



Universidad **César Vallejo**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Influencia del Sistema Vetiver en la Descontaminación de Aguas Residuales en la Laguna de Oxidación de Yaurilla, Los Aquijos, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

**AUTORAS:**

Carmona Lu, Milagros Alejandra (ORCID: 0000-0003-3492-9371)

Orellana Chacaltana, Nataly Nicole (ORCID: 0000-0001-5762-682X)

**ASESOR:**

Mg. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID: 0000-0002-0750-2877)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A Dios por su ayuda en todo momento, brindándonos la estabilidad emocional y espiritual para la consecución de nuestros objetivos planteados.

A nuestras familias, por su apoyo y amor incondicional a lo largo de este proceso y en especial a nuestros abuelos, que nos acompañaron, aconsejaron y nos enseñaron el valor del trabajo duro, la humildad y la honestidad.

## **Agradecimiento**

Al asesor y directivos de la Universidad Cesar Vallejo que han inculcado conocimientos para concretizar la presente investigación para nuestro desarrollo profesional.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos .....	vi
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	8
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis..	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos .....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	51
3.7. Aspectos éticos .....	51
IV. RESULTADOS .....	52
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES .....	66
VIII. REFERENCIAS.....	67
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1: Altura de las raíces según su TCR .....	23
Tabla 2: Valores de alturas relativas de las raíces del Vetiver .....	26
Tabla 3: Resultados de nivel de riesgos, peligros y vulnerabilidad .....	57

## Índice de gráficos

Gráfica 1: Altura de las Raíces del Vetiver .....	27
Gráfica 2: Gráfica de Resultados de H <sub>2</sub> S .....	52
Gráfica 3: Gráfica de Resultados de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	53

## Índice de figuras

Figura 1: Composición usual del agua residual cruda.....	13
Figura 2: Imagen satelital de la zona crítica .....	19
Figura 3: Diseño del Sistema Vetiver .....	20
Figura 4: Cortado y colocación de malla galvanizada .....	21
Figura 5: Colocación de esquejes en balsas.....	21
Figura 6: Fórmula de TCR.....	21
Figura 7: Parámetros de lagos y lagunas - ECA -ANA.....	28
Figura 8: Materiales para muestreo de agua residual .....	29
Figura 9: Laguna N°1 de Oxidación de Yaurilla .....	29
Figura 10: Toma de Muestra de Agua de Laguna de Oxidación de Yaurilla .....	30
Figura 11: Muestra de agua .....	30
Figura 12: Análisis de agua inicial.....	31
Figura 13: Análisis de agua final .....	31
Figura 14: Adaptación del Vetiver .....	31
Figura 15: Desarrollo del Vetiver.....	32
Figura 16: Crecimiento de la raíz del Vetiver.....	32
Figura 17: Puntos de control de imagen satelital.....	33
Figura 18: USGS descarga de DEM .....	34
Figura 19: Área circular de descarga de DEM.....	34
Figura 20: DEM Cortado con Herramienta Clip.....	35
Figura 21: Dirección de Flujo.....	35
Figura 22: Pestaña Flow Direction en ARCGIS.....	36
Figura 23: Dirección de flujo de agua en ARCGIS .....	36
Figura 24: Raster zonas contaminadas.....	37
Figura 25: Selección por Ubicación de calles contaminadas .....	38
Figura 26: Shapes de calles afectadas por contaminación red hídrica .....	38
Figura 27: Tabla de atributos de CC.PP.....	39
Figura 28: Suelos de la zona crítica .....	40
Figura 29: Shapes de suelos.....	40
Figura 30: Buffer Laguna 2.....	41
Figura 31: Área de influencia de la laguna .....	41

Figura 32: Vulnerabilidad ambiental y ecológica .....	42
Figura 33: Leyenda de niveles de vulnerabilidad .....	42
Figura 34: Cálculo de pendientes de DEM.....	43
Figura 35: Reclasificación de pendientes.....	43
Figura 36: Pendientes reclasificadas.....	44
Figura 37: Representación de la vulnerabilidad ambiental .....	44
Figura 38: Afectación de predios por inundaciones.....	45
Figura 39: Atributos de Inundaciones.....	46
Figura 40: Deslizamientos en la zona crítica.....	46
Figura 41: Derrumbes o caídas en la zona crítica .....	47
Figura 42: Tabla de Atributos de caídas y deslizamientos .....	47
Figura 43: Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro.....	48
Figura 44: Mapa de vulnerabilidad ambiental.....	49
Figura 45: Método Zig-Zag.....	49
Figura 46: Crecimiento de la plántula.....	50
Figura 47: Crecimiento de la paprika.....	51
Figura 48: Fórmula índice de remoción de contaminantes.....	53
Figura 49: Comparación de variables control.....	54
Figura 50: Tipos de fitorremediación .....	55
Figura 51: Matriz de peligros y vulnerabilidad .....	56
Figura 52: Mapa de vulnerabilidad de Yaurilla .....	57
Figura 53: Reacciones de sulfuros .....	59



## Resumen

El S.V. es una biotecnología económica e innovadora, que permite la absorción de grandes cantidades de sustancias contaminantes, esta investigación tuvo como objetivo demostrar de qué manera el sistema vetiver influyó en la descontaminación de aguas residuales de la laguna de oxidación de Yaurilla, Distrito de los Aquijes, departamento de Ica. Se evaluaron dos parámetros: sulfuros y nitratos durante el periodo de tres meses, el S.V. mostro eficacia disminuyendo las sustancias contaminantes, los sulfuros inicialmente tenían una concentración de 3.02 mg/L y se disminuyó a una concentración de 0.001 mg/L, y los nitratos con una concentración de 14.2 mg/L y se disminuyó a una concentración de 6.9 mg/L, de esta manera cumpliendo con los valores por debajo del ECA Sulfuros ( $< 0.002$  mg/L) y Nitratos ( $< 13$  mg/L), con el uso del vetiver se logró reducir la vulnerabilidad de la población, ya que se redujeron las inundaciones en el área de estudio por el alto régimen de transpiración del vetiver que le permiten absorber una mayor cantidad de agua, también de esta manera se comprobó que el regadío de agua tratada mediante el S.V. se obtiene páprika que cumple con los estándares de seguridad y calidad alimentaria.

**Palabras clave:** Sulfuros, Nitratos, biotecnología, vetiver, vulnerabilidad.

## **Abstract**

The S.V. is an economical and innovative biotechnology, which allows the absorption of large quantities of polluting substances, this research aimed to demonstrate how the vetiver system influenced the decontamination of wastewater from the Yaurilla oxidation lagoon, Los Aquijes District, department of Ica. Two parameters were evaluated: sulfides and nitrates during the period of three months, the S.V. showed efficacy in reducing contaminating substances, sulfides initially had a concentration of 3.02 mg/L and decreased to a concentration of 0.001 mg/L, and nitrates with a concentration of 14.2 mg/L and decreased to a concentration of 6.9 mg /L, thus complying with the values below the ECA Sulphides (< 0.002 mg/L) and Nitrates (< 13 mg/L), with the use of vetiver it was possible to reduce the vulnerability of the population, since reduced flooding in the study area due to the high rate of transpiration of vetiver that allows it to absorb a greater amount of water, also in this way it was found that the irrigation of treated water through the S.V. Paprika is obtained that meets food safety and quality standards.

**Keywords:** Sulphides, Nitrates, biotechnology, vetiver, vulnerability.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente estamos en una crisis por el inadecuado manejo del agua, el problema de escasez del recurso hídrico ha adquirido una gran una gran relevancia a nivel nacional, ya que junto a los efectos que deja el cambio climático y el impacto de las actividades productivas sobre este recurso, este va escaseando progresivamente con el pasar de los años. Según (MINAM, 2021) el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento previo procedente de actividades antrópicas degrada la calidad de los ríos, en sus estadísticas SUNASS planteó que el Perú se efectuaba el tratamiento de un 29,1 % de aguas residuales a través de 143 PTAR, y el otro porcentaje se vertía a los ríos, esto afecta seriamente la calidad de agua y escasea este recurso tan importante para el desarrollo de la vida humana.

La realidad problemática de la investigación es que el método aplicado mediante lagunas facultativas para la descontaminación de aguas residuales en Yaurilla es ineficiente, ya que se produce un desborde de estas mismas en épocas de lluvia, esto causa la degradación de la vegetación que se sitúa alrededor de la laguna causando erosión de suelo, olores fétidos producidos por el sulfuro de hidrógeno presente en el cuerpo de agua como también daño a la biodiversidad, ya que algunas especies como las aves ingieren estas aguas residuales, esto impacta significativamente en el medio ambiente y en la población produciendo daños directos en la salud pública y en sus cultivos, allí nuestra motivación para ejecutar la presente investigación, es el inadecuado tratamiento de aguas residuales esto se debe a que no hay un mantenimiento periódico por parte de la empresa EMAPICA a las lagunas de oxidación; así mismo, existe un desconocimiento por parte de la población ya que usan estas aguas contaminadas para regar sus cultivos que posteriormente son consumidos. Este problema de contaminación de las aguas residuales no se ha podido solucionar porque no se aplican las sanciones correspondientes por el inadecuado tratamiento.

En la presente investigación planteamos el uso del vetiver como herramienta de fitorremediación para la protección ambiental y de la salud pública, ya que es una

estrategia innovadora que tiene un enorme potencial según (MORENO MOGOLLÓN, Javier Ricardo, et al. , 2018) su trabajo de investigación consistió en la ejecución de un Sistema de humedales artificiales teniendo un flujo subsuperficial horizontal, para tratar las aguas residuales que proceden de una unidad residencial rural, utilizando pasto vetiver, teniendo como objetivo evaluar la capacidad de los humedales para reducir los contaminantes presentes en el agua e implementarlo como un Sistema muy económico. Dicho Sistema consta de tres humedales y a cada uno de ellos se realizó su respectivo análisis para determinar los valores de oxígeno disuelto, DBO5 y DQO, luego del tratamiento del vetiver se obtuvo los siguientes valores del DQO de 460 mg/L a valores menores a 70 mg/L y un porcentaje de remoción de 85% para el DBO5 y el crecimiento de las plantas fueron mayor a 39 cm.

La aplicación del sistema vetiver mediante consiste en el uso de balsas flotantes, siendo un sistema eficiente para el tratamiento de las aguas residuales y tomando como referencia a (CÓRDOVA AGREDA, Danny Deyby; HUAMÁN GARCÍA, Telésforo, 2019) con su investigación que tuvo por objetivo diseñar un humedal artificial subsuperficial de flujo vertical, teniendo un caudal de 3m<sup>3</sup>/día, este humedal se fracciono en tres capas, la capa primera compuesta de grava gruesa, después de grava fina y arena gruesa, su área es de 3.30m<sup>2</sup> y allí se distribuyen los esquejes del pasto vetiver, tuvo un monitoreo de cuatro meses y veinte días a la entrada y la salida de humedal, obteniendo un una remoción de coliformes termo tolerantes de 4 352 NMP/100 mL a 94 NMP/100 mL, con un porcentaje de 97,84 % , los sólidos totales en suspensión de 285 mL/L a 56 mL/L, la DQO de 218 mg/L a 39 mg/L con un porcentaje de 82,11 % de remoción, la DBO5 disminuyó de 177 mg/L a 24 mg/L con un porcentaje de 86,44 % y la turbiedad de 85,54 UNT a 6,38 UNT.

Siendo esta un alternativa de solución muy viable tanto para la zona rural e industrial quedando demostrado en las siguientes investigaciones; de acuerdo con (SEGOVIA ZAMBRANO, Angela Mariana; ZAMBRANO ZAMBRANO, Víctor Manuel., 2021) El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la capacidad de eficiencia del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en los contaminantes presentes en el agua residual procedentes de la industria de almidón, el proyecto consistió en distribuir 4,12,25 esquejes y cada uno de ellos con tres repeticiones con un cantidad

de agua de 18 L, estos fueron monitoreados 22 días. El vetiver demostró que se adapta fácilmente al sistema hidropónico. Inicialmente estas aguas presentaron valores elevados de materia orgánica y DBO5 con una cantidad de 760 mg/L y un pH DE 4.1, el fosforo una cantidad de 20.47 mg/L y los SST 0,69 mg/l., luego del tratamiento los valores fueron los siguientes el DBO5 tuvo un porcentaje de remoción de 70.75%, SST con un porcentaje de 40,45%, fósforo con 50,81%, y nitrógeno con 59,54% y el pH fue de 7.50. , de esta manera se podría rehusar el agua tratada para regadío de cultivos y no afectaría la salud pública. Y según (SEROJA, Romi; EFFENDI, Hefni; HARIYADI, Sigid., 2018) su trabajo de investigación se basa en problemática que presenta la producción de tofu ya que no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales y estas presentan alta carga de materia orgánica que afecta a la calidad del agua. Teniendo como objetivo determinar la eficacia de la planta Vetiver y zeliac. Se utilizó una metodología que consiste en usar dos factores: tiempo y concentración. A los 15 días tuvo un porcentaje de disminución de 76% de DQO, de DBO un porcentaje de 71,78% y finalmente los TSS un porcentaje de 75,28%.

Por todo lo anteriormente mencionado se plantea el Problema general ¿cómo Influirá el sistema Vetiver en la descontaminación de aguas residuales en la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes – 2022?, los Problemas específicos son: ¿cómo influirá el sistema vetiver en las sustancias contaminantes de la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes – 2022?; ¿cómo influirá el sistema vetiver en la vulnerabilidad ambiental en la laguna de oxidación de Yaurilla- Los Aquijes – 2022 ?; ¿Cómo influirá el sistema vetiver en la producción y calidad de los cultivos cosechados en Los Aquijes – 2022? .

La investigación se justifica teóricamente ya que se basa en el estudio del pasto vetiver que mediante su sistema radicular presenta la característica de gran absorción y almacenamiento de los contaminantes, empleando la propiedad de la capilaridad para la absorción, para ello, también contribuye la atracción de cargas opuestas entre la raíz y ciertos contaminantes, según lo manifiesta (RIVERA Páez, 2018) cuyo objetivo de su trabajo de investigación consistió en la evaluación de la capacidad fitorremediadora del Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) de los metales pesados como aluminio, cobre y cromo que se encuentran presentes en el agua de

la laguna de oxidación ubicada en el municipio de Jerusalén. Se inició calculando la tasa de subsistencia de las plantas, mediante múltiples métodos. Se pudo determinar que la subsistencia tuvo un cien por ciento, las hojas y la raíz actuaron de diferentes maneras en lo que concierne a la acumulación de metales pesados ya que el cromo se acumuló en la raíz y hojas y el aluminio y cobre solo en las hojas. Por ende, se llegó a la conclusión que el vetiver es una gran opción para remover algunos metales que se encuentran en la laguna de oxidación. y su posterior aprovechamiento de los contaminantes absorbidos para el crecimiento de biomasa del pasto. Asimismo, lo planteado por (CUJI QUINGALUISA, 2017) cuyo trabajo de investigación tuvo como propósito la evaluación del potencial de remoción del pasto vetiver para los metales pesados como Cd, Pb en el agua que procede del canal de riego agrícola Lacatunga en el sector de Samanga, el proyecto consistió en un sistema hidropónico teniendo un testigo que no tenía las plantas vetiver. Testigo dos con 50 plantas y el testigo 3 con 100 plantas. Tuvo un periodo de seis meses, el envase usado fue de 100 litros y su respectivo sistema de recirculación de agua del canal de riego. Los resultados obtenidos fueron para V55 al plomo un porcentaje de absorción de 43% y para V100 de 80.4% mientras que en cadmio varía de 46.2% al 70.7%. Finalmente, con el agua tratada se obtuvo agua más salubre evitando contaminación a los cultivos y animales de la zona.

Y tomando en cuenta lo planteado por las siguientes investigaciones (BUSTAMANTE Dávila Elva Y PÉREZ Ruiz Wendy Tatiana, 2019) cuya investigación tuvo como objetivo la evaluación de la capacidad de remover contaminantes de las aguas residuales con la especie junco *Typha sp* y vetiver *Chrysopogon zizanioides* en el distrito de Saposá. Se evaluaron los parámetros a la entrada y la salida del humedal artificial, a los 51 días el parámetro de aceites y grasas disminuyeron en ambas especies, el DBO y el DQO tuvo mayor porcentaje de remoción con la especie vetiver y para la remoción de sólidos totales tuvo un 94% con la especie vetiver, finalmente para el junco se tuvo un pH de 7.0 y para el vetiver un pH de 6.8, en ambos casos obtuvieron una temperatura de 29°C.

(CHÁVEZ QUILUMBA, Morelia Alexandra Y LOOR FUENTES, Erika Stefanía, 2019) Mediante su trabajo de investigación que tuvo como objetivo utilizar un diseño experimental que consistió en dos tipos de vegetación como papiro (*Cyperus*

papyrus) y pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), y la cantidad de esquejes, triplicando su tratamiento. Usando veinte litros de agua residual. Cada siete días de monitoreo los parámetros: DBO5 con un valor de 450 mg /dm<sup>3</sup>, una turbidez de 83,05 NTU, pH de 7.8 y 21.4°C. En la semana cuatro se evidenció que con el pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) y con nueve esquejes presento mayor eficiencia que el papiro, teniendo como resultado un porcentaje de remoción de 89.5% de DBO5, NTU DE 88.59% y en turbidez de 7.8 pH y una temperatura de 22.7°C. Se concluye que el pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) se obtiene remoción de materia orgánica sobrepasando el 52%. Demostrando en ambos casos que, el vetiver tiene mayor capacidad de eliminación en comparación con otras especies en lo que respecta a los contaminantes presentes en el agua residual.

En la justificación práctica de la tesis, es que en la actualidad en Yaurilla no se realiza un tratamiento eficaz de aguas residuales y esta agua es usada para regar los cultivos aledaños de la zona, por eso es conveniente buscar alternativas de solución a este problema medio ambiental que puede afectar la salud de los pobladores y como también puede afectar la calidad del medio ambiente. En nuestro proyecto de investigación planteamos la solución a este problema con el empleo del Sistema Vetiver para tratar aguas residuales presentándola como una biotecnología eficaz, y quedando demostrado también en investigaciones realizadas como el siguiente trabajo de investigación (HERRERA TOAPANTA, Viviana Nataly; SUMBA GUAMÁN, Daysi Gabriela, 2019) tuvo como objetivo la evaluación de resultado del vetiver Z. para remover NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> y Pb presentes en las aguas que proceden del río Cutuchi, Este trabajo consistió en una isla flotante en un volumen de agua de 115 L, se tuvo 3 repeticiones y adicional a un testigo, se tuvo un monitoreo de 21 días en un periodo de 4 meses. Los resultados fueron los siguientes: los nitratos se obtuvo un alto porcentaje (82.11%), plomo un porcentaje de 99.72 por ciento y los fosfatos se obtuvo un cincuenta por ciento lo que resulta una gran opción para darle un óptimo tratamiento al agua.

El pasto vetiver es una buena opción para la remoción de contaminantes por su sistema radicular junto con el área foliar que permiten descontaminar estas sustancias al cuerpo de agua quedando demostrado según (ASTUTI, Jovita Tri; SRIWURYANDARI, Lies; SEMBIRING, Tarzan, 2018) su investigación tuvo como

objetivo la observación de la tasa de crecimiento del vetiver y el potencial para remover los contaminantes. Esta investigación se realizó con 3 repeticiones que consistió en: solo agua del grifo, mitad agua del grifo y mitad de las aguas residuales y solo agua residual. Estos fueron cultivados en medios CW y los resultados dieron a conocer que el vetiver se llega a adaptar y crecer en los medios de CW y además remueve los contaminantes presentes en el agua residual.

