuperación de aguas contaminadas por hidrocarburos, mediante la técnica de Fitorremediación utilizando Pasto Vetiver*. Colombia : LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technolo. Disponible en: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1316/Articulo%20%20-%20Fitorremediaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. HERNÁNDEZ, J. (2022), Fundamentos del GPS y aplicación con navegadores. Disponible en: <https://www.eweb.unex.es/eweb/exgrafica/Tema14.pdf>.
23. ISLAM, Md Azijul, et al. Influence of vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides*) on infiltration and erosion control of hill slopes under

- simulated extreme rainfall condition in Bangladesh. *Arabian Journal of Geosciences*, 2021, vol. 14, no 2, p. 1-14.
24. JIRU, Endale Bekele; WARI, Buchura Negesse. role of Vetiver Grass (*Vetiver zizanioides* L.) for soil and water conservation in Ethiopia. *International Journal of Agricultural Economics*, 2019, vol. 4, no 3, p. 87.
25. JUNCO, J (2022), Equipo multiparámetro: Monitoreo ambiental Disponible en: <https://www.monitoreoambiental.com/equipo-multiparametro/>
26. KHAN, Anish, et al. Extraction and characterization of vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides*) and kenaf fiber (*Hibiscus cannabinus*) as reinforcement materials for epoxy based composite structures. *Journal of Materials Research and Technology*, 2020, vol. 9, no 1, p. 773-778.
27. KIUNGU, Agnes, S. GUYO, Paul. M. y MAGANGA, Justin. K. (2019). Potential Vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides*) in phytoremediation of Kipevu wastewater. *Kenya Aquatic Journal*. (en línea). Kenia: vol. 5. Issue 01, pp1-8. (consultado 02 de junio del 2022). Disponible en: <https://elibrary.pu.ac.ke/bitstream/handle/123456789/847/2019%20-%20Article%201.pdf?sequence=1&isAllowe>.
28. KOUPAI, J. Abedi; JAMALIAN, M. A.; DORAFSHAN, M. M. Improving isfahan landfill leachate quality by phytoremediation using vetiver and phragmites plants in green space irrigation. *Journal of Water and Wastewater*, 2020, vol. 31, no 3, p. 101-111.
29. LAL, R. K., et al. Genetics of essential oil yield and their component traits in vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty). *J. Med. Plants. Studies*, 2020, vol. 8, no 4, p. 56-64.
30. LAL, R. K., et al. Multi-years/environmental evaluation for high photosynthetic, bio-efficient and essential oil genotypes selection in the breeding of vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) crop. *Journal of Essential Oil Research*, 2021, vol. 33, no 5, p. 471-487.
31. LEONARDO, Celso Nazario Purihuamán; Díaz, María Ysabel Rojas. Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie vetiver (*chrysopogon zizanioides*) en humedales de flujo subsuperficial. *Tzhoeco*, 2018, vol. 10, no 1, p. 13-24. Disponible en: <https://doi.org/10.26495/rtzh1810.125751>

32. LU, Yan-hui; ZHENG, Xu-song; LU, Zhong-xian. Application of vetiver grass *Vetiveria zizanioides*: Poaceae (L.) as a trap plant for rice stem borer *Chilo suppressalis*: Crambidae (Walker) in the paddy fields. *Journal of Integrative Agriculture*, 2019, vol. 18, no 4, p. 797-804.
33. MARTÍNEZ González, Benicio. Evaluación de impactos ambientales en la industria porcina y propuestas de mejora en el manejo de purines. Estudio de caso [en línea]. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Ciencias, 2019-10 Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/175505>>
34. MAHMOUDPOUR, Mahdi, et al. (2021). Evaluation of phytoremediation potential of vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides* (L.) roberty) for wastewater treatment. *Advances in Materials Science and Engineering*. (en línea). Kurdistan: vol. 2021, pp. 12. (consultado: 01 de junio 2022). Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2021/3059983>.
35. MASINIRE, Farai, et al. Phytoremediation of Cr (VI) in wastewater using the vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides*). *Minerals Engineering*, 2021, vol. 172, p. 107141.
36. NEUS, P. (2019). Día Mundial del Agua: Las cifras siguen siendo alarmantes. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/natural/20190322/461164578761/dia-mundialagua-2019-cifras.html>
37. NGILANGIL, Leonora E.; QUINQUITO, Joana N. (2020). Effectiveness of Vetiver (*Vetiver zizanioides*) in purifying wastewater from pig farm. *Transacciones de ingeniería química*. (en línea). Philippines: vol. 78, pág. 259-264. (consultado: 01 de mayo del 2022). ISSN:2203-9216. Disponible en: <https://doi.org/10.3303/CET2078044>.
38. NGILANGIL, Leonora E.; QUINQUITO, Joana N. Effectiveness of vetiver (vetiver *zizanioides*) in purifying wastewater from pig farm. *Chemical Engineering Transactions*, 2020, vol. 78, p. 259-264.
39. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2018). Fiscalización ambiental en aguas residuales. Biblioteca Nacional Del Perú N° 2014-05991, 42. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

40. ORTIZ, Ana María Aveiga, et al. Variaciones físico-químicas de la calidad del agua del río Carrizal en Manabí. *Enfoque UTE*, 2019, vol. 10, no 3, p. 30-41.
41. PANJA, Saumik, et al. Uptake and transformation of ciprofloxacin by vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides*). *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2019, vol. 142, p. 200-210.
42. PACCO, Anyi et al. Propuesta de parámetros de diseño de un reactor UASB para el tratamiento de aguas residuales porcinas. *Scientia Agropecuaria* [online]. 2018, vol.9, n.3 pp.381-391. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-991720180003000009&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2077-9917. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.09>
43. PANJA, Saumik; SARKAR, Dibyendu; DATTA, Rupali. Vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides*) is capable of removing insensitive high explosives from munition industry wastewater. *Chemosphere*. Estados Unidos: vol. 209, p. 920-927. Disponible en: DOI: [10.1016/j.chemosphere.2018.06.155](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.155)
44. PARNIAN, Amir; FURZE, James Nicholas. (2021). Vertical phytoremediation of wastewater using *Vetiveria zizanioides* L. *Environmental Science and Pollution Research*. (en línea). Iran: vol. 28, no 45, p. 64150-64155. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11906-6>
45. PUSPIYO NUGROHO, Andhika, et al. (2021). Phytoremediation of electroplating wastewater by vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides* L.). *Scientific Reports*. (en línea). Indonesia: vol. 11, no 1, p. 1-8. (consultado: 01 de junio del 2022). Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93923-0>.
46. RIVERA, I. (2018). Evaluación del potencial fitorremediador de metales pesados del vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en la laguna de oxidación del municipio de Jerusalén. Colombia. Disponible en: https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/3438/Rivera_P%C3%A1ez_Ingrith_Patricia_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