Con la aplicación del ArcGIS se determinó el área vulnerable, el volumen de agua y las principales zonas de riesgo que afectan a la zona, este proyecto es una opción para tratar las aguas residuales de lugares alejados en zonas rurales con escasos recursos económicos, de esta manera se soluciona el problema de contaminación de aguas a pequeña escala con la aplicación de este proyecto los principales beneficiados serán la población de Yaurilla, ya que al regar con estas aguas de calidad aumentara la productividad de sus cultivos.

En relación a la justificación metodológica de la tesis se generó con documentos que sirvieron para el desarrollo, eficiencia y viabilidad. Se hizo uso de una guía de observación para la visita de la zona afectada, para analizar las consecuencias de distintos factores. La guía de observación tendrá el color, vegetación, condiciones de suelo, condiciones del área y olor de lo que podremos observar. Asimismo, se generó la matriz de consistencia, la cual presenta variables, indicadores, etc., lo que permite planificar la secuencia de actividades para llegar a contrastar cada hipótesis.

En la justificación de relevancia social de la tesis tuvo como involucrados y beneficiarios a los pobladores del anexo de Yaurilla, ya que con la aplicación del sistema Vetiver se logró un óptimo manejo en aguas residuales en la zona de estudio para luego realizar la reutilización de estas aguas residuales para destinarlas para riego y así obtener cultivos con calidad, de esta forma se disminuyó la vulnerabilidad a la que está expuesta la población.

En la investigación hubo limitaciones de tiempo para el desarrollo de la investigación, ya que esta es bastante extensa y hay que recolectar pruebas y mucha información en ese lapso de tiempo.



Limitaciones tecnológicas ya que se usó el software Arcgis y este funciona con el uso de internet y a veces la señal de internet era inestable y se cerraba el programa y no permitía continuar con el trabajo.

Limitaciones de acceso a la zona de estudio porque esta zona es bastante alejada y no se accede con transporte, eso causa una dificultad en el transporte de las muestras.

Como objetivo general se planteó Determinar de qué manera influye el sistema Vetiver en la descontaminación de aguas residuales en la laguna de oxidación de Yaurilla -Los Aquijes – 2022. El cual se alcanza mediante los objetivos específicos que son Analizar la influencia del sistema Vetiver en las sustancias contaminantes de la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes – 2022; Estimar como influye el sistema Vetiver en la vulnerabilidad ambiental en la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes 2022; Evaluar cómo influye el sistema Vetiver en la producción y calidad de los cultivos cosechados en los Aquijes – 2022.

Como hipótesis general se planteo Influye el sistema Vetiver en la descontaminación de aguas residuales de la laguna de oxidación de Yaurilla – Los Aquijes – Ica 2022, las hipótesis específicas son : Influye el sistema vetiver en las sustancias contaminantes de la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes – Ica 2022 , influye el sistema vetiver en la vulnerabilidad ambiental en la laguna de oxidación de Yaurilla – Los Aquijes – Ica 2022 y Influye el sistema vetiver en la producción y calidad de los cultivos cosechados en el distrito de Los Aquijes – Ica 2022

## II. MARCO TEÓRICO

En esta investigación se determinaron estos antecedentes internacionales, Según (Sijimol MR, Mansa ML Y Sabu Joseph, 2021) en su artículo tiene como objetivo lograr la eficacia del pasto Napier, de el pasto Vetiver y del Equisetum en la descontaminación de aguas residuales de origen doméstico como resultado de la ejecución del tratamiento de aguas grises con el pasto Napier, Vetiver y Equisetum basado en humedales artificiales mostró la eficacia de dichas plantas para la descontaminación del agua. Se redujo la contaminación del agua, los parámetros, después de eso, cumplen con la calidad de riego para tierra y algunos con calidad en agua potable, este tipo de humedales tipo caja son eficaces para distintas fuentes de contaminación en escala pequeña.

De acuerdo con (TEERATITAYANGKULA, Pimpawat, et al., 2019) tiene como objetivo demostrar la eficiencia de la cinética mejorada de degradación del fenol utilizando una raíz de vetiver madura aumentada con rizo microbianos en una plataforma flotante. En la investigación el vetiver maduro aumenta su masa de raíces en etapa de madurez, esta se encarga de liberar mayor cantidad de POD (Peroxidasa) para de esta manera transformar el fenol. En el caso del vetiver maduro su actividad SOD (super oxido dismutasa) mejorada, va reduciendo los tóxicos superóxido, que pueden originar estrés al vetiver. La aireación jugo un tema muy importante ya que optimizo la actividad del POD y el SOD del vetiver y rizomicrobios en las siguientes fases: Fases I y II, como también, los rizomicrobios favorecieron la actividad del POD en la Fase II, que desarrolla la polimerización del fenol.

Tal como (BAKSHSHOODEH, Reza, et al., 2017) tiene como objetivo eliminar los contaminantes, amoníaco, nitrato y nitrógeno total en la instalación de compostaje de Isfahan lixiviados por sistemas de humedales construidos se hizo un construyendo dos Sistemas de humedales operados en modo horizontal (HFCW) pero con distintas plantas en una se sembró con vetiver y el otro sin ninguna planta para establecerlo como control con un caudal de 27 L / día y tiempo retención hidráulica 5 días el humedal con vetiver demostró que tiene un gran potencial en el

tratamiento de lixiviados concentrados de RSU , así concluyó que el humedal con vetiver tiene un gran potencial en el tratamiento de lixiviados concentrados de RSU.

Según (HASAN, Sharifah Nur Munirah Syed, et al., 2017) su investigación tiene como objetivo la evaluación de la descontaminación con el pasto de vetiver a diferentes longitudes de raíces y densidades de plantas y determinar la absorción de metales en la biomasa vegetal de vetiver. En esta investigación se realizó un análisis de metales pesados haciendo uso de la digestión ácida y espectrometría de absorción atómica como resultado la acumulación de metales pesados en la biomasa vegetal fue más alto en el brote que en la raíz del vetiver esto es por la translocación del metal de la raíz a el rodaje. De esta manera se demostró la efectividad del pasto vetiver para la eliminación de metales en la fitorremediación de agua.

Como dice (ALSGHAYER, Rabia, et al., 2020) en su investigación tiene como objetivo evaluar la capacidad del flujo subterráneo horizontal construido humedales (HSFCW) para descontaminación de aguas residuales. Las plantas en esta investigación fueron regadas por 72 días como resultado la tasa de eliminación de fenantreno, pireno y benzo [a] pireno (compuestos de PAH) por el CW plantadas con Phragmites fueron 83%, 71% y 81%, y las tasas de remoción por Se encontró que las CW plantadas con Vetiver fueron 67%, 66% y 73%, Los resultados indicaron que el HSFCW plantado con Phragmites tiene una vía eficaz para eliminar altas concentraciones de PAH.

Tal como (GHOLIPOUR, Mohsen, et al., 2020) tiene como objetivo Evaluar la capacidad del Vetiver para la reducción de aniones y cationes, especialmente compuestos de nitrógeno inorgánico del afluente y efluente mediante un sistema hidropónico y para los análisis estadísticos se usó el software SAS, análisis de varianza (ANOVA) y DUNCAN para pruebas de rango múltiple , como resultado el vetiver disminuye las concentraciones de nitrato, amonio, fosfato, cloruro y calcio. Y el incremento del nitrato resultó en un aumento en su tasa de absorción.

Según (JAMES, 2017) en su artículo tiene como objetivo diseñar, construir y monitorear el desempeño de un humedal artificial de carga variable y examinar la efectividad de reducción de contaminación en el tratamiento de las aguas residuales

domésticas para esto realizó un sistema basado en humedales y se tomaron muestras tanto de entrada como de salida de los contaminantes, como resultado se demostró que los humedales como vetiver son una tecnología muy eficaz y económica para tratar las aguas residuales hubo alta remoción de 90-95% de DBO y 85-90% con estos resultados se demostró la capacidad del vetiver de absorber los contaminantes.

Como expresa (KUSIN, F. M., et al., 2019) en su investigación tiene como objetivo Evaluar la eficiencia del pasto Vetiver para ejecutar el sistema relativamente nuevo tecnología de tratamiento de humedales artificiales para esta se hizo una prueba piloto para evaluar la eficiencia del tratamiento de FVI en el río real, las pruebas se realizan semanalmente, como resultados La prueba de campo de FVI en el desarrollo de seis semanas demostró mejor calidad del agua un incremento de (92%) de oxígeno disuelto y una gran disminución DBO (77%) y nitrato (73%), de esta manera hubo un incremento del 14% de la WQI general.

De acuerdo con (DIANATI, Ramezan Ali y ESMAEILI, Hasan, 2018) esta investigación tiene como objetivo determinar la eficiencia de las plantas de vetiver en el humedal artificial para eliminar el sulfonato de alquilbenceno (LAS) más presente de las aguas residuales de las lavanderías hospitalarias para el desarrollo de la investigación se colocó las aguas residuales 120 L del EDAR de hospital Sari Imam Khomeini en un contenedor de polietileno y se llevó al lugar de plantación de vetiver luego se ensambló un grifo en la parte inferior como resultado como resultado la eliminación de detergentes es de 70-92%, . Las tasas de eficacia para DQO y DBO son 70-75% y 85% -80%, respectivamente. Nitrato y Las tasas de eficiencia de eliminación de fosfato están en los rangos de 30-44% y 20-33% .

Como señala (KIUNGU, Agnes S; GUYO, Paul M y MAGHANGA, Justin K, 2019) su investigación tiene como objetivo Demostrar el potencial del pasto vetiver como tecnología de fitorremediación para minimizar los contaminantes en los cuerpos de agua con el método (ANOVA) para de esta manera ver la Diferencia entre los niveles de contaminantes de las aguas residuales de los distintos tratamientos como resultado se mostró el potencial del pasto vetiver en un sistema hidropónico

en un tiempo de cuatro semanas de esta manera se demostró su eficiencia para la disminución de pH, DQO , DBO , nitrógeno total, nitratos y conductividad eléctrica.

De acuerdo con (DEWI, N. R.; HADISOEBROTO, R.; FACHRUL, M. F., 2019) en su investigación tiene como objetivo determinar la eficiencia de eliminación de los parámetros con vetiver de las aguas grises utilizando el humedal construido ubicado en el sub distrito de Srengseng Sawah, en el sur de la ciudad de Yakarta como resultado en el desarrollo de humedales artificiales con vetiver (Vetiveria zizanioides) se logró reducir el amoníaco y fosfato, amoniaco en 10% y para fosfato en 30%. La remoción podría ser mayor en un tiempo de residencia más prolongado con la implementación de aireación previa.

Se plantean estos antecedentes nacionales Según (CAMPAÑA PALLASCO, Edward Alexander; MORENO CHICAIZA, Evelyn Liseth., 2020) tiene como objetivo la evaluación en la eliminación del arsénico por el vetiver en el en un proyecto de riego ubicado en chilla grande como resultado luego del análisis de muestras en laboratorio de la EPMAPS y se mostraron estos resultados: un 94 %-99% de arsénico en agua, las raíces absorbieron arsénico y fierro así concluimos que el sistema con pasto vetiver es eficiente para la eliminación de Arsénico.

Según (ROMERO AVILA, Natalia Andrea, et al., 2017) en su investigación tiene como objetivo Implementar un modelo pedagógico eco tecnológico basado en la fitorremediación, para lograr el aumento de calidad en el recurso hídrico del en la vereda Guavio bajo en Cundinamarca como resultado La ecotecnología con la aplicación del sistema vetiver optimizó las características fisicoquímicas del agua del cuerpo de agua (lago) esto se evidencio en el desarrollo de la prueba piloto esto sumado al análisis de la información y la socialización con la población se puede ver a futuro una implementación de un modelo pedagógico con capacidad de adaptación a condiciones agroecológicas de vereda.

Citando a (POVEDA SALAZAR, Andrés Felipe, et al., 2019) en su investigación tiene como objetivo la evaluación de la disminución de DBO, DQO, N ,P , Coliformes totales y fecales a través de humedales con la especie vetiver , en una vivienda localizada en municipio de Floridablanca esta baso su desarrollo en uso de tres humedales artificiales usando vetiver , en una vivienda localizada en el municipio

de Floridablanca como resultado se encontró mayor disminución en el humedal numero dos con un rango entre 23.25- 100%, con excepción del nitrógeno.

Como dicen (MUÑOZ TELLO, Keyla Madaly; VASQUEZ PEREZ, Milagros. , 2020) en su investigación tiene como objetivo la demostración de la eficacia de la implementación de humedales de cinco especies de macrófitas se basa en investigación realizada de tipo teórica exploratoria como resultados después de revisar y estudiar la bibliografía de varios artículos , se recopiló de cada uno estos sus porcentajes de Demanda bioquímica de oxígeno 5, Demanda química de Oxígeno, TSS y Coliformes termo tolerantes, se mostraron estos : Junco 74.13% a 81.67%, carrizo 67% a 89.5%, Totoras 93.57% a 96.77%, vetiver 88.09% a 91% y Papiro 50.8% en conclusión la especie que redujo más contaminantes es la Totorita.

La presente investigación se basó en teorías de la variable dependiente, Descontaminación de aguas residuales, las aguas residuales son provenientes de la actividad antrópica (hombre) estas representan un peligro y deben recibir un tratamiento eficaz ya que tiene una gran cantidad de sustancias dañinas y microorganismos (COLCA MAMANI, PABLO, 2019).

Los tipos de aguas residuales son las aguas residuales de origen doméstico que se conceptualizan como aquellas que provienen de las actividades que se realizan en la vida diaria como lavar los platos de las duchas de los servicios sanitarios, la calidad de este tipo de agua varía según el nivel socioeconómico de la sociedad, las aguas residuales industriales son las que provienen de las actividades industriales que producen subproductos altamente contaminantes por su utilización, su calidad cambia mucho, es distinto en cada industria y el agua residual urbana se define como la combinación tanto de aguas residuales domésticas con las aguas de origen industrial o aguas de escorrentía pluvial, todas se depositan en un sistema colector y se llevan a una PTAR para su tratamiento correspondiente (CÓRDOVA AGREDA, Danny Deyby; HUAMÁN GARCÍA, Telésforo, 2018).

Las composiciones de aguas residuales provenientes de actividades domésticas tienen un gran porcentaje en peso por agua un 99.9% y 0.1 SS (Sólidos suspendidos) este porcentaje debe ser llevado a un proceso de tratamiento en

PTARs. Su composición es distinta de acuerdo a su utilización también como del ámbito social y económico de la población como también factores climatológicos y uso de suelo (VELA RIOS, 2019)

Figura 1: Composición usual del agua residual cruda

Contaminantes	Unidad	Intervalo	Valor típico
Sólidos totales	mg/l	350-1200	700
Sólidos suspendidos totales	mg/l	100-350	210
Sólidos sedimentables	mg/l	may-20	10
Demanda bioquímica de oxígeno a 5 días	mg/l	110-400	210
Demanda química de oxígeno	mg/l	250 - 1000	500
Nitrógeno total	mg/l	20 – 85	35
Amoníaco libre	mg/l	12 – 50	22
Nitritos	mg/l	0 – 0	0
Nitratos	mg/l	0 – 0	0
Fósforo total	mg/l	abr-15	7
Cloruros	mg/l	30-100	50
Sulfatos	mg/l	20-50	30
Grasas y aceites	mg/l	50-150	90
Coliformes totales	NMP	106 -109	107 -108
Coliformes fecales	NMP	103 -107	104 -105

*Fuente:* (Crites y Tchobanoglous, 2000)

como reacciones del nitrógeno al agua residual la Nitrificación es la transformación de  $\text{NH}_4^+$  a  $\text{NO}_3^-$  se realiza en condiciones aerobias primero el  $\text{NH}_4^+$  es oxidado a  $\text{NO}_2^-$  por bacterias (Nitrosomas) luego el  $\text{NO}_2^-$  es oxidado a  $\text{NO}_3^-$  por bacterias (Nitrobacter). Habitualmente el  $\text{NH}_4^+$  esta en forma anaerobia suelo de los humedales en el caso de la desnitrificación es la transformación del  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{N}_2$  o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), cuando el  $\text{NO}_3^-$  permanece en zonas anaerobias, no puede ser utilizado como aceptor de electrones.

La eutrofización representa la degradación de la calidad del agua ya que hay un exceso de enriquecimiento de nutrientes tales como N Y P, produciendo grandes impactos ambientales, ecosistémicos, sanitarios y económicos, esto produce la reducción de oxígeno disuelto provocando ambientes anoxicos y daños a las especies acuáticas (GARCÍA MIRANDA, Fátima Goretti; MIRANDA ROSALES, Verónica., 2018).

Los nitratos se definen como compuestos por nitrógeno y oxígeno. En la atmósfera, el nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) se transforma a nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). El nitrato es muy importante para el desarrollo y crecimiento de plantas. Las vías de ingreso de nitrógeno al agua son mediante las aguas residuales de origen industrial y municipal. (CASTRO, y otros, 2017)

El sulfuro es la forma reducida del azufre las grandes cantidades de sulfatos, mediante la acción de flora bacteriana y sustrato orgánico en condición de asepsia producen la conversión de sulfatos a sulfuro por acción de bacterias sulfato-reductoras utilizan el oxígeno químico del anión como elemento para la síntesis celular (Abia Águila, 2017).

Las bases teóricas de la variable independiente de nuestro tema de investigación es el pasto Vetiver que es una gramínea perdurable, no presenta rizoma radicular, el pasto vetiver crece en grandes macollos a partir de una masa radicular muy ramificada y esponjosa. Sus tallos rígidos en forma recta llegan a una altura de 0.5 hasta 1.5 m. Sus hojas son largas y angostas, tienen hasta 75 cm. de largo y 8 mm. de ancho. (Orihuela, 2007)

Esta planta puede llegar a soportar sequías extremas, esto se debe a que contiene alto contenido de sales en la savia de sus hojas, y también inundaciones por un largo periodo se ha comprobado que llega a resistir hasta 45 días de inundación en el terreno. Crece en diferentes tipos de suelos y teniendo diferentes niveles de fertilidad y puede resistir hasta  $T^\circ$  de  $9^\circ \text{C}$  desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm. (Orihuela, 2007)

El pasto Vetiver es tolerante en lo que concierne a las propiedades químicas del suelo. Se desarrolla en un amplio rango de pH de 3 hasta 11, tolera a la sodicidad y sulfatos e incluso concentraciones de Al, Mn, As, Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, Se y Zn en el suelo y también en el agua. Por todo lo mencionado el pasto vetiver puede ser plantado en cualquier tipo de suelo y sobrevive en aguas residuales o salobres. El Vetiver en comparación a otras plantas presenta un umbral de salinidad de 8 dS/m mencionar que, este es un valor muy salino y dificultando el crecimiento de la mayoría de las plantas. Esta característica del Vetiver hace que sea el indicado



para el control de erosión en suelos. Los metales absorbidos son retenidos en las raíces. (Wildschut, 2013)

El Vetiver tiene características fisiológicas y morfológicas que lo hacen diferente, como se mencionó anteriormente su tolerancia a niveles altos de salinidad, acidez, sodicidad. Esta planta al ser expuesto a metales pesados, absorbe gran cantidad en su tejido. Además de su crecimiento hace que Vetiver sea una especie apta para procesos de fitorremediación y el tratamiento de fitorremediación que usa el pasto vetiver es la rizofiltración, donde su masa radicular actúa como filtro y retiene a los contaminantes. Ofreciendo un sustrato para hongos, algas y bacterias, por lo que el filtro además facilita la biodegradación. La rizofiltración se emplea para el tratamiento de aguas residuales o aguas contaminadas. Vetiver es adecuado para este uso, ya que se crece bien con las raíces sumergidas. (Wildschut, 2013)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

La investigación del presente trabajo es de tipo aplicada porque está integrada por un conjunto de actividades metódicas para resolver el problema de contaminación de aguas residuales de esta manera realizaremos análisis que van a probar la eficacia del Sistema Vetiver.

Los análisis experimentales serán llevados a un laboratorio fuera de la zona problemática. Estos generalmente se realizan con ayuda de un especialista para tener resultados precisos y favorables en la investigación, con este tipo de investigación lo que buscamos es resolver los problemas reales de manera práctica y tomando como precedente investigaciones realizadas según el objetivo de la investigación de (OTIENO, Austine, et al, 2018) consistió en evaluar el potencial de descontaminación del pasto vetiver en el tratamiento de las aguas residuales municipales, debido a que estas aguas presentan altas cantidades de fosfatos y nitratos y de esta manera inciden en la calidad del agua.

Se pudo determinar que el fosforo se acumuló en las raíces del vetiver y también en los brotes. Según los análisis el sistema hibrido presento mayor acumulación de contaminantes, por ende; el nitrógeno se acumuló en los brotes y el fósforo en las raíces. Y de acuerdo con (PARAMESHWARI, C. Indhu, et al., 2018) su objetivo de la investigación consistió en tratar las aguas procedentes de las industrias del cartón teniendo contaminantes presentes como materia orgánica, nitrógeno, fósforo, etc. El tratamiento se dio mediante un sistema hidropónico con el pasto Vetiver y con aireación, analizando luego del tratamiento resultaron que, los parámetros como nitrógeno, carbonato, plomo y cadmio redujeron más del 50% y fosforo, magnesio, calcio, bicarbonato, cloruro y sodio dieron menos del 50%. Precisar que se presentó mayor crecimiento del pasto Vetiver en el sistema con aireación.

Y finalmente considerando lo de (BRACHO PEREZ, Julio Cesar; CAMPOVERDE CADILLO, Martín., 2017) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo de evaluar y comprobar la capacidad de la planta vetiver para remover materia orgánica, nitrógeno y otros parámetros a través de un diseño de humedales y con

macrófitas flotantes, mediante los análisis se comprobó que redujo más del 50% de la materia orgánica y la turbidez tuvo una notoria reducción. Se toma como base estas investigaciones para lograr el bienestar de la sociedad y el medio ambiente.

El diseño de investigación empleado es pre experimental según (HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P., 2014) aplicando el Diseño de preprueba/posprueba con un solo grupo para esto, se realizó un pre – prueba y post – prueba. El análisis pre – prueba es el que es (el agua residual contaminada antes de la aplicación del tratamiento) esta variable se manipuló esta representa el efluente que indico la presencia de los contaminantes presentes en el agua residual. Luego se trató las aguas contaminadas con la especie vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) que es el estímulo, y en el post – prueba (después de aplicar el tratamiento) de esta manera se determinó la eficiencia del vetiver en la reducción de los contaminantes de las aguas residuales.

### **3.2. Variables y operacionalización**

La variable dependiente es: Descontaminación de aguas residuales este es un proceso que consiste en reducir los índices de contaminación de aguas residuales de uso doméstico mediante la aplicación de tecnologías ambientales esto se basa en la reducción de la contaminación de aguas residuales esta se medirá en los parámetros físicos y mediante análisis de agua especializados su dimensión consiste en Parámetros físicos con indicadores de valores encima del ECA – AGUA en sulfuros y nitratos en mg/l, olor y color, para el Análisis de vulnerabilidad ambiental se aplicó el Análisis y estimación de peligro y riesgos de esta manera se pudo medir el Peligro ya sea muy alto, alto, Medio o bajo en % como también Riesgo ya sea muy alto, alto, medio o bajo en %, en el caso del Análisis de estándares de calidad y seguridad alimentaria se basó en la Medición de estándares de calidad y seguridad alimentaria para estimar el olor, color y firmeza.

La variable independiente es: Sistema Vetiver esta se define como una biotecnología ambiental que se basa en la fitorremediación de aguas residuales y eficaz para reducir la descontaminación de aguas residuales y económica a comparación de otros tratamientos convencionales con costos altos de mantenimiento , en la reducción de la contaminación se basa en la alta capacidad

de absorción que tiene las raíces del vetiver, la dimensión de los Parámetros físicos, con indicadores de valores por debajo del ECA-AGUA en sulfuros y nitratos, Sulfuros y Nitratos en mg/l, olor y color. En el Índice de vulnerabilidad ambiental, se basó en el Cálculo de vulnerabilidad ambiental según manual estimación de riesgos de INDECI y de esta manera estimar la Vulnerabilidad Muy Alta (VMA), vulnerabilidad Alta (VA), Vulnerabilidad Media (VM) o Vulnerabilidad Baja en % la Biotecnología ambiental en agua residual para el Cumplimiento de estándares de calidad y seguridad alimentaria tales como Color Sabor Textura.

Ambas variables están más detalladas en la matriz de operacionalización. (ANEXO N °1).

### **3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

La población del presente trabajo es las aguas residuales de la laguna de oxidación de Yaurilla generadas en los Aquijes – Ica que recibe un ineficaz tratamiento produciendo contaminación de aguas residuales y malos olores.

Se tomo una muestra representativa de la primera laguna de oxidación de Yaurilla para su posterior análisis teniendo en cuenta el protocolo de monitoreo de calidad de agua – ECA – ANA.

El propósito del muestreo es tomar las muestras representativas en el cuerpo de agua de la laguna de oxidación de Yaurilla antes y después del tratamiento de agua, esto se realizó de acuerdo de la Resolución Ministerial N° 2731 – 2013 – Ministerio de Vivienda: “Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales–PTAR.

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

Existe sus propios instrumentos para cada técnica seleccionada, los instrumentos son:

- a) Ficha de observación: En este documento se anotará todo lo observado como el color del agua, cultivos, técnicas, olores, etc.
- b) Cadena de Custodia (Análisis de agua)

- c) Páginas web: Se utiliza con la finalidad de complementar información, Google académico, Alicia concytec, scopus, entre otros.
- d) Softwares de análisis de información geográfica: ARCGIS, INGEMMET, USGS, GEOGPSERU, entre otros.
- e) Análisis de monitoreo de aguas residuales en laboratorio cite agroindustrial.

### 3.5. Procedimientos

**ETAPA 1:** Se planificó una visita para observar la zona crítica.

Figura 2: Imagen satelital de la zona critica



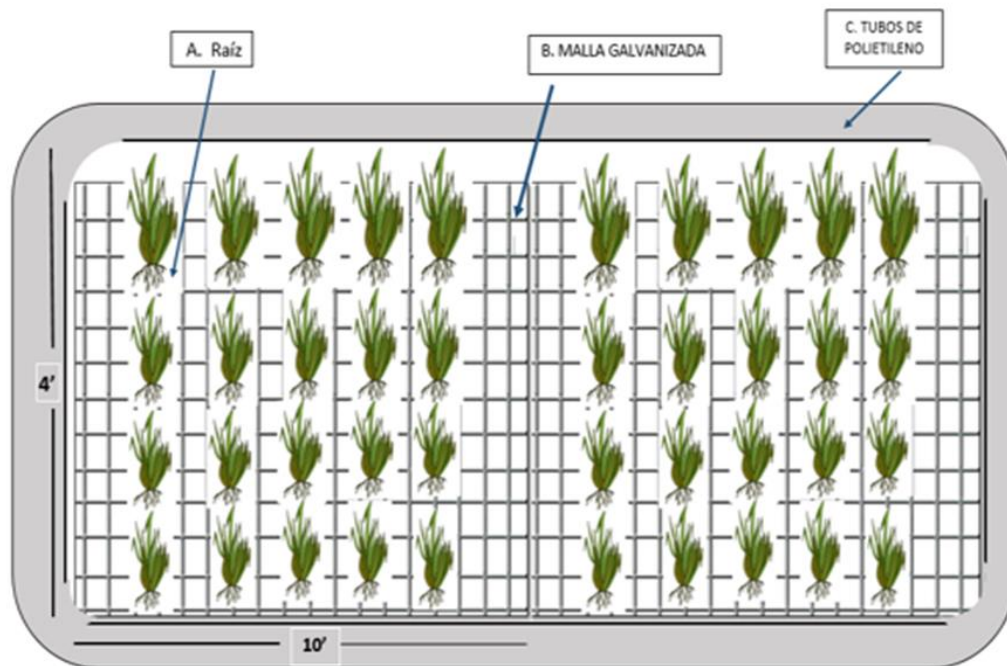
**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

Se realizó la visita a la laguna de oxidación de Yaurilla en el distrito de los Aquijes – Ica, con la finalidad de ejecutar nuestra guía de observación. (ANEXO 3).

Para la Construcción del sistema Vetiver tuvimos los siguientes materiales:

Estos son Malla galvanizada (soporte para el sistema hidropónico), 1 tubo de polietileno de 2 pulgadas de diámetro, 4 codos de 2 pulgadas de diámetro, Hilo pabilo, hoja de sierra, Tijera, plumón, 20 individuos pasto vetiver por balsa, Pegamento para tubos y 1 balde y finalmente una tina.

Figura 3: Diseño del Sistema Vetiver



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

La medida aproximada para 5 balsas de flotación para la aplicación del sistema vetiver, será aproximadamente de 4' x 10' y construida con tubos de polietileno para la flotación y un colchón de coco que sirve como matriz de soporte para las plantas (sustrato).

A) Procedimiento para la construcción de balsas de flotación para la aplicación del sistema vetiver:

**Paso 1:** se procedió a ensamblar los tubos de polietileno de 2 pulgadas de diámetro junto con los codos de 2 pulgadas de diámetro.

**Paso 2:** se procedió a pegar los tubos de polietileno (con pegamento para tubos) de dos pulgadas de diámetro junto con los codos de 2 pulgadas de diámetro.

**Paso 3:** cortado y colocación de malla galvanizada que deben ser atadas con hilo pabalo a los tubos de polietileno.

Figura 4: Cortado y colocación de malla galvanizada



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

**Paso 4:** colocación de esquejes de pasto vetiver en balsas acondicionadas para el funcionamiento del sistema.

Figura 5: Colocación de esquejes en balsas



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

**Paso 5:** Sistema vetiver correctamente armado para el tratamiento de las aguas residuales procedentes de la laguna de oxidación de Yaurilla.

### **Aplicación de la fórmula para tasa de crecimiento relativo de Leopold and Kriedemann**

Se evaluó el crecimiento y la supervivencia de las plantas para determinar qué esquejes proveen los mejores resultados. Según (RAMÍREZ SOTO, 2014) El índice de supervivencia se medirá de acuerdo al número de esquejes muertos por cada lote, en cada mes de muestreo. Para el cálculo de la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) se aplicó la fórmula propuesta por Leopold y Kriedemann:

**Figura 6:** Fórmula de TCR

$$\text{TCR} = \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{T_2 - T_1}$$

**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

Dónde:

**Ln:** Logaritmo natural

**A2 y A1:** Alturas de las plantas en lecturas sucesivas

**T2 y T1:** Tiempos de lectura

La eficiencia para la remoción de nitrógeno en sus diferentes formas se estimó conforme a los resultados de las determinaciones analíticas realizadas al caudal que ingresa y que sale de la laguna de oxidación.

### **Cálculo de tasa de crecimiento relativo**

**N° de esquejes:** 22 esquejes.



Tabla 1: Altura de las raíces según su TCR

	ALTURA FINAL	ALTURA INICIAL
<b>ESQUEJE N°1</b>	A2 = 11cm	A1 = 4.5 cm
<b>ESQUEJE N°2</b>	A2 = 10 cm	A1 = 3.1 cm
<b>ESQUEJE N°3</b>	A2 = 12 cm	A1 = 3.5 cm
<b>ESQUEJE N°4</b>	A2 = 13 cm	A1 = 2.5 cm
<b>ESQUEJE N°5</b>	A2 = 11 cm	A1 = 3.2 cm
<b>ESQUEJE N°6</b>	A2 = 13 cm	A1 = 2.4 cm
<b>ESQUEJE N°7</b>	A2 = 12 cm	A1 = 2.6 cm
<b>ESQUEJE N°8</b>	A2 = 14 cm	A1 = 3.7 cm
<b>ESQUEJE N°9</b>	A2 = 13 cm	A1 = 2.3 cm
<b>ESQUEJE N°10</b>	A2 = 15 cm	A1 = 2.6 cm
<b>ESQUEJE N°11</b>	A2 = 20 cm	A1 = 2.4 cm
<b>ESQUEJE N°12</b>	A2 = 13 cm	A1 = 4.6 cm
<b>ESQUEJE N°13</b>	A2 = 12 cm	A1 = 3.6 cm
<b>ESQUEJE N°14</b>	A2 = 10 cm	A1 = 2.3 cm
<b>ESQUEJE N°15</b>	A2 = 20 cm	A1 = 4.9 cm
<b>ESQUEJE N°16</b>	A2 = 16 cm	A1 = 4.7 cm
<b>ESQUEJE N°17</b>	A2 = 20cm	A1 = 5.4 cm
<b>ESQUEJE N°18</b>	A2 = 12 cm	A1 = 4.6 cm
<b>ESQUEJE N°19</b>	A2 = 20 cm	A1 = 2.6 cm
<b>ESQUEJE N°20</b>	A2 = 10 cm	A1 = 2.8 cm
<b>ESQUEJE N°21</b>	A2 = 20 cm	A1 = 6.2 cm

Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

Luego se aplica la fórmula de tasa de crecimiento relativo (**TCR**) mencionada anteriormente:

**ESQUEJE N°1:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(11 \text{ cm}) - \text{Ln}(4.5 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.010 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°2:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(10 \text{ cm}) - \text{Ln}(3.1 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.013 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°3:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(12 \text{ cm}) - \text{Ln}(3.5 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.014 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°4:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(13 \text{ cm}) - \text{Ln}(2.5 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.019 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°5:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(11 \text{ cm}) - \text{Ln}(3.2 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.014 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°6:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(13 \text{ cm}) - \text{Ln}(2.4 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.019 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°7:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(12 \text{ cm}) - \text{Ln}(2.6 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.017 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°8:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(14 \text{ cm}) - \text{Ln}(3.7 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.015 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°9:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(13 \text{ cm}) - \text{Ln}(2.3 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.019 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°10:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(15 \text{ cm}) - \text{Ln}(2.6 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.020 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°11:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(20 \text{ cm}) - \text{Ln}(2.4 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.024 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°12:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(13 \text{ cm}) - \text{Ln}(4.6 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.012 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°13:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(12 \text{ cm}) - \text{Ln}(3.6 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.014 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°14:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(10 \text{ cm}) - \text{Ln}(2.3 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.017 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°15:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(20 \text{ cm}) - \text{Ln}(4.9 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.016 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°16:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(16 \text{ cm}) - \text{Ln}(4.7 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.014 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°17:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(20 \text{ cm}) - \text{Ln}(5.4 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.015 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°18:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(12 \text{ cm}) - \text{Ln}(4.6 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.011 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°19:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(20 \text{ cm}) - \text{Ln}(2.6 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.023 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°20:**

$$TCE = \frac{\text{Ln}(10 \text{ cm}) - \text{Ln}(2.8 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.014 \text{ cm/diarios}$$

**ESQUEJE N°21:**

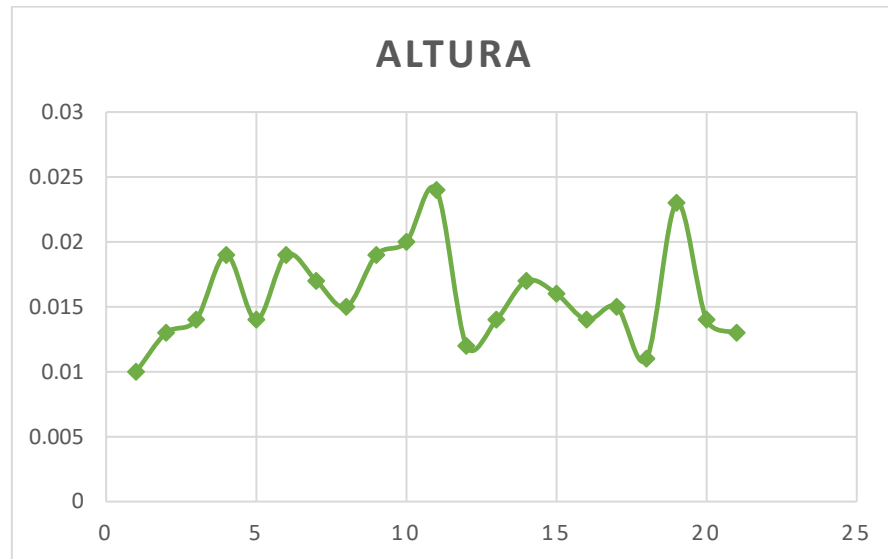
$$TCE = \frac{\text{Ln}(20 \text{ cm}) - \text{Ln}(6.2 \text{ cm})}{90 \text{ dias} - 1 \text{ dia}} = 0.013 \text{ cm/diarios}$$

Tabla 2: Valores de alturas relativas de las raíces del Vetiver

TCE	ALTURA
ESQ1	0.010
ESQ2	0.013
ESQ3	0.014
ESQ4	0.019
ESQ5	0.014
ESQ6	0.019
ESQ7	0.017
ESQ8	0.015
ESQ9	0.019
ESQ10	0.020
ESQ11	0.024
ESQ12	0.012
ESQ13	0.014
ESQ14	0.017
ESQ15	0.016
ESQ16	0.014
ESQ17	0.015
ESQ18	0.011
ESQ19	0.023
ESQ20	0.014
ESQ21	0.013

**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

Gráfica 1: Altura de las Raíces del Vetiver



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

De esta manera se comprueba que a mayor crecimiento de las raíces por el mecanismo de rizofiltración hay una mayor absorción de contaminantes demostrando que el sistema es eficiente.

**B)** Se procedió a enviar analizar el agua procedente de la laguna de oxidación de Yaurilla en el distrito de los Aquijes – Ica, para luego comparar con los ECA establecidos de la categoría 4-E1

**Parámetros físico- químicos que nos muestra ECA-ANA:**

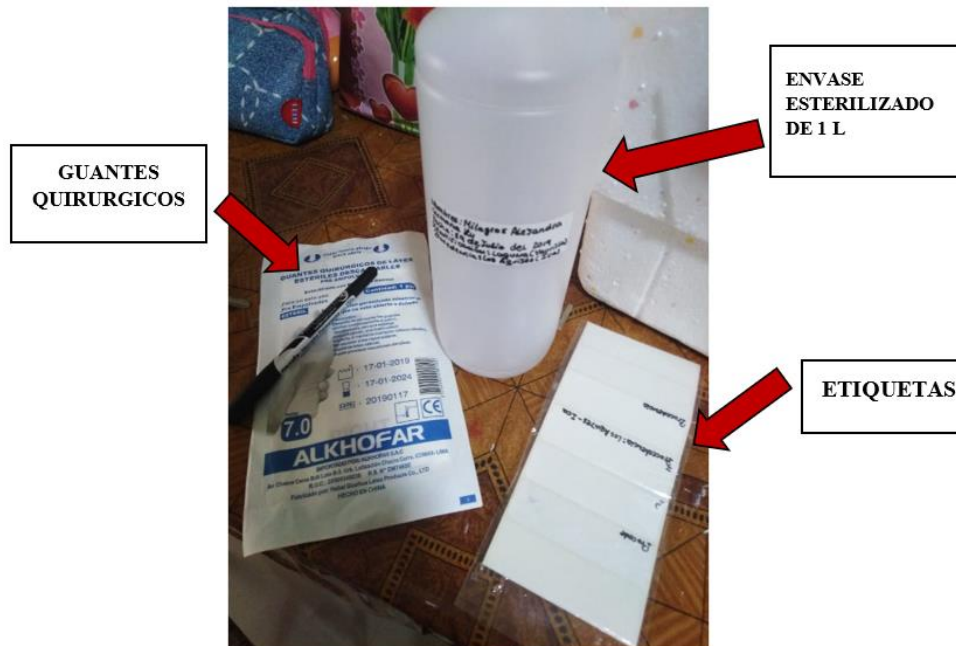
Figura 7: Parámetros de lagos y lagunas - ECA -ANA

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático						
Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2

**Fuente:** (ANA, 2019)

Para la Toma de muestra en la laguna de oxidación de Yaurilla necesitamos los siguientes materiales: Cooler, Guantes quirúrgicos, Envases esterilizados de 1 litro, Mascarilla quirúrgica, Plumón indeleble y Etiquetas Materiales debidamente acondicionados para la toma muestra de agua.