47. ROJAS DÍAZ, María Ysabel y PARIHUAMAN LEONARDO, Celso Nazario, (2018), Tratamiento de aguas residuales con la especie vetiver en humedales con flujo subsuperficial. *Revista Tzhoecoen*. (en línea). Perú: vol. 10, nº 1. (consultado junio del 2022). ISSN: 1997-8731. Disponible en: <https://doi.org/10.26495/rtzh1810.125751>
48. ALERNO, K. (2020). “Es más importante tener agua limpia que carne barata”, dice Greenpeace. Disponible en: <https://www.cambio16.com/es-mas-importante-tener-agua-limpia-que-carne-barata-el-mensaje-de-greenpeace-a-espana>.
49. NDOVAL-HERAZO, Mayerlin, et al. (2020). *Evaluation of the performance of vertical partially saturated constructed wetlands for sewage treatment swine. Agroecosistemas tropicales y subtropicales*, vol. 23, nº 2, pág. 38. Disponible en: <https://www.researchgate.net>
50. SANTOS, G. (2018); Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres en Lupus – Puebla. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas – México
51. SANTOS, Kátia Andressa, et al. Extraction of vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) root oil by supercritical CO₂, pressurized-liquid, and ultrasound-assisted methods and modeling of supercritical extraction kinetics. *The Journal of Supercritical Fluids*, 2019, vol. 150, p. 30-39.
52. SEROJA, Romi; EFFENDI, Hefni; HARIYADI, Sigid. Tofu wastewater treatment using vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) and zeliac. *Applied water science*, 2018, vol. 8, no 1, p. 1-6.
53. SIAP. (2019a). Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. Disponible en : <http://www.siap.gob.mx> consultado en octubre 2019.
54. SINGH, Shraddha; MISHRA, Himanshu; SUPRASANNA, P. Evaluation of arsenic remediation, morphological and biochemical response by *Vetiveria zizanioides* L. plants grown on artificially arsenic contaminated soil: A field study. *Ecological Engineering*, 2021, vol. 168, p. 106267.
55. TAMBUNAN, Jenny Anna Margaretha; EFFENDI, Hefni; KRISANTI, Majariana. Phytoremediating Batik Wastewater Using Vetiver *Chrysopogon zizanioides* (L). *Polish Journal of Environmental Studies*, 2018, vol. 27, no 3.

56. TANYA MOROCHO, Mariuxi y LEIVA-MORA, Michel. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Ctro. Agr.* [online]. 2019, vol.46, n.2 [citado 2022-03-09], pp.93-103. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&nrm=iso. ISSN 2072-2001.
57. TRUONG, Pablo. Vetiver system for environmental protection. *Vetivan Consulting, Brisbane*, 2019. Disponible en: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.535.5491&rep=rep1&type=pdf>
58. UDOMA, I.J, .C.C, Mbajjorgub y E.O., Obohoc. 2018. Development and evaluation of a constructed pilot-scale horizontal subsurface flow wetland treating piggery wastewater. 4, s.l. : Ain Shams Engineering Journal, 2018, Vol. 9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.04.002>
59. UNESCO. *Encuentros sobre el agua*. s.l. : UNESCO, Disponible en: <https://www.unescoetxea.org/dokumentuak/EncuentrosAgua.pdf>
60. UFRA C. S., A. A. (2017). Identificación de macrofitas de uso potencial fitorremediador de contaminación. Disponible en :

ANEXOS

Tabla N° 26: Matriz de consistencia

Título: Aplicación del vetiver (*Vetiveria zizanooides*), para tratar aguas residuales generadas en una granja porcina, San Martín 2022.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p>Problema general: PG: ¿Cuál es la eficiencia de remoción en la aplicación del vetiver (<i>Vetiveria zizanooides</i>), para tratar aguas residuales generadas en una granja porcina, San Martín 2022?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>PE1: ¿Cuál es la concentración inicial (pre tratamiento) de los parámetros físicos y químicos del agua residual generadas en una granja porcina, San Martín 2022?</p> <p>PE2: ¿Cuál es la concentración post tratamiento de los parámetros físicos y químicos teniendo en cuenta las características vegetativas del vetiver en agua residual generadas en una granja porcina, San Martín 2022?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>OG: Evaluar la eficiencia de remoción en la aplicación del vetiver (<i>Vetiveria zizanooides</i>), para tratar aguas residuales generadas en una granja porcina, San Martín 2022</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>OE1: Determinar las concentraciones iniciales (pre tratamiento) de los parámetros físicos y químicos del agua residual</p> <p>OE2: Determinar la concentración post tratamiento de los parámetros físicos y químicos teniendo en cuenta las características vegetativas del vetiver en agua residual.</p>	<p>HG: La aplicación del vetiver relacionada con las características de la planta influye significativamente sobre los niveles de contaminación (físicoquímica).</p>	<p>Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> -Observación directa -Descripción -Toma de muestras -Análisis a nivel de laboratorio <p>Instrumento</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ficha de observación -Cadena de custodia
Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones	

<p>Diseño: Experimental,</p> <p>Tipo Aplicada</p>	<p>Población -Macroinvertebrados colectados.</p> <p>Muestra - 270 plantas de la especie de Vetiver zizanoides - 1500 Lt de agua residual</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1200 272 1377 325">Variables</th> <th data-bbox="1377 272 1709 325">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1200 325 1377 579" rowspan="3">Independiente: Aplicación del Vetiver</td> <td data-bbox="1377 325 1709 411">Características de la planta</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1377 411 1709 497">Características de los reactores.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1377 497 1709 579">Condiciones de operación</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1200 579 1377 767" rowspan="2">Dependiente: Tratamiento de agua residual</td> <td data-bbox="1377 579 1709 724">Niveles de contaminación (físicoquímicas y microbiológicas)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1377 724 1709 767">Porcentaje de remoción</td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Independiente: Aplicación del Vetiver	Características de la planta	Características de los reactores.	Condiciones de operación	Dependiente: Tratamiento de agua residual	Niveles de contaminación (físicoquímicas y microbiológicas)	Porcentaje de remoción	
Variables	Dimensiones											
Independiente: Aplicación del Vetiver	Características de la planta											
	Características de los reactores.											
	Condiciones de operación											
Dependiente: Tratamiento de agua residual	Niveles de contaminación (físicoquímicas y microbiológicas)											
	Porcentaje de remoción											