Figura 8: Materiales para muestreo de agua residual



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

En Primera laguna de oxidación de Yaurilla donde se tomó la muestra de agua.

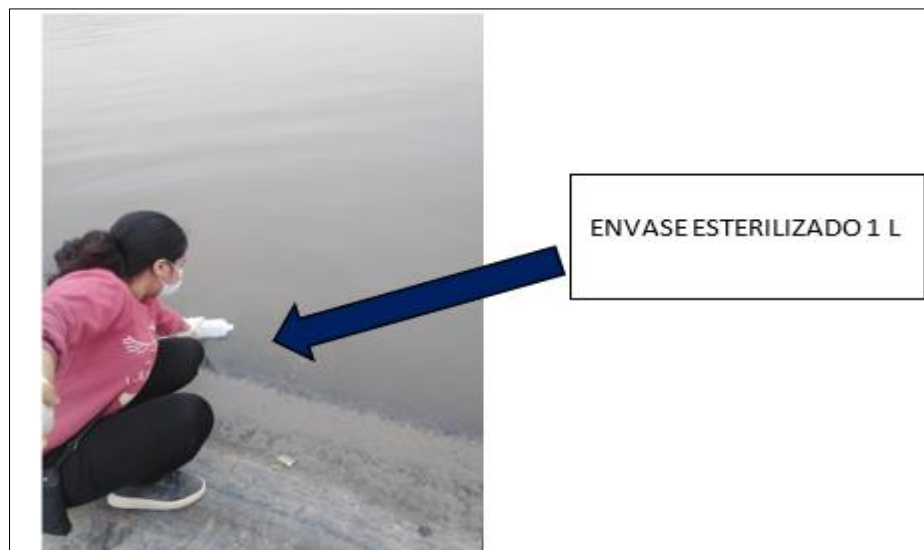
Figura 9: Laguna N°1 de Oxidación de Yaurilla



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

Se procedió a realizar la toma de muestra de agua en la primera laguna de oxidación de Yaurilla según el protocolo para realizar la toma de muestra de agua en lagos y lagunas.

Figura 10: Toma de Muestra de Agua de Laguna de Oxidación de Yaurilla



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

Figura 11: Muestra de agua



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

- Finalmente, el frasco esterilizado que contiene la muestra de agua de la primera laguna de oxidación de Yaurilla se colocó en un cooler para su posterior análisis en el laboratorio acreditado por INACAL.



- Resultados del análisis de agua en el laboratorio CITE agroindustrial Ica acreditado por INACAL.

En el análisis de agua los parámetros a analizar que son: los sulfuros y nitratos Pre- prueba de análisis de agua.

Figura 12: Análisis de agua inicial

H <sub>2</sub> S	mg/L	3.02	Espectrofotometría uv-vis
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	meq/L	9.87	Titulación con ácido de normalidad conocida
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	meq/L	<0.1	Titulación con ácido de normalidad conocida
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	14.2	Espectrofotometría uv-vis

Fuente: (AGROINDUSTRIAL, 2021)

Post – prueba de análisis de agua

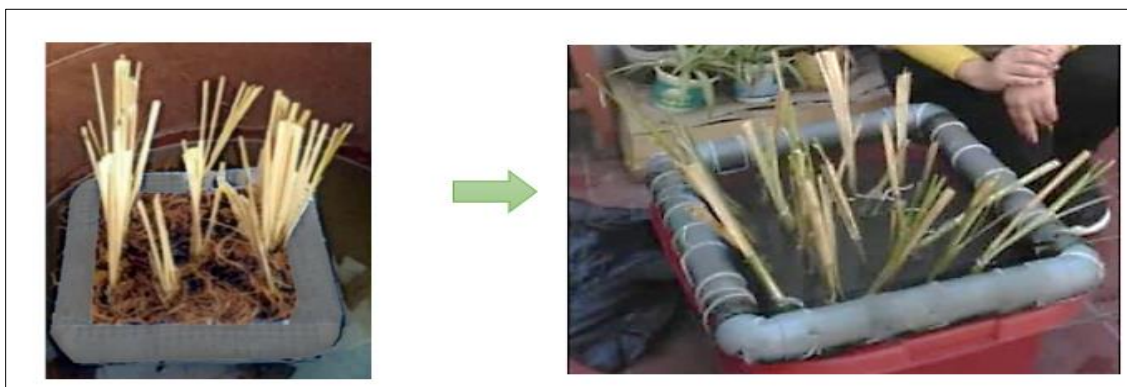
Figura 13: Análisis de agua final

H <sub>2</sub> S	mg/L	0.001	Espectrofotometría uv-vis
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	meq/L	9.87	Titulación con ácido de normalidad conocida
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	meq/L	<0.1	Titulación con ácido de normalidad conocida
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	12.1	Espectrofotometría uv-vis

Fuente: (AGROINDUSTRIAL, 2021)

### Etapa de adaptación (30 días)

Figura 14: Adaptación del Vetiver



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

## Etapa de desarrollo (60 días)

Figura 15: Desarrollo del Vetiver



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

## Crecimiento de la raíz

Figura 16: Crecimiento de la raíz del Vetiver



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

**ETAPA 2:** Se determinó el grado de la vulnerabilidad ambiental mediante el programa ARCGIS, siendo este un conjunto de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica. (MASTERGIS, 2020)

## **Procedimiento para determinar la vulnerabilidad ambiental:**

**Paso 1:** Descargar la imagen satelital del programa Google earth pro de la zona afectada, en este caso el distrito de los Aquijes específicamente la laguna de oxidación de Yaurilla, se colocaron 6 puntos de control (punto1, punto 3, punto 4, punto 5, punto7, punto 8). Luego se guardó la imagen en máxima calidad y los puntos de control en formato KML para poder usar las coordenadas en el programa ArcGIS.

**Paso 2:** La imagen descargada anteriormente se georreferencio en el programa ARCGIS en el sistema de coordenadas UTM denominado WGS 84 zona 18S.

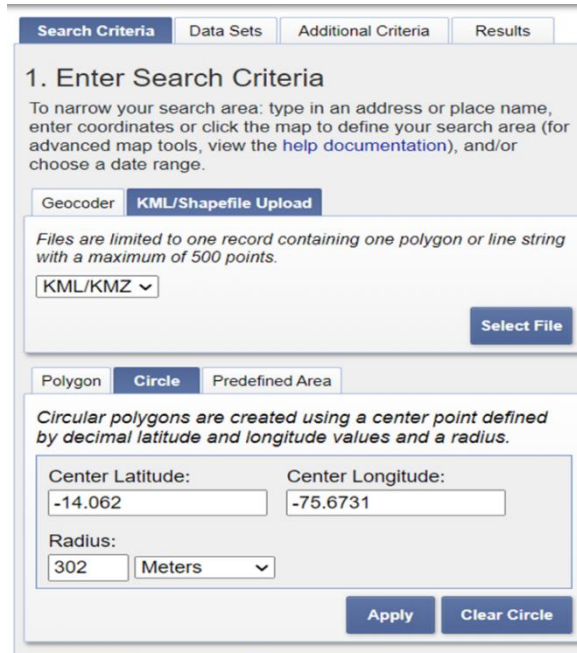
Figura 17: Puntos de control de imagen satelital



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

**Paso 3:** Se descargó un DEM (modelo digital de elevación) de la zona de estudio, ello se realizó en el USGS (servicio geográfico de los estados unidos). Luego se ubicó la zona de Yaurilla y se define el área a descargar en un círculo; posterior a ello se descargó el DEM en formato tiff.

Figura 18: USGS descarga de DEM



The screenshot shows the USGS search interface for DEM data. It features a navigation bar with tabs for 'Search Criteria', 'Data Sets', 'Additional Criteria', and 'Results'. The 'Search Criteria' tab is active, displaying the section '1. Enter Search Criteria'. Below this, there are instructions on how to narrow the search area. The interface includes a 'Geocoder' and a 'KML/Shapefile Upload' section. The 'KML/Shapefile Upload' section has a note: 'Files are limited to one record containing one polygon or line string with a maximum of 500 points.' and a dropdown menu set to 'KML/KMZ'. A 'Select File' button is present. Below this, there are three tabs: 'Polygon', 'Circle', and 'Predefined Area'. The 'Circle' tab is selected, showing instructions: 'Circular polygons are created using a center point defined by decimal latitude and longitude values and a radius.' The form includes input fields for 'Center Latitude' (set to -14.062), 'Center Longitude' (set to -75.6731), and 'Radius' (set to 302). A unit dropdown menu is set to 'Meters'. 'Apply' and 'Clear Circle' buttons are at the bottom.

Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

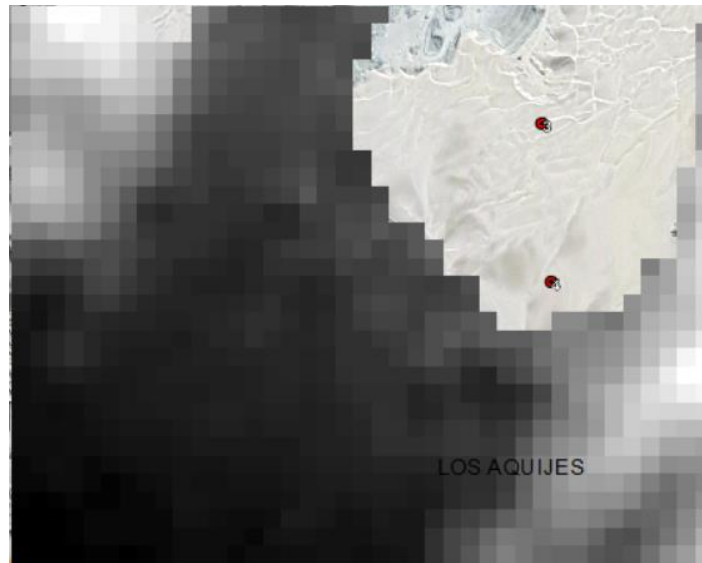
**Paso 4:** Luego se creó un shape llamado **zona de estudio** y se usó la herramienta de geoprocessing **clip** (esta herramienta es para cortar shapes o dems), el dem descargado anteriormente se cortó de acuerdo a la forma del shape **zona de estudio**

Figura 19: Área circular de descarga de DEM



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

Figura 20: DEM Cortado con Herramienta Clip



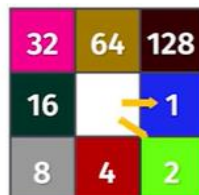
**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

**Paso 5:** luego en la interfaz del programa ARCGIS se utilizó una herramienta del ArcToolbox > **spatial analyst tools, hidrology > Flow direction**, Esto permite saber la dirección del flujo del agua, es decir hacia donde se dirige el contaminante esa es su representación, **se** usó la imagen DEM cortada anteriormente con la finalidad de poder visualizar la dirección de flujo.

➤ **Codificación de la dirección de flujo**

Según (Alonso, Diego, 2016) La dirección de flujo está determinada por la dirección del descenso más empinado, o caída máxima, desde cada celda. Mediante su análisis se puede determinar la dirección de un descenso más empinado, cuando lo reconoce, la celda de salida se codifica con el valor que representa esa dirección.

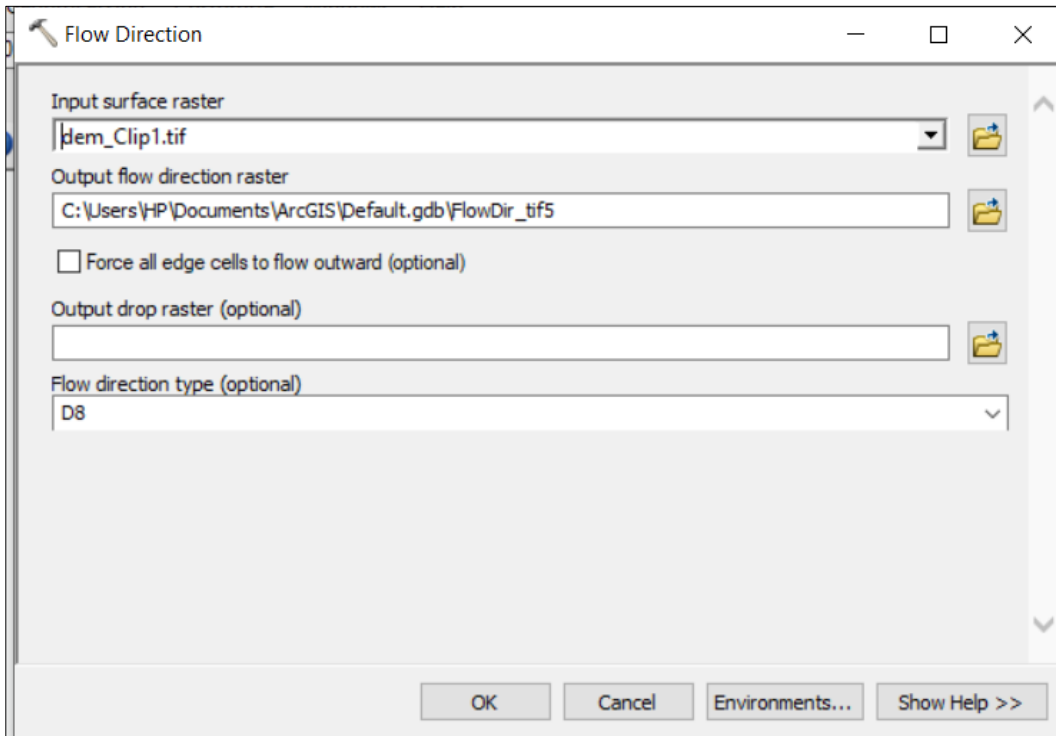
Figura 21: Dirección de Flujo



**Fuente:** (Arcgis Desktop, 2021)

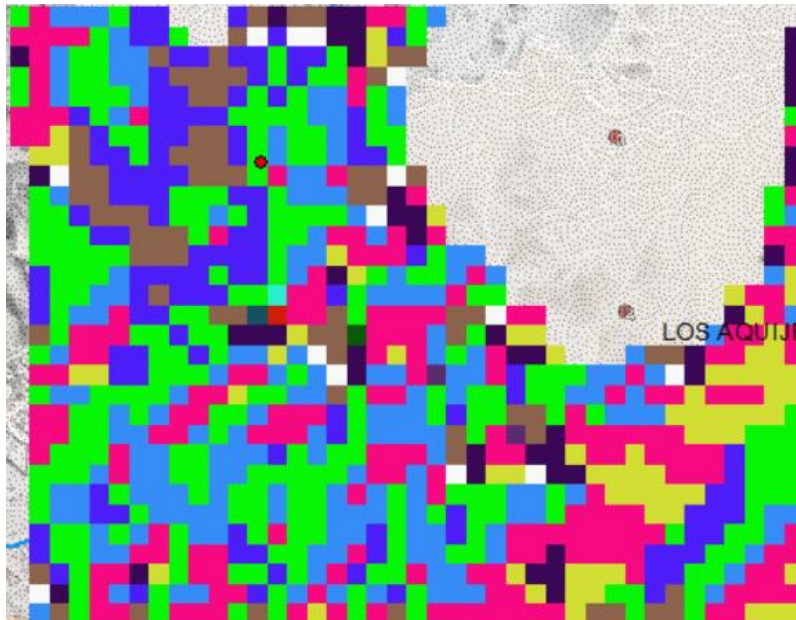


Figura 22: Pestaña Flow Direction en ARCGIS



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

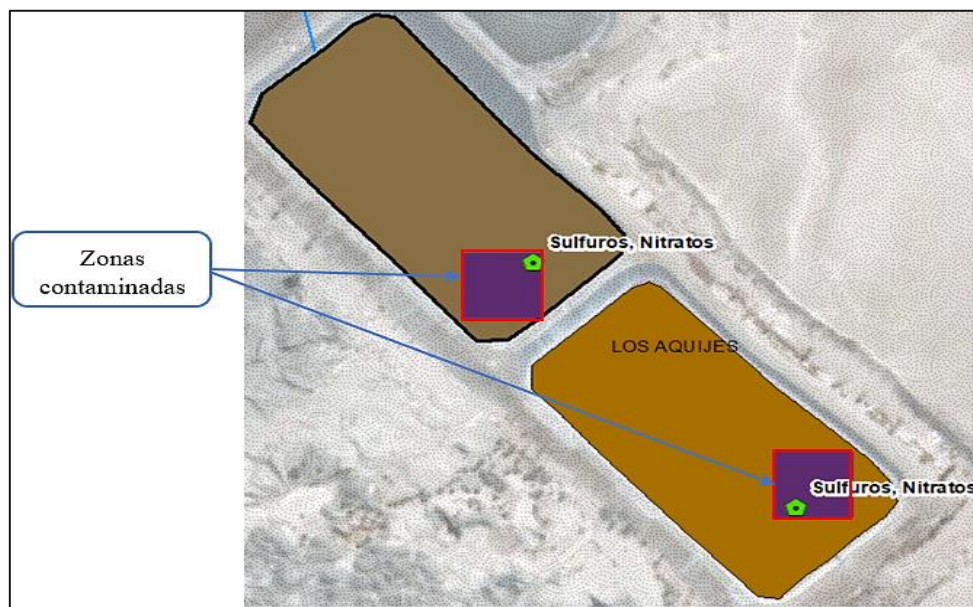
Figura 23: Dirección de flujo de agua en ARCGIS



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

**Paso 6:** Luego se usó la herramienta watershed, usando el ráster de direcciones y los shapes de los contaminantes presentes de esta manera se pudo identificar la zona con más alta contaminación en las lagunas a esta se le denominó el Raster Zonas contaminadas.

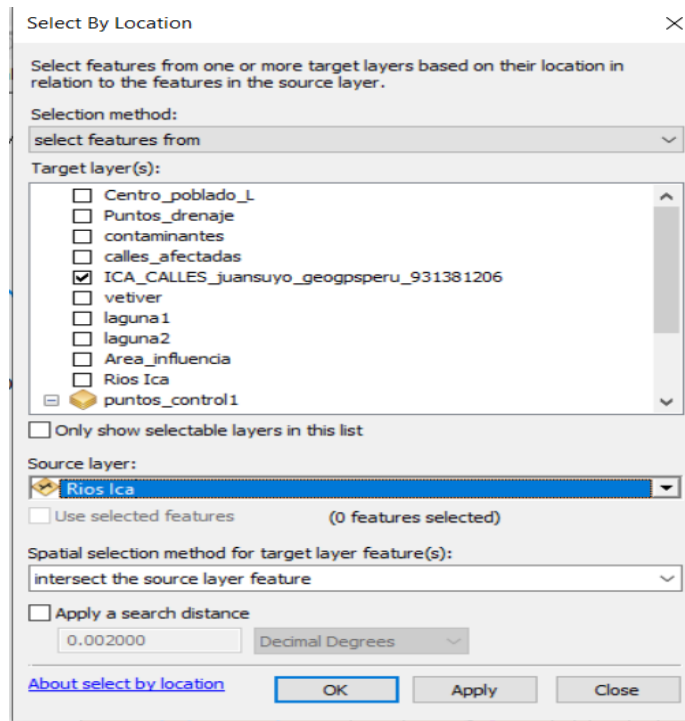
Figura 24: Raster zonas contaminadas



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

**Paso 7:** Se descargó la información geo gps Perú, información sobre el shape de calles de la zona de estudio, luego selection (selection by location) las calles más afectadas por los contaminantes provenientes de las lagunas transportados por la red hídrica (ríos). Se guardó el shape como calles afectadas, estas son representadas en color fucsia.