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. Andi Lozano Chung

Nosotros, Rodolfo Ricardo Durand Pérez y Carlos García García identificados con DNI N.º 47545503, 70161686, alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de la facultad de Ingenierías y Arquitectura de la escuela de Ingeniería Ambiental, nos presentamos ante usted con debido respeto y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando, titulada: "Aplicación Del Vetiver (*Vetiveria Zizanoides*), Para Tratar Aguas Residuales Generadas En Una Granja Porcina, San Martín 2022", solicitamos a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Cadena de custodia.
- Fichas de campo.

Por tanto:

A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Tarapoto, 14 de junio del 2022.



Rodolfo Ricardo Durand Pérez
DNI: 47545503



Carlos García García
DNI: 70161686

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. Juan Luis Ruiz Aguilar

Nosotros, Rodolfo Ricardo Durand Pérez y Carlos García García identificados con DNI N.º47545503, 70161686, alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de la facultad de Ingenierías y Arquitectura de la escuela de Ingeniería Ambiental, nos presentamos ante usted con debido respeto y le manifestamos:

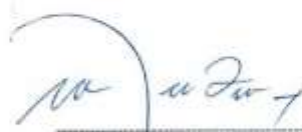
Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando, titulada: "Aplicación Del Vetiver (*Vetiveria Zizanooides*), Para Tratar Aguas Residuales Generadas En Una Granja Porcina, San Martín 2022", solicitamos a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Cadena de custodia.
- Fichas de campo.

Por tanto:

A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Tarapoto, 14 de junio del 2022.



Rodolfo Ricardo Durand Pérez
DNI: 47545503



Carlos García García
DNI: 70161686

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Blga. Luz Margarita Colichon Carranza

Nosotros, Rodolfo Ricardo Durand Pérez y Carlos García García identificados con DNI N.º47545503, 70161686, alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de la facultad de Ingenierías y Arquitectura de la escuela de Ingeniería Ambiental, nos presentamos ante usted con debido respeto y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando, titulada: "Aplicación Del Vetiver (*Vetiveria Zizanooides*), Para Tratar Aguas Residuales Generadas En Una Granja Porcina, San Martin 2022", solicitamos a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Cadena de custodia.
- Fichas de campo.

Por tanto:

A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Tarapoto, 14 de junio del 2022.



Rodolfo Ricardo Durand Pérez
DNI: 47545503



Carlos García García
DNI: 70161686



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

ALAB
LABORATORIO

Orden del cliente: **Labing Consultores S.A.C**
 Persona de contacto: **Dr. Andrés Pizarro Chávez** Cargo: **Técnico**
 Nombre del proyecto: **Asesoría en el Manejo de Residuos Sólidos (MRS) para Factor de Valor Agregado (FVA) en la Granja Páez, San Martín**
 Observaciones: **en una granja paéza, San Martín**

Orden de servicio: **OS-2022-0805** Pág. 01 de 02
 País de Muestreo: **PE**
 Informe de etapa: **FE-22-282**
 Procedencia o lugar de muestreo: **R.R. San Isidro - Páez de San Martín**

Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Utilización	N° Frascos	Muestreo en sitio		Muestreo en laboratorio				Observaciones
			Grupo	Sub-grupo			Contenedor (L/V)	V	F	Tª (°C)	pH	CE (µmhos/cm)	
1 ARI-TO 04083	A-22	28-02-2022 16:00	OC	Agua potable	19283594 E:052871	06	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													

Descripción del equipo utilizado:

Nº	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Características / Comentarios:

Calificación de la Matriz Agua: Ref. NTP 214.02

10. Agua potable	10.000000	10.000000	10.000000
11. Agua de consumo	11.000000	11.000000	11.000000
12. Agua de riego	12.000000	12.000000	12.000000
13. Agua de lluvia	13.000000	13.000000	13.000000
14. Agua de mar	14.000000	14.000000	14.000000
15. Agua de río	15.000000	15.000000	15.000000
16. Agua de lago	16.000000	16.000000	16.000000
17. Agua de manantial	17.000000	17.000000	17.000000
18. Agua de mina	18.000000	18.000000	18.000000
19. Agua de pozo	19.000000	19.000000	19.000000
20. Agua de nieve	20.000000	20.000000	20.000000
21. Agua de nieve derretida	21.000000	21.000000	21.000000
22. Agua de nieve derretida con sal	22.000000	22.000000	22.000000
23. Agua de nieve derretida con sal y azúcar	23.000000	23.000000	23.000000
24. Agua de nieve derretida con sal y azúcar y leche	24.000000	24.000000	24.000000
25. Agua de nieve derretida con sal y azúcar y leche y azúcar	25.000000	25.000000	25.000000
26. Agua de nieve derretida con sal y azúcar y leche y azúcar y leche	26.000000	26.000000	26.000000
27. Agua de nieve derretida con sal y azúcar y leche y azúcar y leche y azúcar	27.000000	27.000000	27.000000
28. Agua de nieve derretida con sal y azúcar y leche y azúcar y leche y azúcar y leche	28.000000	28.000000	28.000000
29. Agua de nieve derretida con sal y azúcar y leche y azúcar y leche y azúcar y leche y azúcar	29.000000	29.000000	29.000000
30. Agua de nieve derretida con sal y azúcar y leche y azúcar y leche y azúcar y leche y azúcar y leche	30.000000	30.000000	30.000000

Muestreado por: **Rochi Carón Cornejo**
 Fecha: **28/02/2022**
 Firma: *[Firma]*

Uso: ULAB Cliente

Carta de solicitud al encargado de Granja Porcina

CARTA DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN

Ing. César Augusto Rojas Reátegui.
Granja Porcina San Isidro ubicado en la carretera Tarapoto – Yurimaguas KM 6
distrito de la banda de shilcayo.

Fecha 10/02/2022

Estimado: Ing. César Augusto Rojas Reátegui

Somos CARLOS GARCÍA GARCÍA Y RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ,
estudiantes del CURSO DE TITULACION de la UNIVERSIDAD CESAR
VALLEJO.

Tengo entendido que usted es el propietario de la granja porcina SAN ISIDRO,
y me gustaría solicitar su permiso para utilizar sus instalaciones para poder
así desarrollar nuestro proyecto, que consta en utilizar las plantas llamada
VETIVER (vetiveria zizanoides) que crecen en sus instalaciones y que
tienen muchos beneficios ambientales, entre ellos la remoción de
sustancias contaminantes y metales pesados.

Mi fecha límite para terminar este proyecto es en el mes de mayo del presente
año.

Por favor necesito su autorización para el uso de sus instalaciones para realizar mi
proyecto y así poder desarrollarlo satisfactoriamente, esperando obtener muy
buenos resultados para la mejora ambiental de nuestros recursos en nuestros
futuros proyectos, fruto de nuestras investigaciones.

Gracias de antemano por considerar esta solicitud.

Atentamente:

Carlos García García

Rodolfo Ricardo Durand Perez

R&R SAN ISIDRO S.A.C.

César Augusto Rojas Reátegui
SUS GERENTE RUC: 2048090954

Ing. César Augusto Rojas Reátegui
PROPIETARIO

Validación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lozano Chung, Andi
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Nacional de San Martín Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de Custodia
- 1.5. Autores de Instrumento: Rodolfo Ricardo Durand Pérez, Carlos García García.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 14 de junio del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ruiz Aguilar, Juan Luis
1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo- Filial Tarapoto
1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de Custodia
1.5. Autores de Instrumento: Rodolfo Ricardo Durand Pérez, Carlos García García,

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 14 de junio del 2022


Juan Luis Ruiz Aguilar
Docente de la Universidad Cesar Vallejo

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Biga, Colichon Carranza, Luz Margarita
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Red de Salud del Dorado
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Bióloga
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de Custodia
- 1.5. Autores de Instrumento: Rodolfo Ricardo Durand Pérez, Carlos García García.

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 14 de junio del 2022


 LUZ MARGARITA
 COLICHON CARRANZA
 CBR 10386

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 4

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lozano Chung, Andi
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Nacional de San Martín Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Campo
- 1.5. Autores de Instrumento: Rodolfo Ricardo Durand Pérez, Carlos García García.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 14 de junio del 2022


 Dr. Andrés Lozano Chung
Docente Titular
C.V. 198416

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 5

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ruiz Aguilar, Juan Luis
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo- Filial Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Campo
- 1.5. Autores de Instrumento: Rodolfo Ricardo Durand Pérez, Carlos García García.

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 14 de junio del 2022


Juan Luis Ruiz Aguilar
DOCENTE DE TERCER NIVEL DE EDUCACIÓN SUPERIOR

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 6

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Blga. Colichon Carranza, Luz Margarita
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Red de Salud del Dorado
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Bióloga
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Campo
- 1.5. Autores de Instrumento: Rodolfo Ricardo Durand Pérez, Carlos García García.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 14 de junio del 2022


 LUZ MARGARITA
 COLICHON CARRANZA
 CBR 10395

Informes de resultados emitidos por el laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-2882

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: LOZANO CONSULTORES S.A.C.
2.-DIRECCIÓN	: Ramón Castilla N° 704 - Tarapoto
3.-PROYECTO	: APLICACIÓN DEL VETIVER (VETIVERIA ZIZANOIDES) PARA TRATAR AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA, SAN MARTIN 2022
4.-PROCEDENCIA	: R&R SAN ISIDRO - BANDA DE SHILCAYO
5.-SOLICITANTE	: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000000805-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-03-09

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-03-01
4.-PERIODO DE ENSAYO	: 2022-03-01 al 2022-03-09

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-2882

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aniones ²	EPA 300.0 Rev. 2.1, 1993, VALIDATED (Applied out of reach), 2019.	Determination of inorganic anions by ion chromatography
Demanda Bioquímica de Oxígeno ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Fosfato o Fósforo Reactivo Total ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - P E, 23 rd Ed. 2017	Phosphorus-Ascorbic Acid Method
Nitrógeno Amoniacal ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Ammonia), Ammonia-Selective Electrode Method
Nitrógeno Total ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-N C, 23rd Ed. 2017	Nitrogen (Total), Persulfate Method
Sólidos Suspendedos Totales ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-106 °C
Sólidos Totales Disueltos ¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23 rd Ed. 2017	Solids, Total Dissolved Solids Dried at 180 °C

¹⁾ EPA* : U. S. Environmental Protection Agency, Methods for Chemicals Analysis

²⁾ SMEWW* : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

²⁾ Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-2882

IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-09083
CÓDIGO DEL CLIENTE:				ARI-TO
COORDENADAS:				E 0052871
UTM WGS 84:				N 9283594
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:				26-02-2022 16:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	29 550,0
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	40 847,8
Fosfato o Fósforo Reactivo Total (*)	mg PL	0,004	0,010	200,873
Nitrógeno Amomiacal (*)	(mg N-NH3/L)	0,005	0,010	2 011,968
Nitrógeno Total †	mg/L	0,050	0,120	0,438
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg Total Suspended Solids/L	2	5	783,3
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg Total Dissolved Solids/L	2	5	864,8
Aniones				
Nitrato ‡	mg/L	0,02	0,05	<0,05
Sulfatos ‡	mg/L	0,2	0,5	18,0

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

‡ Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, *<= Menor que el L.D.M.

*: No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Certificado



Accreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación al:

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Laboratorio de Ensayo

Prolongación Zaramilla, Mz D2 Lt 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 25 de julio de 2019

Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Código N°: 0547-2019-INACAL-DA
Contrato N°: Adenda al Contrato de Acreditación
PKDS-16/INACAL-DA
Registro N°: 15-096

Fecha de emisión: 24 de julio de 2019

El presente certificado (este símbolo con su correspondiente Alcance de Acreditación y otros de cobertura) sólo que el usuario puede estar sujeto a ampliaciones, restricciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia (ver condiciones en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/temas/acreditacion) al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es miembro del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (ARM) del Inter American Accreditation Cooperator (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con el International Laboratory Accreditation Cooperator (ILAC).