Figura 25: Selección por Ubicación de calles contaminadas



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

Figura 26: Shapes de calles afectadas por contaminación red hídrica



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)



**Paso 8:** Se descargó los shapes de geogps Perú de centros poblados y de suelos Shape centros poblados \_ los Aquijes, en el shape de centros poblados nos muestra en su tabla de atributos los centros poblados afectados en los Aquijes y la población que va ser muy importante en nuestro estudio.

Figura 27: Tabla de atributos de CC.PP

PROVINCIA	DISTRITO	DESCRIPCIO	POBLACION	LONGITUD	LATITUD	CATEGORIA
ICA	LOS AQUIJES	LOS AQUIJES	2918	-75.690459	-14.096506	PUEBLO
ICA	LOS AQUIJES	VILLA VALVERDE	496	-75.715867	-14.082306	CASERIO
ICA	LOS AQUIJES	HUAMANGUILLA	598	-75.687811	-14.07779	CASERIO
ICA	LOS AQUIJES	LA PERLA	62	-75.691046	-14.071183	ANEXO
ICA	LOS AQUIJES	YAURILLA	2650	-75.684517	-14.068529	CASERIO
ICA	LOS AQUIJES	BUENA VISTA	60	-75.680128	-14.077241	ANEXO
ICA	LOS AQUIJES	SANTA GERTRUDIS	8	-75.696634	-14.080848	UNIDAD AGROPECUARIA
ICA	LOS AQUIJES	LOS GOMEZ	77	-75.700015	-14.083918	ANEXO
ICA	LOS AQUIJES	TALLAMANA	315	-75.69977	-14.084986	CASERIO
ICA	LOS AQUIJES	EL PARAISO	14	-75.695019	-14.088581	ANEXO
ICA	LOS AQUIJES	LA SALCEDO	149	-75.708828	-14.085129	CASERIO
ICA	LOS AQUIJES	EL ARENAL	4536	-75.702097	-14.091235	CASERIO
ICA	LOS AQUIJES	LOS BALDEON	16	-75.714359	-14.089869	UNIDAD AGROPECUARIA
ICA	LOS AQUIJES	GARGANTO	2802	-75.716545	-14.100289	CASERIO
ICA	LOS AQUIJES	PARIÑA CHICO	1564	-75.688972	-14.111661	CASERIO
ICA	LOS AQUIJES	LOS PISCONTES	5177	-75.67565	-14.115262	CASERIO
ICA	LOS AQUIJES	AGRICOLA ANDREA	84	-75.701485	-14.075501	OTROS
ICA	LOS AQUIJES	LAS VASQUEZ	85	-75.698092	-14.084411	OTROS
ICA	LOS AQUIJES	VILLA HUASASQUICHE	226	-75.71625	-14.077678	OTROS
ICA	LOS AQUIJES	EL ESPINAL	66	-75.691736	-14.073732	OTROS
ICA	LOS AQUIJES	SOL DEL INCA	60	-75.683407	-14.078568	

**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

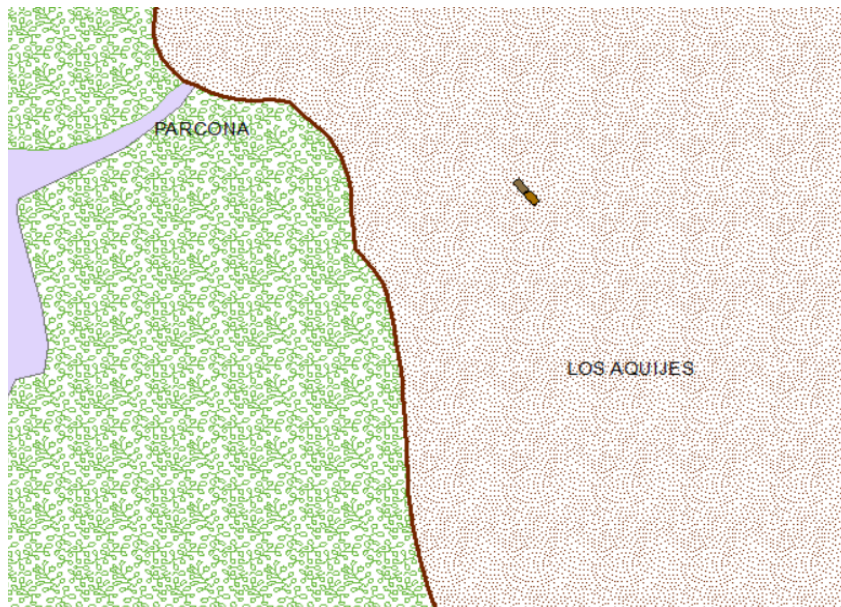
Los shapes de suelos que nos muestran la tabla de atributos en la localidad de los Aquijes son los siguientes según su descripción son los cultivos agrícolas y las planicies costeras y estribaciones andinas.

Figura 28: Suelos de la zona crítica

Suelos Ica						
FID	Shape *	VEGCODE	SIMBOLO	DESCRIPCIO	Shape_Leng	Shape_Area
0	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	119072.521722	229697476.614
1	Polygon	450	Pb	Poblados	13962.595328	5320058.41315
2	Polygon	31	Pl ce Sv	Planicies costeras y estribaciones andinas sin	6403.883786	1682147.43947
3	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	27090.608945	10165753.2514
4	Polygon	444	Lag	Lagos y Lagunas	1609.139814	138790.00775
5	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	7373.868362	2226685.75342
6	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	20201.153289	8320194.8152
7	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	14294.84346	4540851.75725
8	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	216075.932386	143302008.702
9	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	44158.732175	22060913.0598
10	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	29548.761537	16131641.3945
11	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	12361.629998	3251981.06012
12	Polygon	18	Ma/Cuap	Matorrales/Cultivos agropecuarios	38499.553854	46300095.9735
13	Polygon	36	Ar/Cua	Algarrobal ribereño/Cultivos agricolas	68732.729858	22258322.9566
14	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	79447.119942	64394749.272
15	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	16618.534031	5476409.14815
16	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	11025.693619	1990147.51107
17	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	4081.014586	790920.219364
18	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	103064.913905	36479962.6054
19	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	36642.780049	22915133.2919
20	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	6515.942145	2061445.34834
21	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	4740.813901	759356.99744
22	Polygon	18	Ma/Cuap	Matorrales/Cultivos agropecuarios	37248.362784	30026398.2434
23	Polygon	25	Cua	Cultivos agricolas	95505.625031	112682405.609
24	Polygon	31	Pl ce Sv	Planicies costeras y estribaciones andinas sin	2449163.21361	17256187162
25	Polygon	22	P/Cp	Pajonal/Césped de puna	67.730058	51.856404
26	Polygon	18	Ma/Cuap	Matorrales/Cultivos agropecuarios	67.730058	51.856404
27	Polygon	18	Ma/Cuap	Matorrales/Cultivos agropecuarios	553.167279	150.679882
28	Polygon	31	Pl ce Sv	Planicies costeras y estribaciones andinas sin	553.167279	150.679882
29	Polygon	31	Pl ce Sv	Planicies costeras y estribaciones andinas sin	1036.711293	0.710659

Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

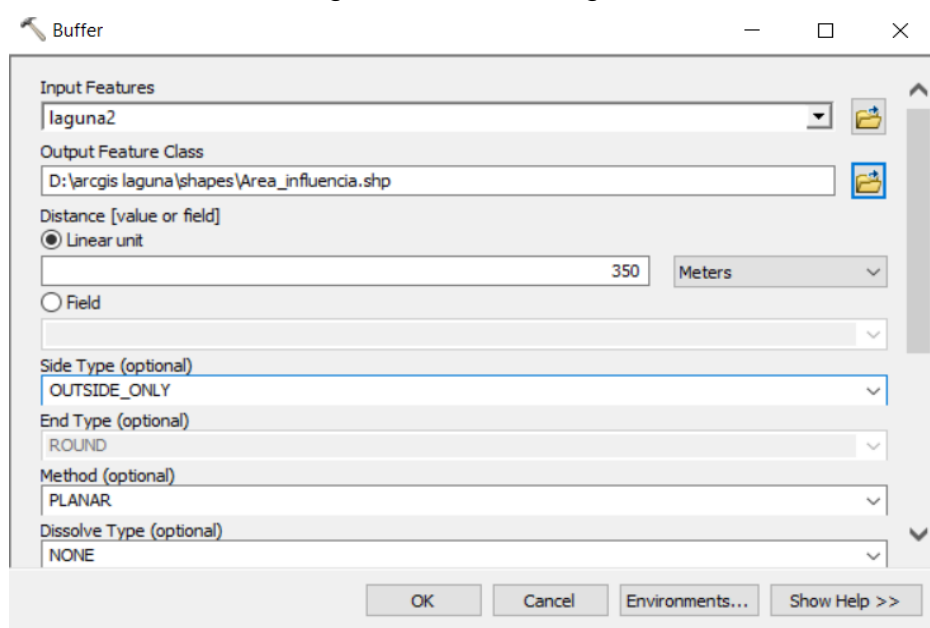
Figura 29: Shapes de suelos



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

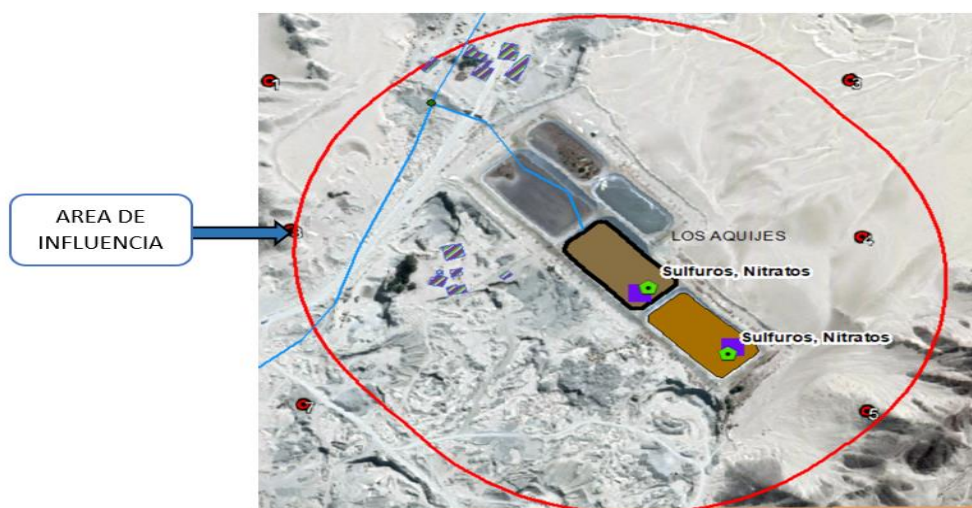
**Paso 9:** Se procedió a realizar el área de influencia de la zona de estudio contaminada (lagunas primarias 1 y 2), para ello se usó una herramienta de geoprocessing que es la herramienta BUFFER, se usó respecto a la laguna 2 outside only (solo alrededor) el halo de área de influencia a un radio referencial de 350 m.

Figura 30: Buffer Laguna 2



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

Figura 31: Área de influencia de la laguna



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

**Paso 10:** Se realizó el análisis de vulnerabilidad, para ello, primero se debe precisar en la vulnerabilidad que se estudiará, en nuestro caso será la vulnerabilidad ambiental y ecológica, está representa el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que componen un ecosistema, sobre la exposición a la variabilidad climática, también está muy ligada al deterioro de la calidad ambiental (agua, aire, suelo), exposición a contaminantes, esto incrementa la vulnerabilidad. Para esto se presenta el siguiente cuadro, que clasifica de la siguiente manera:

Figura 32: Vulnerabilidad ambiental y ecológica





VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Condiciones Atmosféricas	Niveles de temperatura al promedio normales	Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal	Niveles de temperatura superiores al promedio normal	Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal
Composición y calidad del aire	Sin ningún grado de contaminación	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación	Nivel de contaminación no apto
Condiciones Ecológicas	Conservación de los recursos naturales, crecimiento poblacional planificado, no se practica la deforestación y contaminación	Nivel moderado de explotación de los recursos naturales; ligero crecimiento de la población y del nivel de contaminación	Alto nivel de explotación de los recursos naturales, incremento de la población y del nivel de contaminación.	Explotación indiscriminada de recursos naturales; incremento de la población fuera de la planificación, deforestación y contaminación

VB (Vulnerabilidad Baja)  
VA (Vulnerabilidad Alta)

VM (Vulnerabilidad Media)  
VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)

**Fuente:** (BISBAL, Alberto, et al., 2006)

Figura 33: Leyenda de niveles de vulnerabilidad

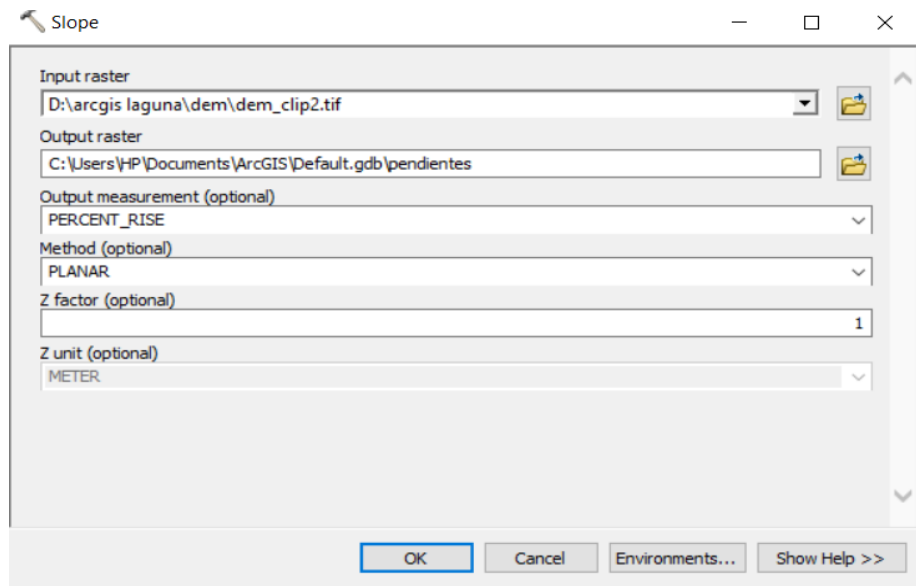
	VB (Vulnerabilidad baja) = < 25 %.
	VM (Vulnerabilidad media) = 26 a 50 %.
	VA (Vulnerabilidad Alta) = 51 a 75 %.
	VMA (Vulnerabilidad Muy Alta) = 76 a 100 %.

**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

**Pendientes:** En la interfaz de ARCGIS, en el arctoolbox > Spatial analyst tolls > **Surface** (superficie) > **Slope** (pendientes), aquí se usó un DEM que se usó anteriormente, ello se realizó para hallar las pendientes del área de estudio.



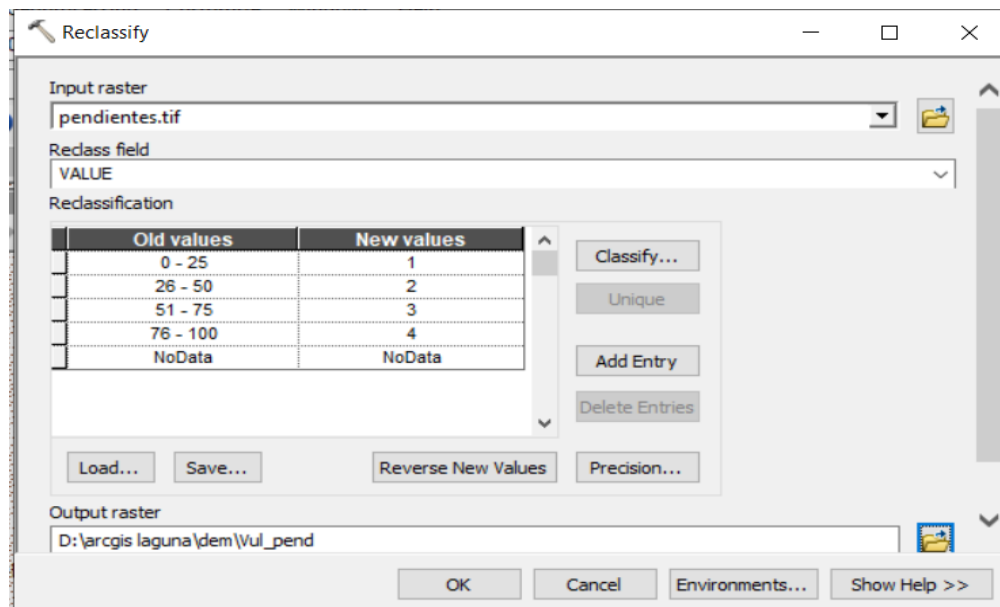
Figura 34: Cálculo de pendientes de DEM



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

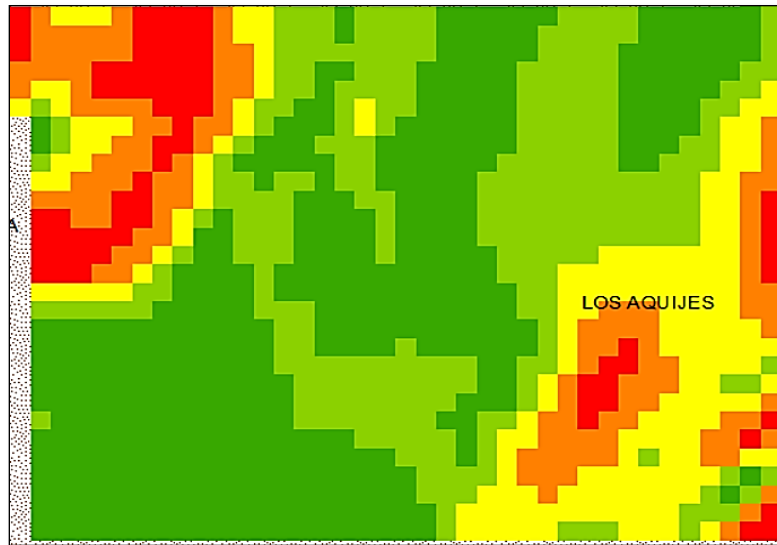
**Reclasificación:** Luego se reclasifica las pendientes, para ello se usó la siguiente ruta arctoolbox > **Spatial analyst tolls** > **reclass** > **reclassify**, así se reclasifico según INDECI.