DA-acr-05P-06M (rev. 0)

Anexo 7: Certificado IAS del laboratorio



CERTIFICATE OF ACCREDITATION

This is to attest that

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

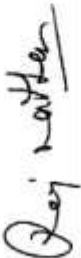
OFFICE: PROLONGACION ZARUMILLA MZ D2 LOTE3 - BELLAVISTA-PROV. CONSTITUCIONAL DEL
CALLAO-LIMA, PERU
LABORATORY: AV. GUARDIA CHALACA NO 1877 BELLAVISTA - PROV. CONSTITUCIONAL DEL CALLAO,
LIMA, REPUBLIC OF PERU

Testing Laboratory TL-833

has met the requirements of AC89, IAS Accreditation Criteria for Testing Laboratories, and has demonstrated compliance with ISO/IEC Standard 17025:2017, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. This organization is accredited to provide the services specified in the scope of accreditation.

Effective Date August 3, 2021





President

IAS is an ILAC MRA Signatory

Visit www.iasonline.org for current accreditation information.

Anexo 8: Calibración de equipos



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA
CON REGISTRO N° LC- 019

Certificado de Calibración

LA-169-2022



Pág. 1 de 1

- 1 **Cliente** : SOMLAB S.A.C
- 2 **Dirección** : Av. Póceres de la Independencia 3527 - San Juan de Lurigancho
- 3 **OTI** : 279C
- 4 **Datos del Instrumento**
- | | | | |
|---------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|
| . Instrumento de medición | : Medidor de pH* | . N° de serie del Instrumento | : 201200035389 |
| . Marca | : HACH | . N° de serie del Sensor | : 193242861376 |
| . Modelo | : HQ40d | . Intervalo de Indicación | : 2.00 pH a 14.00 pH |
| . Identificación | : SML-OPE-03 ** | . Resolución | : 0,01 pH |
- 5 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 6 **Fecha de calibración** : 2022-04-04
- 7 **Método de calibración.**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INACAL, 2 ed. 2017.

8 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24,7	52,8
Final	25,0	52,3

9 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.70	CC734725	2023-09-07
MRC pH 7	GGP-S-02.68	CC739808	2023-11-03
MRC pH 10	GGP-S-03.70	CC732766	2023-08-12

10 **Resultados de medición**

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,01	4,003	0,007	0,015
7,02	6,997	0,023	0,015
10,01	10,011	-0,001	0,015

11 **Observaciones**

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
- b) El coeficiente de correlación calculado es 1,0000
- * La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro
- ** Dato proporcionado por el usuario.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.
- Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa de GREEN GROUP PE S.A.C.

Fecha de emisión

2022-04-06


ISAIAS CURI MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (PRIMA DIGITAL, SEGUN Ley N° 27068 Ley de FIRMA y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-[LC-PR-01]-03

1 Cliente : SOMALAB S.A.C.
2 Dirección : Av. Próceres de la Independencia 3527 – San Juan de Lurigancho
3 OTI : 279C

4 Datos del Instrumento

Instrumento de medición : Termómetro digital*
Marca : HACH
Modelo : HQ40d
Identificación : SML-OPE-03 **
N° de serie del instrumento : 201200035089
N° de serie de sensor : 202482582660
Intervalo de Indicación : -10.0 °C a 110.0 °C
Resolución : 0.1 °C

5 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

6 Fecha de calibración : 2022-04-04

7 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PG-017" Calibración de Termómetros Digitales* Edición 2° de INDECOP.

8 Condiciones Ambientales

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24.6	51.4
Final	24.6	50.5

9 Trazabilidad

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicaciones digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GOP-25	LT-219-2021 INACAL/DM	2023-08-26
	GOP-26	LT-204-2021 INACAL/DM	2023-08-13

10 Resultados de medición

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
0.00	0.1	-0.10	0.06
15.01	15.1	-0.09	0.16
25.01	25.1	-0.09	0.16

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección

11 Observaciones

- a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 6 cm
b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 6 minutos.
* La calibración del termómetro digital se realizó en el sensor de conductividad en el Multiparámetro.
** Dato proporcionado por el usuario.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características de trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.
- Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa de GREEN GROUP PE S.A.C.

Fecha de Emisión

2022-04-06



ISAIAS CURU MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

Resultados emitidos de la POSA 1



Oficina de Aseguramiento de la Calidad

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 5 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis 5 DE MARZO

Fecha de fin de análisis 5 DE MARZO

Fecha de Muestreo 5 DE MARZO

Hora de Muestreo 07:00, 07:10

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	17330.0	17331.6
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	32546.5	33448.2
Fosfato	mg/l	115.600	110.329
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	1200.152	1206.168
Nitrógeno Total	mg/l	0.346	0.354
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	524.6	535.1
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	699.5	701.3
Sulfato	mg/l	13	13

Fecha de emisión 05/03/22


Bto. FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 10 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis 10 DE MARZO

Fecha de fin de análisis 10 DE MARZO

Fecha de Muestreo 10 DE MARZO

Hora de Muestreo 07:05, 07:15

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	9322.0	9317.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	15928.4	15925.3
Fosfato	mg/l	98.635	98.626
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	962.185	961.196
Nitrógeno Total	mg/l	0.306	0.300
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	453.5	454.3
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	614.6	613.4
Sulfato	mg/l	10	10

Fecha de emisión 10/03/22


Bigo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Aguas Potables y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 15 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis 15 DE MARZO

Fecha de fin de análisis 15 DE MARZO

Fecha de Muestreo 15 DE MARZO

Hora de Muestreo 07:06, 07:18

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	7225.6	7224.7
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	8594.2	8426.3
Fosfato	mg/l	60.226	60.218
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	652.153	653.147
Nitrógeno Total	mg/l	0.296	0.284
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	423.4	424.5
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	513.5	510.6
Sulfato	mg/l	9	9

Fecha de emisión 15/03/22



Bgo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales del
EAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 20 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis 20 DE MARZO

Fecha de fin de análisis 20 DE MARZO

Fecha de Muestreo 20 DE MARZO

Hora de Muestreo 07:08, 07:18

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	5529.2	5428.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	7334.3	7331.2
Fosfato	mg/l	46.335	45.224
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	625.110	621.126
Nitrógeno Total	mg/l	0.246	0.255
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	383.4	382.6
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	438.2	436.5
Sulfato	mg/l	8	8

Fecha de emisión 20/03/22



Bjgo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 25 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis 25 DE MARZO

Fecha de fin de análisis 25 DE MARZO

Fecha de Muestreo 25 DE MARZO

Hora de Muestreo 07:05, 07:19

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	2117.6	2115.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	6994.4	6902.7
Fosfato	mg/l	40.128	39.524
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	576.496	574.215
Nitrógeno Total	mg/l	0.238	0.235
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	312.4	310.3
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	383.2	380.2
Sulfato	mg/l	8	8

Fecha de emisión 25/03/22



Bjgp FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales (el)
ENMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio: M-AR-P1-PUL, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra: AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANIA PORCINA

Localización de la muestra: BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra: 30 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis: 30 DE MARZO

Fecha de fin de análisis: 30 DE MARZO

Fecha de Muestreo: 30 DE MARZO

Hora de Muestreo: 07:03, 07:13

Responsable de la toma de muestra: CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Poso 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Poso 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	1854.1	1852.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	5924.5	5823.4
Fosfato	mg/l	34.658	33.451
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	456.521	452.324
Nitrógeno Total	mg/l	0.221	0.220
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	264.8	263.4
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	298.6	294.3
Sulfato	mg/l	7	7

Fecha de emisión 30/03/22



Bgo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales (A)
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio: M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra: AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra: BANDA DE SHILCAYO

Fecha de Ingreso de la Muestra: 04 DE ABRIL

Fecha de inicio de análisis: 04 DE ABRIL

Fecha de fin de análisis: 04 DE ABRIL

Fecha de Muestreo: 04 DE ABRIL

Hora de Muestreo: 07:05, 07:15

Responsable de la toma de muestra: CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Poso 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Poso 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	1300.8	1298.5
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	9852.4	3675.3
Fosfato	mg/l	30.221	31.521
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	440.110	438.125
Nitrógeno Total	mg/l	0.210	0.216
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	186.9	185.2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	207.4	205.3
Sulfato	mg/l	7	7

Fecha de emisión 04/04/22



Bgo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 09 DE ABRIL

Fecha de inicio de análisis 09 DE ABRIL

Fecha de fin de análisis 09 DE ABRIL

Fecha de Muestreo 09 DE ABRIL

Hora de Muestreo 07:07, 07:17

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	1150.9	1149.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	3237.1	3125.4
Fosfato	mg/l	24.265	23.154
Nitrógeno Amomiacal	mg/l	405.104	404.241
Nitrógeno Total	mg/l	0.204	0.201
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	110.5	108.6
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	132.8	130.5
Sulfato	mg/l	6	6

Fecha de emisión 09/04/22


Bgo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales en
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: **SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Código de laboratorio **M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2**

Identificación de la muestra **AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA**

Localización de la muestra **BANDA DE SHILCAYO**

Fecha de ingreso de la Muestra **14 DE ABRIL**

Fecha de inicio de análisis **14 DE ABRIL**

Fecha de fin de análisis **14 DE ABRIL**

Fecha de Muestreo **14 DE ABRIL**

Hora de Muestreo **07:14, 07:24**

Responsable de la toma de muestra **CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ**


*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	1105.3	1102.1
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	3001.8	3002.5
Fosfato	mg/l	18.325	17.314
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	321.187	320.152
Nitrógeno Total	mg/l	0.198	0.194
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendedos	mg/l	99.4	98.2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	112.4	110.3
Sulfato	mg/l	5	5

Fecha de emisión 14/04/22


Bigo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Aguas Potables y Aguas Residuales IVI
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 19 DE ABRIL

Fecha de inicio de análisis 19 DE ABRIL

Fecha de fin de análisis 19 DE ABRIL

Fecha de Muestreo 19 DE ABRIL

Hora de Muestreo 07:02, 07:12

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	1050.6	1049.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	2502.7	2500.2
Fosfato	mg/l	13.521	12.325
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	300.852	288.546
Nitrógeno Total	mg/l	0.174	0.172
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	84.6	83.1
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	98.2	97.4
Sulfato	mg/l	5	5

Fecha de emisión 19/04/22



Bgo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales JCI
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 24 DE ABRIL

Fecha de inicio de análisis 24 DE ABRIL

Fecha de fin de análisis 24 DE ABRIL

Fecha de Muestreo 24 DE ABRIL

Hora de Muestreo 07:16, 07:26

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	956.3	954.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	1752.6	1751.3
Fosfato	mg/l	10.301	10.221
Nitrógeno Amocical	mg/l	208.362	207.154
Nitrógeno Total	mg/l	0.157	0.152
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	72.3	71.1
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	83.5	82.6
Sulfato	mg/l	5	5

Fecha de emisión 24/04/22



Bto FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales en
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio: M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra: AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra: BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra: 29 DE ABRIL

Fecha de inicio de análisis: 29 DE ABRIL

Fecha de fin de análisis: 29 DE ABRIL

Fecha de Muestreo: 29 DE ABRIL

Hora de Muestreo: 07:06, 07:16

Responsable de la toma de muestra: CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	601.3	600.5
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	1123.5	1122.1
Fosfato	mg/l	7.112	6.254
Nitrógeno Amónico	mg/l	150.452	148.941
Nitrógeno Total	mg/l	0.150	0.148
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	68.4	66.2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	77.9	74.9
Sulfato	mg/l	5	5

Fecha de emisión 29/04/22


Bajo **FRED MARINA RODRIGUEZ**
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Aguas Potables y Aguas Residuales (s)
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 04 DE MAYO

Fecha de inicio de análisis 04 DE MAYO

Fecha de fin de análisis 04 DE MAYO

Fecha de Muestreo 04 DE MAYO

Hora de Muestreo 07:05, 07:15

Responsable de la toma de muestra: CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ.