Figura 35: Reclasificación de pendientes



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

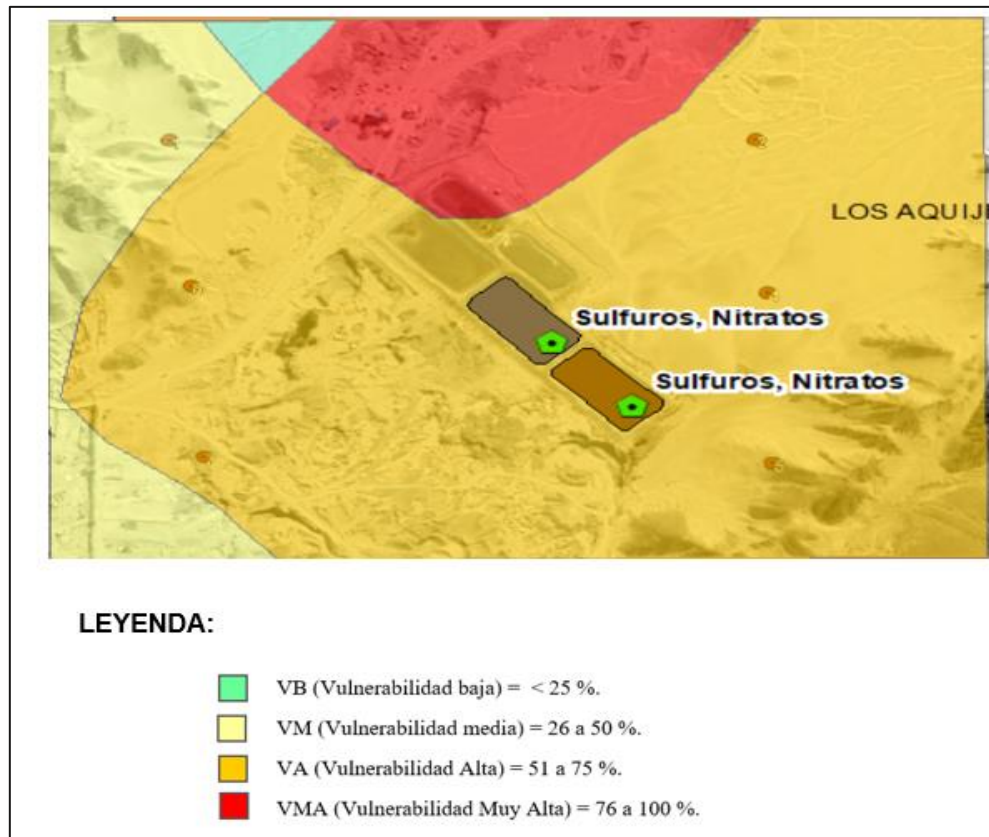
Figura 36: Pendientes reclasificadas



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

Se puede observar la representación vulnerabilidad ambiental en la Interfaz ArcGIS.

Figura 37: Representación de la vulnerabilidad ambiental



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

De esta manera se observa que, en nuestra área de estudio en la zona de las lagunas existe una vulnerabilidad Alta, está representada por un 60 % en color amarillo.

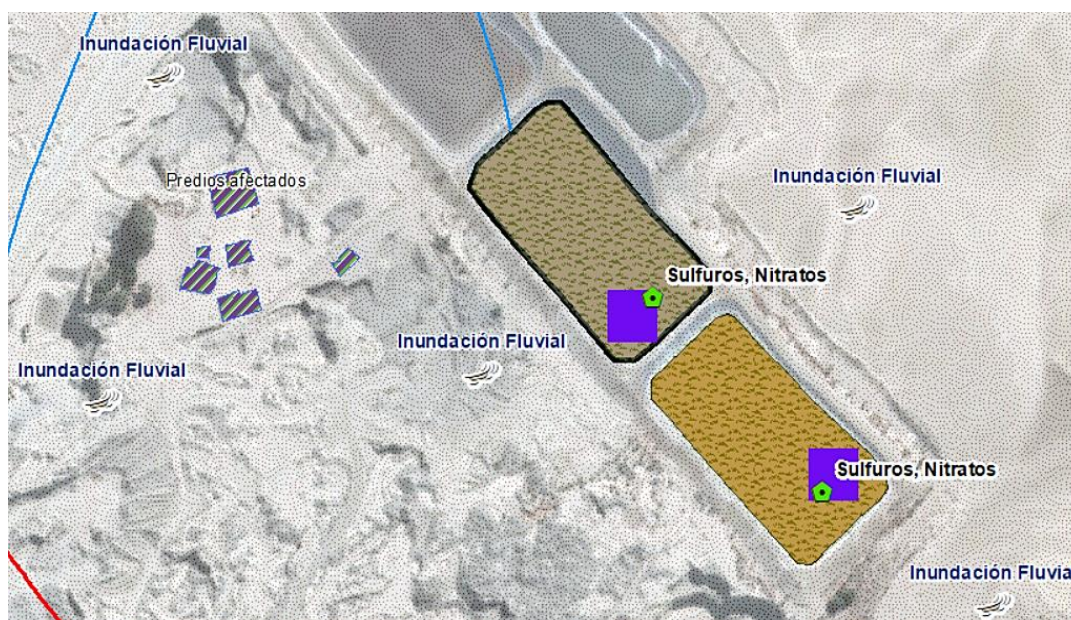
En el caso de la Vulnerabilidad ambiental y ecológica lo clasificamos según nuestro análisis como:

**Vulnerabilidad Alta = 60 %**

Se realizó un análisis de los principales peligros que existen en la zona contaminada. Entre los peligros más abundante e importante de la zona que pueden afectar tanto al medio ambiente como a la población son los siguientes:

**Inundaciones:** de acuerdo a (BISBAL, Alberto, et al., 2006) esto se produce principalmente en la zona por el desborde lateral del agua de las lagunas de oxidación y por la falta de mantenimiento a estas mismas estas inundaciones cubren los terrenos bajos, a esto se le denomina zonas inundables, este fenómeno se produce principalmente por las precipitaciones que son recurrentes en la zona de estudio, estas inundaciones pueden afectar algunas chacras y viviendas aledañas.

Figura 38: Afectación de predios por inundaciones



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

La imagen muestra los predios afectados durante las inundaciones fluviales.

Figura 39: Atributos de Inundaciones

PARAJE	TIPO_PELIG	PELIGRO_ES	GRADO_PELI	GRADO_VULN
CANGUNGUE-ORCONA	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Muy Alto	
LA TINGUÑA	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Muy Alto	
Pte Cañapay/Río Matagente	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Medio	Alto
Hda. Huachacc	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Alto	Muy Alto
CANTAYOC-TIERRA BLANCA	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Muy Alto	
DESAGUADERO CHANCAJALLA	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Muy Alto	
Puente Canyar	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Medio	Muy Alto
Monte fuerte, pachinga	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Alto	Muy Alto
Toma de irrigacion pampa de fioco	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Bajo	Alto
Fdo. Chanchamayo	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Bajo	Medio
PTE. KM 396 CARRETERA PANAMERICANA	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Muy alto	
Sector entre humay y el litoral/San Esteban	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Alto	Muy Alto
	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Bajo	Medio
Pampa Chacama	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Medio	Alto
Hdas. La Pinta y San Luis	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Bajo	Muy Alto
Boqueron	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Medio	Muy Alto
PAMPA BLANCA	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Muy alto	Alto
Los Aquijes	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Alto	Alto
Yaurilla	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Alto	Alto
Yaurilla	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Alto	Alto
Yaurilla	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Alto	Alto
Yaurilla	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Alto	Alto
Yaurilla	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Alto	Alto
Yaurilla	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Alto	Alto

Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

**Deslizamientos:** según (BISBAL, Alberto, et al., 2006) esto es producido por las filtraciones del agua de las lagunas de oxidación y también es otro factor importante para la erosión del suelo que presenta la zona de estudio, de esta manera se produce un desplazamiento progresivo de porciones de tierra.

Figura 40: Deslizamientos en la zona crítica

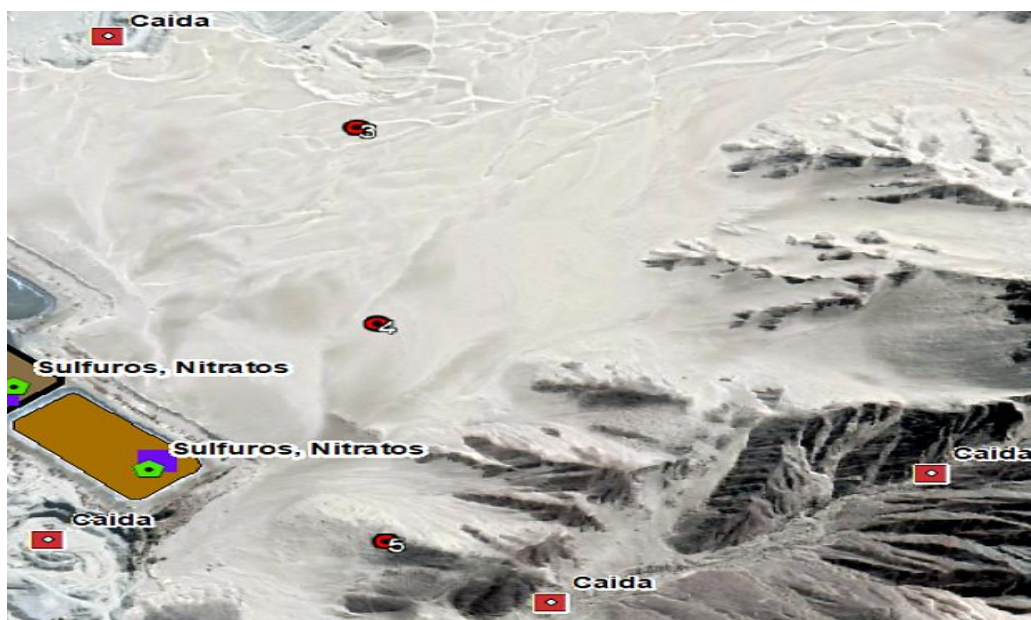


Fuente: (Elaboración Propia, 2021)



**Derrumbes o caídas:** en la zona se pueden producir derrumbes por las caídas de porciones de suelo o el desprendimiento de rocas causado tanto por la infiltración del agua de la zona de estudio o también por los movimientos sísmicos.

Figura 41: Derrumbes o caídas en la zona crítica



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

Figura 42: Tabla de Atributos de caídas y deslizamientos

Peligros				
	PARAJE	TIPO_PELIG	PELIGRO_ES	GRADO_PELI
	Entre el carmen y huamantambo	Caída	Caída de Roca	Alto
▶	Cachahuacce	Caída	Caída de Roca	Medio
	La Llama	Caída	Caída de Roca	Bajo
	Huiltacho	Caída	Caída de Roca	Medio
		Caída	Caída de Roca	Medio
	Al frente Hda. Huachaco	Caída	Caída de Roca	Medio
	Chacarilla	Caída	Caída de Roca	Alto
	Yaurilla	Caída	Derrumbe	Alto
	Yaurilla	Caída	Derrumbe	Alto
	Yaurilla	Caída	Derrumbe	Alto
	Yaurilla	Deslizamiento	Deslizamiento Traslacional	Alto
	Yaurilla	Deslizamiento	Deslizamiento Rotacional	Alto

Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

según (BISBAL, Alberto, et al., 2006) valora las zonas de peligro para la Estimación de peligro de la siguiente forma:

Figura 43 : Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PB (Peligro Bajo)	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznales. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc. Distancia mayor a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico.	1 < de 25%
PM (Peligro Medio)	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico.	2 De 26% a 50%
PA (Peligro Alto)	Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. De 150 a 300 m. desde el lugar del peligro tecnológico	3 De 51% a 75% <sup>o</sup>
PMA (Peligro Muy Alto)	Sectores amenazados por alud-avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo ("lloclla"). Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo. Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por otros peligros: maremoto, heladas, etc. Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones. Menor de 150 m. desde el lugar del peligro tecnológico	4 De 76% a 100%

**Fuente:** (BISBAL, Alberto, et al., 2006)

Según (BISBAL, Alberto, et al., 2006) nuestro análisis de los principales peligros de las zonas y los datos arrojados los principales peligros dentro del área de influencia calificaremos los peligros anteriormente mencionados como peligro alto (PA) con un porcentaje de 63 %.

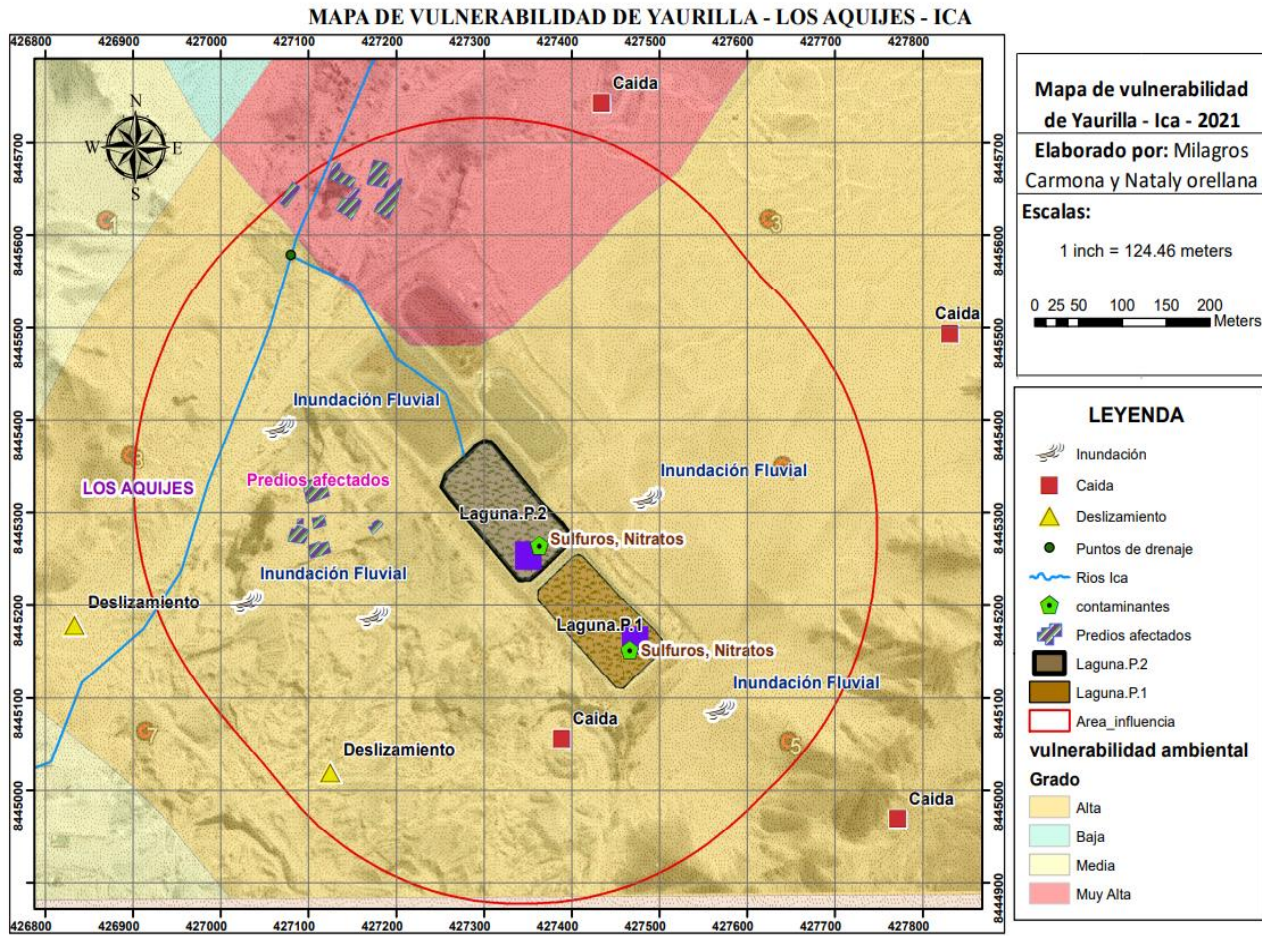
La Estimación peligro representa:

**P** = 63 %.

Luego realizamos luego de calcular tanto la vulnerabilidad como el peligro realizamos el mapa de vulnerabilidad ambiental en la interfaz ARCGIS



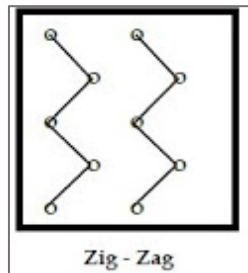
Figura 44: Mapa de vulnerabilidad ambiental



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

**ETAPA 3:** de acuerdo a (JUAN, y otros, 2007) Se realizó la recolección de suelo para luego proceder a colocarlo en 5 macetas. Con la finalidad de que el suelo sea representativo del terreno se usó el método ZIGZAG.

Figura 45: Método Zig-Zag



Fuente: (JUAN, y otros, 2007)

Se seleccionaron 10 puntos para realizar la recolección de suelo (se eliminaron cm de suelo para eliminar impurezas) con una cantidad de 500 gr.

Se procedió a sembrar las semillas de paprika en macetas. (*Capsicum annuum L. var longum*) Según (MINAGRI, 2019) después de 15 días se agregó el compost al suelo.

Según (CHACA TAIPE, 2019) Se realizó el riego Inter diario, precisar que el testigo se regó con el agua de la laguna de oxidación y a las muestras A, B, C y D se regó con el agua ya tratada previamente con el sistema vetiver (el riego se realizó en horas de la tarde para aprovechar el agua en su totalidad.)

Se realizó el monitoreo cada 2 días para observar el crecimiento de las plántulas.

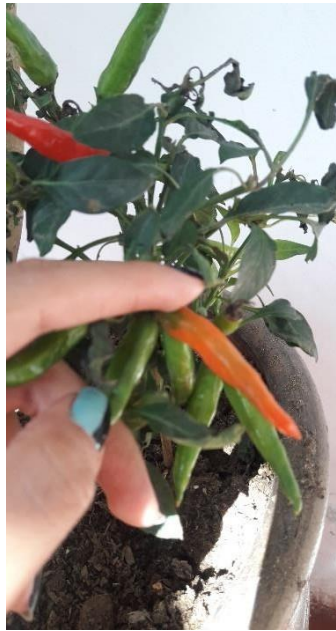
El tiempo que demora en crecer los frutos fueron de 175 días, durante todo este tiempo se realizó el monitoreo correspondiente con la finalidad de comprobar la eficiencia del sistema vetiver al retener los contaminantes presentes en el agua y permitir el crecimiento eficaz de la paprika y cumpliendo con los estándares de seguridad alimentaria.

Figura 46: Crecimiento de la plántula



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

**Figura 47:** Crecimiento de la paprika



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

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

Para determinar la vulnerabilidad ambiental se utilizó el programa ARCGIS y con Google Earth se pudo obtener la ubicación del área de estudio.

Con el software Microsoft Excel se obtuvo las graficas de comparación de los parámetros analizados.

### **3.7. Aspectos éticos**

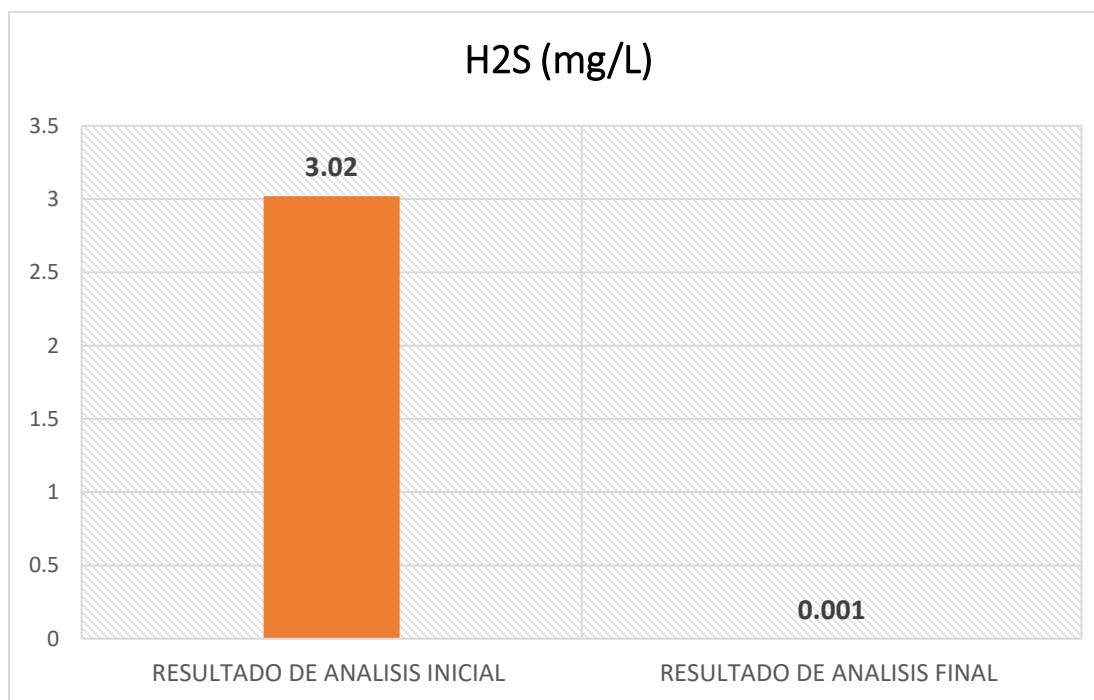
En la presente investigación de tesis se citaron todas las fuentes de los diversos artículos, tesis, investigaciones y libros que figuran a lo largo del desarrollo de nuestra investigación utilizando siempre las normas de redacción APA e ISO.