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	354.6	353.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	543.1	541.4
Fosfato	mg/l	4.121	3.651
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	78.626	77.224
Nitrógeno Total	mg/l	0.132	0.130
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendedos	mg/l	64.1	63.4
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	68.9	65.5
Sulfato	mg/l	5	5

Fecha de emisión 04/05/22



Bigo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales (9)
Eliwa A SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 09 DE MAYO

Fecha de inicio de análisis 09 DE MAYO

Fecha de fin de análisis 09 DE MAYO

Fecha de Muestreo 09 DE MAYO

Hora de Muestreo 07:11, 07:21

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	185.9	184.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	186.8	185.4
Fosfato	mg/l	2.651	1.889
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	45.362	39.654
Nitrógeno Total	mg/l	0.125	0.124
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	58.9	55.2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	63.4	60.6
Sulfato	mg/l	4	4

Fecha de emisión 09/05/22



Bégo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales IRI
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P1-PU1, M-AR-P1-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES-GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 14 DE MAYO

Fecha de inicio de análisis 14 DE MAYO

Fecha de fin de análisis 14 DE MAYO

Fecha de Muestreo 14 DE MAYO

Hora de Muestreo 07:05, 07:13

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P1-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 1

*M-AR-P1-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 1 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P1-PU1	M-AR-P1-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	30.1	48.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	76.4	75.3
Fosfato	mg/l	1.210	1.200
Nitrógeno Amomiacal	mg/l	30.684	28.563
Nitrógeno Total	mg/l	0.111	0.110
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	54.3	53.7
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	56.8	52.4
Sulfato	mg/l	4	4

Fecha de emisión 14/05/22



Bigo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Aguas Potables y Aguas Residuales (*)
EMAPA SAN MARTIN S.A.

Resultados emitidos de la POSA 2



Oficina de Aseguramiento de la Calidad

INFORME DE ENSAYO LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P2-PU1, M-AR-P2-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 10 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis 10 DE MARZO

Fecha de fin de análisis 10 DE MARZO

Fecha de Muestreo 10 DE MARZO

Hora de Muestreo 07:10, 07:20

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P2-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 1

*M-AR-P2-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P2-PU1	M-AR-P2-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	20445.0	20440.1
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	36159.6	36142.3
Fosfato	mg/l	150.595	158.768
Nitrógeno Amomiacal	mg/l	1668.695	1665.234
Nitrógeno Total	mg/l	0.446	0.443
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	530.4	528.2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	706.3	703.5
Sulfato	mg/l	14	14

Fecha de emisión 10/03/22.


Bigo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P2-PU1, M-AR-P2-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 20 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis 20 DE MARZO

Fecha de fin de análisis 20 DE MARZO

Fecha de Muestreo 20 DE MARZO

Hora de Muestreo 07:13, 07:23

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P2-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 1

*M-AR-P2-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P2-PU1	M-AR-P2-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	10112.0	10110.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	11692.1	11684.3
Fosfato	mg/l	120.115	118.292
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	1306.249	1300.432
Nitrógeno Total	mg/l	0.416	0.412
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendedos	mg/l	446.3	442.4
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	629.4	625.3
Sulfato	mg/l	11	11

Fecha de emisión 20/03/22



Bto. FRED MARINA RODRÍGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Aguas Potables y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTÍN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P2-PU1, M-AR-P2-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 30 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis 30 DE MARZO

Fecha de fin de análisis 30 DE MARZO

Fecha de Muestreo 30 DE MARZO

Hora de Muestreo 07:08, 07:18

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P2-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 1

*M-AR-P2-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P2-PU1	M-AR-P2-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	3256.1	3254.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	6778.5	6774.6
Fosfato	mg/l	50.145	48.294
Nitrógeno Ammoniacal	mg/l	1006.353	1003.213
Nitrógeno Total	mg/l	0.349	0.346
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	348.7	345.2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	527.5	524.3
Sulfato	mg/l	9	9

Fecha de emisión 30/03/22



Bigo/FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTÍN S.A.

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P2-PU1, M-AR-P2-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANIA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 09 DE ABRIL

Fecha de inicio de análisis 09 DE ABRIL

Fecha de fin de análisis 09 DE ABRIL

Fecha de Muestreo 09 DE ABRIL

Hora de Muestreo 07:12, 07:22

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P2-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 1

*M-AR-P2-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P2-PU1	M-AR-P2-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	2562.5	2560.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	3825.4	3821.6
Fosfato	mg/l	36.125	34.227
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	504.100	501.215
Nitrógeno Total	mg/l	0.269	0.266
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
SÓIDOS Totales Suspendidos	mg/l	243.6	242.1
SÓIDOS Totales Disueltos	mg/l	382.3	379.4
Sulfato	mg/l	7	7

Fecha de emisión 09/04/22



Bgo FREDY MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales (a)
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P2-PU1, M-AR-P2-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 19 DE ABRIL

Fecha de inicio de análisis 19 DE ABRIL

Fecha de fin de análisis 19 DE ABRIL

Fecha de Muestreo 19 DE ABRIL

Hora de Muestreo 07:07, 07:17

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P2-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 1

*M-AR-P2-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P2-PU1	M-AR-P2-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	1345.6	1342.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	3006.5	3002.6
Fosfato	mg/l	24.514	21.224
Nitrógeno Amomiacal	mg/l	374.125	370.436
Nitrógeno Total	mg/l	0.200	0.198
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	149.3	146.4
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	165.2	162.8
Sulfato	mg/l	6	6

Fecha de emisión 19/04/22



FRES MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales (A)
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P2-PU1, M-AR-P2-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 29 DE ABRIL

Fecha de inicio de análisis 29 DE ABRIL

Fecha de fin de análisis 29 DE ABRIL

Fecha de Muestreo 29 DE ABRIL

Hora de Muestreo 07:11, 07:21

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P2-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 1

*M-AR-P2-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P2-PU1	M-AR-P2-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	988.2	986.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	1816.3	1522.6
Fosfato	mg/l	10.985	9.548
Nitrógeno Amomiacal	mg/l	244.542	240.124
Nitrógeno Total	mg/l	0.170	0.168
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	95.6	94.1
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	100.3	99.5
Sulfato	mg/l	6	6

Fecha de emisión 29/04/22


Bgo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P2-PU1, M-AR-P2-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 09 DE MAYO

Fecha de inicio de análisis 09 DE MAYO

Fecha de fin de análisis 09 DE MAYO

Fecha de Muestreo 09 DE MAYO

Hora de Muestreo 07:16, 07:26

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P2-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 1

*M-AR-P2-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 2 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P2-PU1	M-AR-P2-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	210.3	209.6
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	358.6	357.2
Fosfato	mg/l	3.921	3.900
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	60.113	61.221
Nitrógeno Total	mg/l	0.135	0.136
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendedos	mg/l	61.5	63.1
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	62.3	64.9
Sulfato	mg/l	4	4

Fecha de emisión 09/05/22



Bigo FRED MARINA RODRÍGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales In
EAPA SAN MARTIN S.A.