#### IV. RESULTADOS

**Análisis de resultados mostrados en análisis físico – químicos** planteados para la primera hipótesis, en el caso de los Sulfuros ( $H_2S$ ): En el caso del sulfuro de hidrogeno que es un contaminante del agua residual (este le da el olor de huevo podrido) desprende olor fétido, se redujeron la concentración de este contaminante:

CONTAMINANTE	RESULTADO DE ANALISIS INICIAL	RESULTADO DE ANALISIS FINAL	UNIDAD DE MEDIDA
$H_2S$	3.02	0.001	mg/L

Gráfica 2: Gráfica de Resultados de  $H_2S$

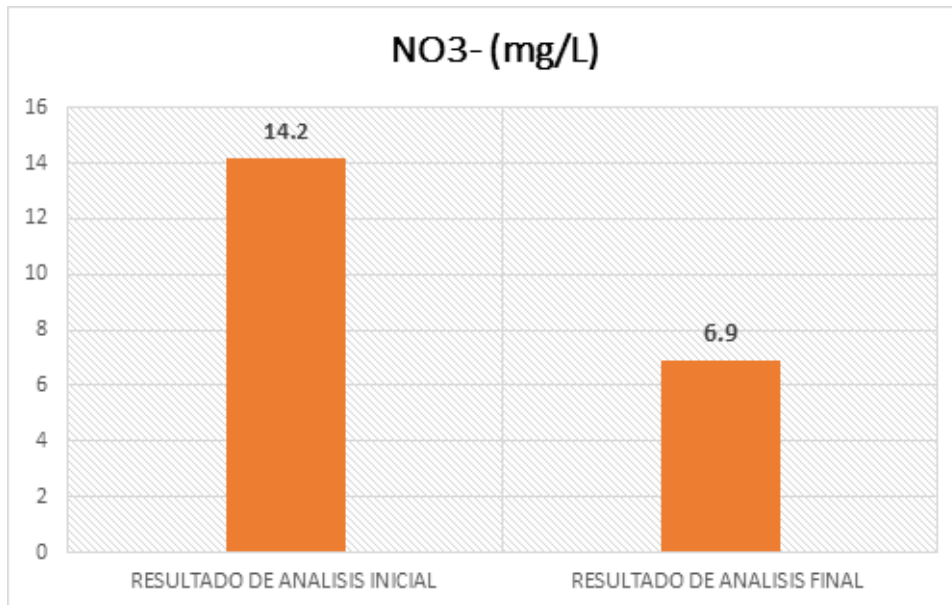


**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

Para el caso del nitrato  $NO_3^-$  : En el caso del Nitrato que es contaminante del agua residual se redujo la concentración de este contaminante:

CONTAMINANTE	RESULTADO DE ANALISIS INICIAL	RESULTADO DE ANALISIS FINAL	UNIDAD DE MEDIDA
$NO_3^-$	14.2	6.9	mg/L

Gráfica 3: Gráfica de Resultados de NO3-



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

Luego se calculó el **Porcentaje de remoción**: el porcentaje de remoción de acuerdo a (PRADO, y otros, 2013) los valores de los parámetros analizados:

Figura 48: Fórmula índice de remoción de contaminantes

$$\% \text{ Remoción} = \frac{VPi - VPf}{VPi} \times 100$$

Dónde:

VPi: Valor Parámetro Inicial.

VPf: Valor Parámetro final.

Fuente: (PALTA-PRADO, y otros, 2013)

➤ **Sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S)**

$$\% \text{ Remoción} = \frac{3.02 - 0.001}{3.02} \times 100\% = 99.9\%$$

➤ **Nitratos NO3- :**

$$\% \text{ Remoción} = \frac{14.2 - 6.9}{14.2} \times 100\% = 51.4 \%$$

De acuerdo a (RIVERA PÁEZ, 2018) las concentraciones del contaminante influye en el crecimiento de raíces, se realiza una comparación de las variables control (antes del tratamiento) vs. tratamiento en T0 (tiempo inicial) y Tf (tiempo final)

Representa:

*Figura 49: Comparación de variables control*

	Control (Ti vs Tf)		Tratamiento (Ti vs Tf)	
	Raíz	Hoja	Raíz	Hoja
Sulfuro de Hidrogeno	≡	↑	↑	↓
Nitratos	≡	↑	↑	↓



Incremento de concentración (contaminantes).



Disminución de concentración (contaminantes).

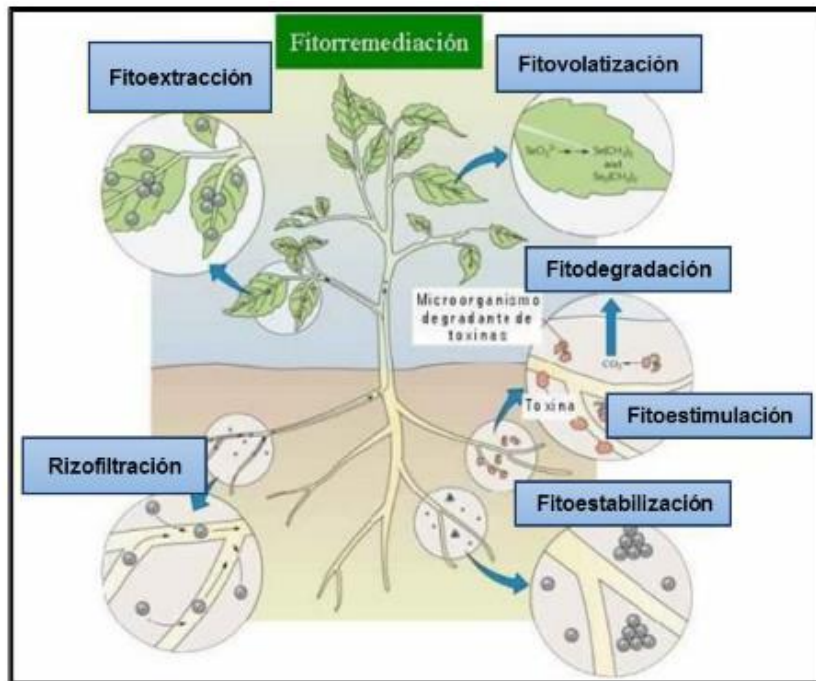


Igualdad.

**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)



Figura 50: Tipos de fitorremediación



Fuente: (PQBIO, 2006)

En el control (antes de aplicar el tratamiento) en el caso de las **RAÍCES** hay una **igualdad** en la concentración de contaminantes que arroja el análisis de agua presentado anteriormente y en el caso de las **HOJAS** hay un **incremento de concentración** de contaminantes dentro de ellas, esto se realiza por la fitoextracción ya que se concentran los contaminantes en las partes aéreas en este caso las hojas estos son provenientes del agua residual.

En el tratamiento (vetiver) en el caso de las **RAÍCES** hay un **incremento de concentración** de contaminantes dentro de ellas, esto se realiza por la rizofiltración ya que se realiza una absorción de contaminantes por medio de las raíces del vetiver y por consiguiente se disminuyen los contaminantes del agua residual, para el caso de las **HOJAS** hay una **disminución de concentración** de contaminantes esto se realiza mediante la fitovolatilización en el cual las hojas convierte los contaminantes en especies volátiles liberándolas a la atmosfera.

En los resultados de la segunda hipótesis, Luego que se obtuvo el grado de vulnerabilidad y el grado de peligro en porcentaje que se calculó anteriormente en el procedimiento, estos permiten realizar el cálculo del riesgo, usamos el método de (BISBAL, Alberto, et al., 2006) que plantea INDECI, siendo este de criterio descriptivo en el que usa una “Matriz de Peligro y Vulnerabilidad”, se usó los datos de los porcentajes de peligro y vulnerabilidad. En la intersección de ambos valores en porcentaje se podrá estimar el nivel de riesgo de la zona de estudio.

Figura 51: Matriz de peligros y vulnerabilidad

<b>Peligro Muy Alto</b>	<b>Riesgo Alto</b>	<b>Riesgo Alto</b>	<b>Riesgo Muy Alto</b>	<b>Riesgo Muy Alto</b>
<b>Peligro Alto</b>	<b>Riesgo Medio</b>	<b>Riesgo Medio</b>	<b>Riesgo Alto</b>	<b>Riesgo Muy Alto</b>
<b>Peligro Medio</b>	<b>Riesgo Bajo</b>	<b>Riesgo Medio</b>	<b>Riesgo Medio</b>	<b>Riesgo Alto</b>
<b>Peligro Bajo</b>	<b>Riesgo Bajo</b>	<b>Riesgo Bajo</b>	<b>Riesgo Medio</b>	<b>Riesgo Alto</b>
	<b>Vulnerabilidad Baja</b>	<b>Vulnerabilidad Media</b>	<b>Vulnerabilidad Alta</b>	<b>Vulnerabilidad Muy Alta</b>

- LEYENDA:
- Riesgo Bajo (< de 25%)
  - Riesgo Medio (26% al 50%)
  - Riesgo Alto (51% al 75%)
  - Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

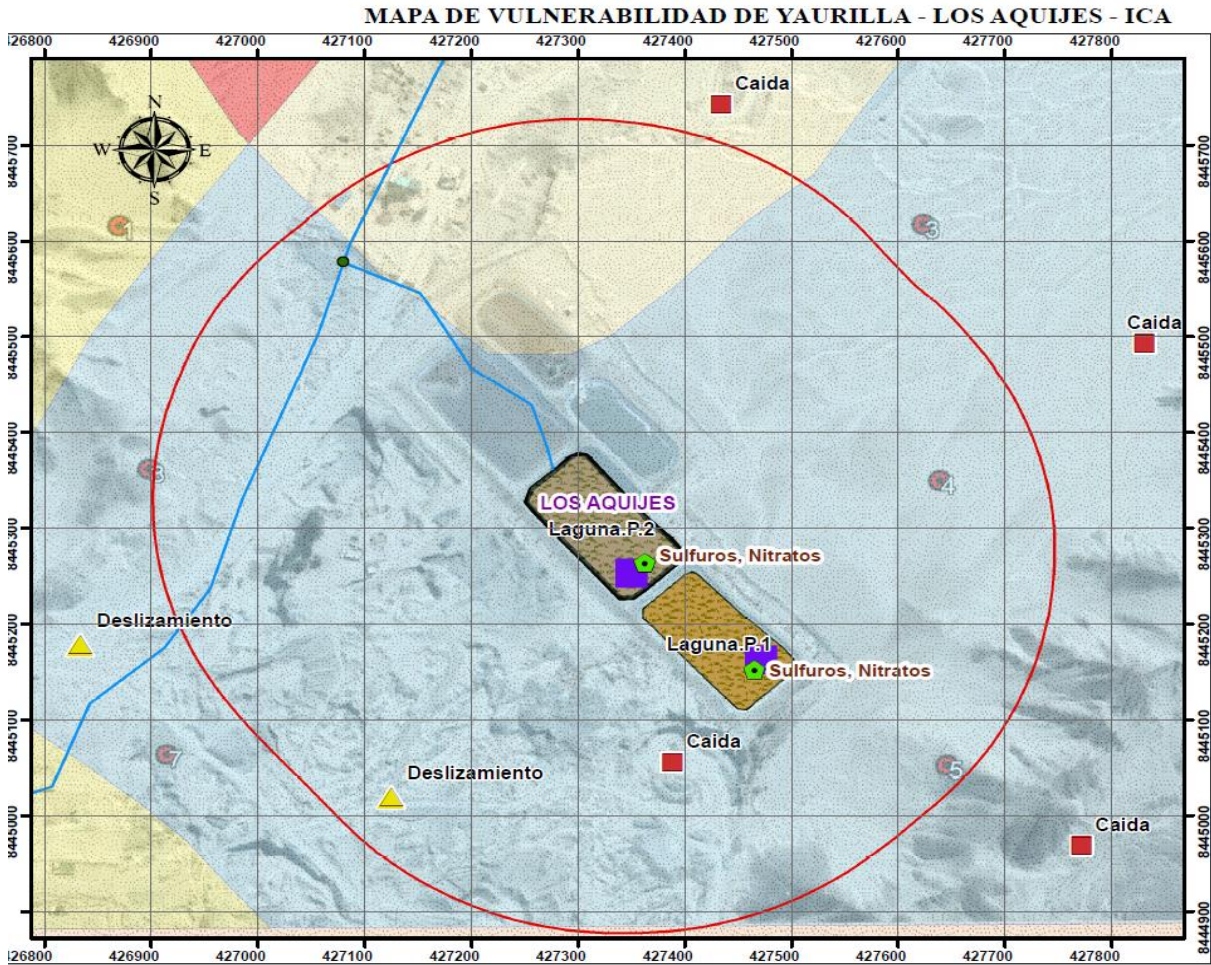
Fuente: (BISBAL, Alberto, et al., 2006)

El porcentaje de vulnerabilidad es alto con un porcentaje de 60 % y el peligro es alto con un porcentaje de 63 % la intersección de estos y el resultado del riesgo estimado es alto de esta manera concluimos que es un **RIESGO ALTO (RA)** con un porcentaje de 65 %.

Como también comprobamos que Luego de la aplicación del sistema vetiver se redujo la vulnerabilidad ambiental ya que el riesgo fue de 24 % (Riesgo bajo) y se disminuyeron los peligros de inundaciones significativamente por eso estimamos el peligro con un valor de 22 % que representa un peligro bajo de esta manera pudimos comprobar que la vulnerabilidad está en un 23 % que es vulnerabilidad ambiental baja.

$$VB = 23 \%$$

Figura 52: Mapa de vulnerabilidad de Yaurilla



Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

Tabla 3: Resultados de nivel de riesgos, peligros y vulnerabilidad

RESULTADOS DE DIGITALIZACION DE RIESGOS Y PELIGROS EN ARCGIS	
<b>VULNERABILIDAD AMBIENTAL</b>	VA = 60 %
	VB=23%
<b>PELIGROS</b>	PA= 63%
	PB= 22%
<b>RIESGO</b>	RA=65 %
	RB=24%

Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

En los resultados para la tercera hipótesis Se planificó una visita para observar las características del terreno y su productividad en cultivos de Paprika (***Capsicum annuum L. var longum***) los resultados se mostrarán en la guía de observación (anexo 3)

Señala (PALACIOS ESTREMER, 2017) que se observa las muestras A, B, C y D cumplen con los estándares de calidad y el problema del testigo se presenta debido a que fue regado con agua de las lagunas de oxidación, mencionar que cada molécula de un líquido es atraída por todas las que le rodean, debido a las llamadas fuerzas de cohesión. La molécula que está en el interior es atraída en todas las direcciones, anulándose unas fuerzas con otras. La molécula que está en la superficie es atraída por las que la rodean, en su mayoría por debajo de ella, dando lugar a una fuerza neta hacia el interior del líquido. Estas fuerzas, que hacen que la superficie se comporte como una membrana elástica, son las que dan lugar a la tensión superficial.

Debido a ello, el agua que absorben las plantas contiene un exceso de nitratos y sulfuros, lo que ocasiona que la paprika no cumpla con los estándares de calidad establecidos.

El agua al ser tratada mediante un proceso de fitorremediación se obtiene las siguientes reacciones:

#### **Reacciones de Desnitrificación:**

El nitrógeno oxidado que reciben como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) es transformado a grupos aminoácidos (asimilación). Para volver a contar con nitrato hace falta que los descomponedores lo extraigan de la biomasa dejándolo en la forma reducida de ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), proceso que se llama amonificación; y que luego el amonio sea oxidado a nitrato, proceso llamado nitrificación. La desnitrificación es la reducción del ion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), presente en el agua residual, a nitrógeno molecular o diatómico ( $\text{N}_2$ ) con ayuda de las raíces del vetiver.

Se sabe que por investigaciones realizadas con anterioridad según (SCAVO, y otros, 2004) el pasto vetiver absorbe nutrimentos esenciales como nitrógeno,

fósforo y cationes; y los guarda para otros usos. (La absorción de nutrientes es en gran cantidad, esto hace crecer de manera masiva la planta.).

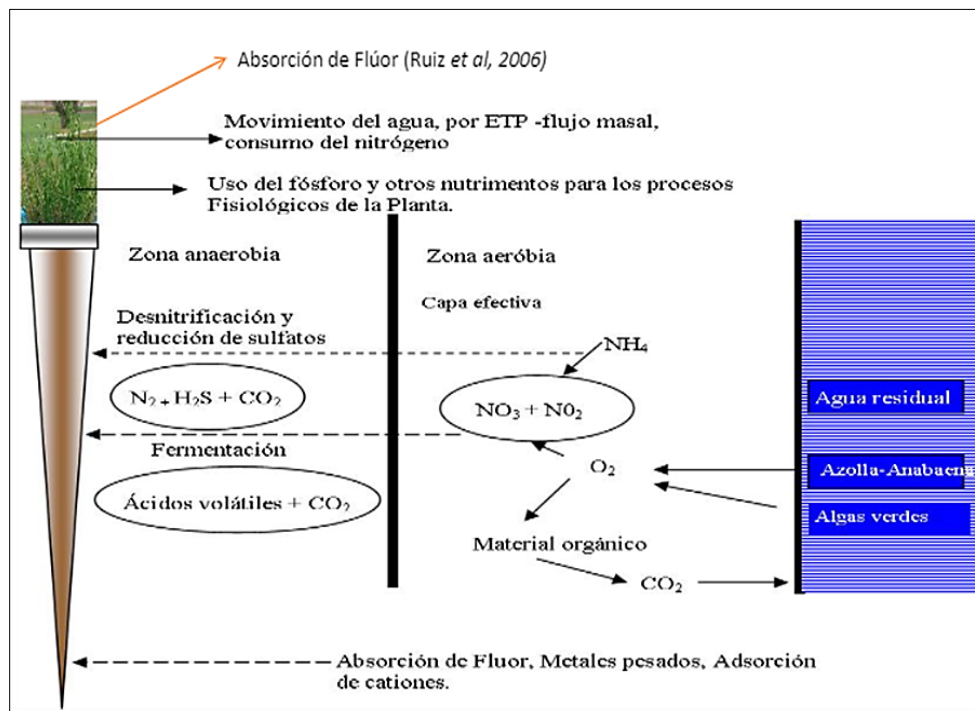
Prácticamente según (ALARCON PALACIOS, 2019) las plantas desarrollan su absorción de agua completa mediante sus raíces aquí se ubican los pelos absorbentes. El agua se absorbe por los pelos absorbentes y otras células de la epidermis de la raíz, lo hace por efecto de un gradiente de presión de difusión, cuando incrementa la concentración de solutos de las células o reduce la presión de turgencia, aumenta el déficit de presión de difusión celular y por esa razón incrementara la absorción de agua. Afirmamos que la absorción del agua es a través de un mecanismo osmótico o sea por (absorción pasiva).