Resultados emitidos de la POSA 3



Oficina de Aseguramiento de la Calidad

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P3-PU1, M-AR-P3-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 15 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis 15 DE MARZO

Fecha de fin de análisis 15 DE MARZO

Fecha de Muestreo 15 DE MARZO

Hora de Muestreo 07:11, 07:21

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P3-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 3 Punto 1

*M-AR-P3-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 3 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P3-PU1	M-AR-P3-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	19266.0	19261.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	29137.3	26231.4
Fosfato	mg/l	150.254	151.543
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	1521.693	1511.437
Nitrógeno Total	mg/l	0.430	0.429
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	536.2	534.3
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	724.1	720.6
Sulfato	mg/l	13	13

Fecha de emisión 15/03/22


Bto. FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales
Eliwa S.A.S. SUCURSAL SUE

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio: M-AR-P3-PU1, M-AR-P3-PU2

Identificación de la muestra: AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra: BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra: 30 DE MARZO

Fecha de inicio de análisis: 30 DE MARZO

Fecha de fin de análisis: 30 DE MARZO

Fecha de Muestreo: 30 DE MARZO

Hora de Muestreo: 07:08, 07:18

Responsable de la toma de muestra: CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P3-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 3 Punto 1

*M-AR-P3-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 3 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P3-PU1	M-AR-P3-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	7889.5	7872.4
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	7928.9	7920.3
Fosfato	mg/l	96.328	82.253
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	1296.362	1292.321
Nitrógeno Total	mg/l	0.358	0.353
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendedos	mg/l	400.5	398.2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	580.3	576.9
Sulfato	mg/l	10	10

Fecha de emisión 30/03/22



Bigo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio: M-AR-P3-PU1, M-AR-P3-PU2

Identificación de la muestra: AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra: BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra: 14 DE ABRIL

Fecha de inicio de análisis: 14 DE ABRIL

Fecha de fin de análisis: 14 DE ABRIL

Fecha de Muestreo: 14 DE ABRIL

Hora de Muestreo: 07:19, 07:29

Responsable de la toma de muestra: CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P3-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 3 Punto 1

*M-AR-P3-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 3 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P3-PU1	M-AR-P3-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	2406.3	2404.1
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	3833.5	3642.6
Fosfato	mg/l	39.321	38.765
Nitrógeno Amónico	mg/l	496.652	494.523
Nitrógeno Total	mg/l	0.252	0.250
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	221.3	219.7
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	364.2	360.8
Sulfato	mg/l	7	7

Fecha de emisión 14/04/22



Bigo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Aguas Potables y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO
LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P3-PU1, M-AR-P3-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 29 DE ABRIL

Fecha de inicio de análisis 29 DE ABRIL

Fecha de fin de análisis 29 DE ABRIL

Fecha de Muestreo 29 DE ABRIL

Hora de Muestreo 07:16, 07:26

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P3-PU1: Muestra de Agua Residual Posa 3 Punto 1

*M-AR-P3-PU2: Muestra de Agua Residual Posa 3 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P3-PU1	M-AR-P3-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	1008.6	1004.4
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	2015.4	2010.2
Fosfato	mg/l	14.659	12.534
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	284.958	281.876
Nitrógeno Total	mg/l	0.174	0.169
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	99.8	96.2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	118.7	109.5
Sulfato	mg/l	6	6

Fecha de emisión 29/04/22



Bigo FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable y Aguas Residuales
EMAPA SAN MARTIN S.A.

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO CENTRAL DE CALIDAD DEL AGUA

Solicitante: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Código de laboratorio M-AR-P3-PU1, M-AR-P3-PU2

Identificación de la muestra AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN UNA GRANJA PORCINA

Localización de la muestra BANDA DE SHILCAYO

Fecha de ingreso de la Muestra 14 DE MAYO

Fecha de inicio de análisis 14 DE MAYO

Fecha de fin de análisis 14 DE MAYO

Fecha de Muestreo 14 DE MAYO

Hora de Muestreo 07:13, 07:23

Responsable de la toma de muestra CARLOS GARCÍA GARCÍA, RODOLFO RICARDO DURAND PÉREZ

*M-AR-P3-PU1: Muestra de Agua Residual Fosa 3 Punto 1

*M-AR-P3-PU2: Muestra de Agua Residual Fosa 3 Punto 2

ENSAYOS DE LABORATORIO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	
		M-AR-P3-PU1	M-AR-P3-PU2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	99.8	98.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	154.6	152.4
Fosfato	mg/l	1.896	1.863
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	39.654	38.223
Nitrógeno Total	mg/l	0.128	0.125
Nitrato	mg/l	<0.05	<0.05
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	74.1	73.5
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	80.4	78.3
Sulfato	mg/l	5	5

Fecha de emisión 14/05/22



Bgo/FRED MARINA RODRIGUEZ
Jefe de Oficina de Control de Calidad
de Agua Potable

Panel fotográfico



ANEXO 1: Construcción y acondicionamiento de las posas



ANEXO 2: Recolección del pasto *Vetiver zizanoides*



ANEXO 3: Limpieza de impurezas y aclimatación del pasto vetiver zizanoides



ANEXO 4: Acondicionamiento del pasto Vetiver en las planchas de tecnopor



ANEXO 5: Posas de oxidación con el vetiver zizanoides



ANEXO 6: fitorremediación con pasto vetiver zizanoides en agua residual porcino



ANEXO 7: Recolección de las Muestras de agua antes del tratamiento-T0



ANEXO 8: Muestra de DQO antes del Tratamiento-T0



ANEXO 9: Recolección de muestras durante el tratamiento



ANEXO 10: Muestra de NH_4 post-tratamiento



ANEXO 11: Medición de pH y Temperatura



ANEXO 12: Crecimiento radicular del pasto vetiver zizanoides post-tratamiento