Nitrato → Nitrito → Óxido nítrico → Óxido nitroso → Nitrógeno molecular

### Reducción de sulfuros:

El azufre presente en las aguas residuales se reduce de sulfatos a sulfuros y a sulfuros de hidrogeno bajo ausencia de oxígeno y acción de las raíces del vetiver.

Figura 53: Reacciones de sulfuros



Fuente: ( Luque O. ; Troung P. ; Morao D. ; Ceballos E. , 2006)



## V. DISCUSIÓN

En la presente investigación al Determinar de qué manera influye el sistema Vetiver en la descontaminación de aguas residuales en la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes – 2022. El sistema vetiver mostro un índice de remoción de la contaminación de aguas residuales en el caso de sulfuros del 99.9 % y en el caso del nitrato en un 51.4 %. Según los resultados mostrados anteriormente podemos comprobar que el vetiver es eficaz para la descontaminación de aguas residuales ya que el índice de remoción es bastante alto y nos permite de esta manera tener aguas residuales eficazmente tratadas que no afecten a la salud pública. Según lo mencionado con anterioridad se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis general de la investigación Influirá el sistema Vetiver en la descontaminación de aguas residuales de la laguna de oxidación de Yaurilla – Los Aquijes – Ica 2021.

En el trabajo de (LORDAN, Gómez; MIGUEL, Yelhsin, 2017), determino la eficacia para aplicación de humedales usando *Chrysopogon zizanioides* y *Cyperus alternifolius* para descontaminar aguas servidas mostrando como resultados ya que según sus estadísticas no hay una gran diferencias en la aplicación para tratamiento de las dos plantas es decir que tienen una eficacia parecida, para el caso del mantenimiento el vetiver es más eficaz, ya que cuando esta se poda sigue creciendo mientras que la otra planta necesita nuevos brotes, de esta manera coincide con nuestra investigación ya que también el vetiver demostró muchas ventajas en el tema del mantenimiento ya que no tuvimos altos costos de mantenimiento fue muy económico y hubo un gran crecimiento tanto de las raíces como del área foliar. En los resultados de la investigación de (DEL PILAR, TAMAYO CHILÁN ELIANA., 2020) se comprobó que la especie vetiver mediante sus raíces logro eliminar el 100% nitritos  $\text{NO}_2^-$  y nitratos  $\text{NO}_3^-$  en los tratamientos T3, T4 T5 y T6 cumpliendo la normativa y de esta manera la industria camaronera logro proteger la salud de la población así como en la presente investigación mediante la aplicación del sistema vetiver como resultados se mostró una reducción de la vulnerabilidad ambiental alta a una vulnerabilidad ambiental baja de un porcentaje del 23 %. En comparación al trabajo realizado por (EFFENDI, HEFNI, et al., 2017), La cantidad de amoniaco en las aguas residuales en el cultivo de bagre se redujo un 90,73% con el uso del

vetiver en el caso de peso y talla del bagre mejoro con uso del vetiver y hubo una mayor tasa de supervivencia del bagre como también en nuestra investigación con la aplicación de la especie vetiver se comprobó que hubo una mayor tasa de supervivencia del cultivo paprika y mejoro su tamaño ya que con el uso del vetiver se logró la descontaminación del agua residual de esta manera se obtuvo un cultivo que cumplió con los estándares de calidad.

Mientras haya una mejor gestión en el tratamiento de aguas residuales se obtienen mejores resultados ya que con el desarrollo de nuestra investigación en la aplicación del sistema vetiver lo comprobamos de esta manera obtuvimos resultados óptimos y exitosos pero se podrían ser mucho mejores si hubiera mayor cantidad de tiempo así se podría llevar este sistema a un nivel industrial para la descontaminación del agua residual con la aplicación de este sistema obtuvimos calidad de agua y un ecosistema más limpio.

En la investigación al Analizar la influencia del sistema Vetiver en las sustancias contaminantes de la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes – 2022. El sistema vetiver mostro la disminución de las sustancias contaminantes tanto de sulfuros: H<sub>2</sub>S de 3.02 mg/L a 0,001 mg/L y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> de 14.2 mg/L a 6.9 mg/ L. según estos resultados el sistema vetiver es un sistema eficiente para la disminución de sustancias contaminantes presentes en las aguas residuales de la laguna de oxidación siendo de esta manera y comprobando que la fitorremediación con vetiver es una tecnología limpia, verde y eficiente.

según lo mencionado con anterioridad se rechaza la hipótesis nula y se acepta la primera hipótesis específica de la investigación Influirá el sistema vetiver en las sustancias contaminantes de la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes – Ica.

Con referencia a la investigación de (ROJAS DÍAZ, 2018), efecto el tratamiento de aguas residuales de origen doméstico usando el vetiver mediante humedales artificiales en santa rosa se mostró una efectividad en el tratamiento en la (turbidez), (SST), (DBO<sub>5</sub>), (DQO), Aceites y grasas Coliformes Termotolerantes y pH estos cumplieron con los LMP establecidos, como también los resultados de nuestra investigación mostraron que con la aplicación de la especie vetiver en un sistema de balsas flotantes de comprobó la efectividad de reducción de la contaminación de

los siguientes parámetros: sulfuros (0.001 mg/L) y nitratos (6.9 m/L) cumpliendo así con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM que son los ECA – ANA. En la investigación realizada por (Ramos, Br. Doris Arely Montano., 2018) los humedales con vetiver redujeron los parámetros de Aceites y Grasas como también nitrógeno total y fosforo total y el pH y temperatura las aguas del PTAR San Luis Talpa, así como planteamos en nuestra investigación se demostró que mediante el uso de la especie vetiver que por sus raíces por el mecanismo de rizofiltración es absorción mediante las raíces de contaminantes en nuestro caso sulfuros y nitratos hubo una eficaz absorción , y que mediante las hojas con el mecanismo de fitovolatilización también se disminuyeron gran cantidad de contaminantes mencionados anteriormente estos se convirtieron en especies volátiles liberadas al medio ambiente. En la presente investigación se mostró que después del tratamiento con el sistema vetiver se logró una reducción significativa de contaminantes y de malos olores ya que se redujo el sulfuro de hidrogeno así hubo una buena circulación de aguas residuales mostrando así la eficacia del sistema vetiver, así como en su trabajo de (HERRERA VELÁSQUEZ, Wilmer Antonio, et al., 2018) que se demostró que con un eficaz mantenimiento del biofiltro y con uso de la especie vetiver se redujo gran cantidad de contaminantes y de esta manera hubo una mejor circulación de agua residual así se disminuyeron los malos olores.

la investigación nos muestra la eficacia del sistema vetiver para disminución de sustancias contaminantes presentes en las aguas residuales estos resultados nos demuestran que este sistema es una buena opción y un gran aporte para tratamientos de aguas residuales a pequeñas y grandes escalas ya que no hay grandes costos de mantenimiento y es una biotecnología limpia que no genera residuos que por su eficacia disminuye la contaminación en aguas residuales y por lo tanto también reduce la contaminación ambiental protegiendo así la salud de la población y logrando así un desarrollo sostenible.

En la presente investigación al Estimar como influye el sistema Vetiver en la vulnerabilidad ambiental en la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes 2022. El sistema Vetiver debido a las propiedades de este sistema permite disminuir la vulnerabilidad ambiental que presenta la zona de Yaurilla. Según como quedó demostrado el pasto Vetiver mediante su sistema permite la descontaminación de



las aguas residuales y disminución de olor emitido por la laguna de oxidación, por ende, disminuye la vulnerabilidad ambiental y ecológica lo demuestra la herramienta el software de trabajo ARCGIS. según lo mencionado con anterioridad se rechaza la hipótesis nula y se acepta la segunda hipótesis específica de la investigación Influirá el sistema vetiver en la vulnerabilidad ambiental en la laguna de oxidación de Yaurilla – Los Aquijes.

Considerando la evaluación de (GARCÍA ROSPIGLIOSI, 2021) al tener en cuenta el impacto ambiental y social, se pudo evaluar en nuestra segunda hipótesis la vulnerabilidad ambiental y ecológica mediante el programa ARGIS y el manual de INDECI, obteniendo como resultado el 60% de vulnerabilidad ambiental, representando un peligro alto para la zona de Yaurilla, mediante esta evaluación se propuso la alternativa como también lo demuestra (VELA LATACUMBA, 2018) al implementar un sistema de tratamiento a la problemática planteada en su trabajo de investigación, el pasto vetiver en nuestro proyecto de investigación representa una gran alternativa debido a sus características de fitorremediación disminuyendo de esta manera la concentración de los contaminantes presentes en el agua además de ser una alternativa económica.

Demostrando según lo investigado, la zona de Yaurilla es afectada por las lagunas de oxidación debido a que no tienen un tratamiento adecuado, al implementar el sistema Vetiver, siendo un sistema económico y amigable con el medio ambiente, permite disminuir el porcentaje de vulnerabilidad ambiental, en muchas zonas afectadas se puede replicar y mejorar dicho sistema con la finalidad de disminuir todo tipo de contaminación ambiental y que afecta a la salud pública.

En la investigación al Evaluar cómo influye el sistema Vetiver en la producción y calidad de los cultivos cosechados en los Aquijes – 2022. El Sistema Vetiver debido a su capacidad de remoción de contaminantes presentes en las aguas residuales permite que el agua cumpla con los ECAS y sea apto para riego por ende la paprika cumple con los estándares de seguridad alimentaria. Según se evidencio en los resultados, el sistema vetiver absorbe los contaminantes, de esta manera el agua se encuentra apta para el riego de los cultivos, permitiendo el crecimiento optimo y cumpliendo los estándares de seguridad alimentaria.

según lo mencionado con anterioridad se rechaza la hipótesis nula y se acepta tercera hipótesis específica de la investigación Influirá el sistema vetiver en la producción y calidad de los cultivos cosechados en Los Aquijes

Tomando como referencia el sistema piloto de (RICO TORRES, Fabio René, et al. , 2017) realizar una simulación de 03 lagunas ejecutándolo mediante una plataforma de Tecnopor que sostuvo a las gramíneas, obteniendo como resultado un sistema de flotación, replicando de esta manera en la presente investigación para obtener resultados de descontaminación, se diseñó una estructura a base de tubos de PVC y malla galvanizada para realizar la prueba ex situ, sosteniendo de esta manera las plántulas con la finalidad de que las raíces floten y realicen los procesos de descontaminación, teniendo como elección del pasto vetiver por la capacidad de rizofiltración y también por las múltiples propiedades que posee como la infertilidad de sus semillas y de esta manera evita malezas según presenta en su investigación (RAMOS CORTES, Herly Johana; SALAZAR GALLO, Sonia Liliana, 2017), debido a ello y como se pudo comprobar en los análisis de agua, la reducción de los parámetros fueron considerables. Como menciona (ARAGÓN LÓPEZ, Erick Gabriel; MORALES SÁNCHEZ, María José., 2020) en su trabajo de investigación que debido al incremento de las actividades industriales la gran demanda del recurso agua, se generan nuevas alternativas para reaprovechar los recursos hídricos, una de esas alternativas es la fitorremediación y siguiendo su modelo para realizar la descontaminación con la finalidad de obtener resultados como (CEDEÑO LÓPEZ, 2018), al disminuir la concentración de los parámetros usando el pasto Vetiver, tomando en cuenta ambas teorías y aplicándola a nuestra tercera hipótesis, se pudo reducir nuestros parámetros evaluados y reaprovechar el agua cumpliendo con los ECAS establecidos según muestra nuestro análisis de agua, obteniendo así el agua apta para el regadío lo que genero el cumplimiento de los estándares de seguridad alimentaria de la paprika.

Debido a la escasez del agua, se opta por usar el agua de las lagunas de oxidación para regadío, implementando un sistema eco amigable que no genera ningún tipo de residuo, permite asegurar la calidad alimentaria de los frutos que reciben el agua, de esta manera no se altera los estándares de calidad alimentario.

## VI. CONCLUSIONES

- 1) La aplicación del sistema vetiver fue eficaz ya que hubo una reducción de un porcentaje significativo de contaminantes presentes en las aguas residuales tanto de sulfuros de 99.9 % y nitratos de 51.4 % para así obtener aguas residuales correctamente tratadas y no perjudicar la salud pública.
- 2) El sistema vetiver logro la reducción de sustancias contaminantes de sulfuros: H<sub>2</sub>S de 3.02 mg/L a 0,001 mg/L y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> de 14.2 mg/L a 6.9 mg/ L, esto nos muestra que la fitorremediación es una tecnología que no afecta al medio ambiente y es eficiente para tratar las aguas residuales.
- 3) El sistema Vetiver por sus beneficios que tiene permite reducir la vulnerabilidad ambiental y ecológica de Yaurilla como también se disminuyó el olor del agua residual.
- 4) El Sistema Vetiver por sus propiedades de disminución de sustancias contaminantes presentes se obtiene un agua tratada que cumpla con los ECAS y sea adecuada para regadío de paprika tiene calidad óptima para la protección de la seguridad alimentaria.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1) Realizar la aplicación del sistema vetiver en una mayor cantidad de tiempo para de esta manera a mayor tiempo haya un mayor índice de remoción de contaminantes.
- 2) Usar una mayor cantidad de esquejes de vetiver e implementar mayor cantidad de balsas para lograr una mayor reducción de sustancias contaminantes de aguas residuales en los parámetros mostrados anteriormente.
- 3) Realizar la gestión de peligros, riesgos y vulnerabilidad ambiental abarcando mayor parte de la zona de estudio para de esta, manera tener resultados más globales y lograr una mayor protección de la población,
- 4) Usar mayor cantidad de agua tratada y sembrar mayor cantidad de paprika para contribuir en una mayor exportación de este fruto y de esta manera lograr un desarrollo sostenible.

## VIII. REFERENCIAS

Luque O. ; Troung P. ; Morao D. ; Ceballos E. . 2006. MODELO TEORICO PARA EXPLICAR LOS PRINCIPIOS INVOLUCRADOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR EL VETIVER. CERVECERÍA. Venezuela : s.n., 2006.

Abia Águila, Luis. 2017. *EL TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES CONTAMINADAS CON SULFUROS*. 2017.

AGROINDUSTRIAL, CITE. 2021. 2021.

ALARCON PALACIOS, Carlos. 2019. Absorción y transporte de agua (Plantas). 2019.

Alonso, Diego. 2016. Cómo calcular la dirección y acumulación de flujo con Arc Hydro Tools en ArcGIS. 2016.

ALSGHAYER, Rabia, et al. 2020. *Removal efficiencies of constructed wetland planted with Phragmites and Vetiver in treating synthetic wastewater contaminated with high concentration of PAHs*. 8. Selangor : s.n., 2020. pág. 3357. Vol. 12, Sustainability.

ANA. 2019. ICA : s.n., 2019.

ARAGÓN LÓPEZ, Erick Gabriel; MORALES SÁNCHEZ, María José. 2020. *Evaluación de la remoción de contaminantes del sistema de islas flotantes artificiales (Ifa) con pasto guinea (Panicum maximum) a través de un modelo matemático, periodo 2019–2020*. Latacunga : s.n., 2020. Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

Arcgis Desktop. 2021. 2021.

ASTUTI, Jovita Tri; SRIWURYANDARI, Lies; SEMBIRING, Tarzan. 2018. *Application of Vetiver (Vetiveria zizanioides) on Phytoremediation of Carwash Wastewater*1463 *Application of Vetiver (Vetiveria zizanioides) on Phytoremediation of Carwash Wastewater*. 2018. pág. no 3. Vol. vol. 41, Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science.

BAKHSHOODEH, Reza, et al. 2017. *Treatment of high polluted leachate by subsurface flow constructed wetland with vetiver*. Ahvaz : s.n., 2017. págs. 43-44. Vol. 49, Civil Engineering.

BISBAL, Alberto, et al. 2006. Manual Básico para la estimación del riesgo, INDECI. LIMA : s.n., 2006. INDECI .

BRACHO PEREZ, Julio Cesar; CAMPOVERDE CADILLO, Martín. 2017. *Remoción de Materia Orgánica Mediante Chrysopogon Zizanioides en el Tratamiento Secundario de Aguas Residuales Domesticas de Citrar*. 2017.

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

CAMPAÑA PALLASCO, Edward Alexander; MORENO CHICAIZA, Evelyn Liseth. 2020. *Evaluación del sistema islas flotantes artificiales (ifa) en el tratamiento de aguas contaminadas por arsénico en la captación del proyecto de riego chilla grande*. Latacunga : s.n., 2020. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)..

CASTRO, Gloriana Cordero, ARAYA, Gloriana Segura y ALFARO, John Diego Bolaños. 2017. Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela. 4. 2017, Vol. 30, págs. 15-27.

CEDEÑO LÓPEZ, Damián Eduardo. 2018. *Evaluación de un Humedal artificial aireado con Chrysopogon zizanioides y un consorcio microbiano en Residual Líquido de una industria atunera*. 2018. Tesis de Licenciatura. Calceta: ESPAM..

CHACA TAIPE, Mauricio Alonso. 2019. Sustancias organo–húmicas y potasio en el rendimiento del cultivo de paprika (*Capsicum annum L.*) CV. papri queen en la Irrigacion Majes. Arequipa : s.n., 2019.

CHÁVEZ QUILUMBA, Morelia Alexandra Y LOOR FUENTES, Erika Stefanía. 2019. *Incidencia de la vegetación en la remoción de materia orgánica en aguas residuales urbanas*. CALCETA : s.n., 2019. Tesis de Licenciatura. Calceta: ESPAM MFL.

COLCA MAMANI, PABLO. 2019. *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS MEDIANTE*. Arequipa : s.n., 2019.

CÓRDOVA AGREDA, Danny Deyby; HUAMÁN GARCÍA, Telésforo. 2018. *Humedal artificial con Chrysopogon zizanioides para la remoción de aguas*. Habana : s.n., 2018.

—. 2019. *Humedal artificial con Chrysopogon zizanioides para la remoción de aguas residuales domésticas en el Distrito de Habana–Moyobamba*. Moyobamba : s.n., 2019.

Crites y Tchobanoglous. 2000. *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. 2000.

CUJI QUINGALUISA, Janeth Katerine. 2017. *Evaluación del Vetiver (vetiveria zizanioides) para la disminución de Metales Pesados (pb, cd), en el Canal de Riego Latacunga–Salcedo–Ambato en el Sector Samanga*. Latacunga : s.n., 2017. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)..

Danh, Paul Truong y Luu Thai. 2015. *EL SISTEMA VETIVER PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA*. ESTADOS UNIDOS : s.n., 2015. Vol. 2.

DEL PILAR, TAMAYO CHILÁN ELIANA. 2020. *APROVECHAMIENTO DE LA ESPECIE VETIVER (Chrysopogon zizanioides) PARA LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES DE UNA INDUSTRIA CAMARONERA, PROVINCIA DE EL ORO*. GUAYAQUIL : s.n., 2020. Tesis Doctoral. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR..

DEWI, N. R.; HADISOEBROTO, R.; FACHRUL, M. F. 2019. *Removal of ammonia and phosphate parameters from greywater using Vetiveria zizanioides in subsurface-constructed wetland*. Srengseng Sawah : s.n., 2019. pág. 033012. En Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing.

DIANATI, Ramezan Ali y ESMAEILI, Hasan. 2018. *Determination of Vetiver Plant's Efficiency in The Artificial Wetland for Removal Linear Alkyl Benzene Sulfonate (LAS) From Hospital Laundry Wastewater*. 2018.

EFFENDI, HEFNI, et al. 2017. *Ammonia removal of catfish (Clarias sp) cultivation wastewater using vetiver grass (Vetiveria zizanioides)*. *Pollut. Res.* 3. 2017. págs. 419-427. Vol. 36.

Elaboración Propia. 2021. 2021.

—. 2021. 2021.

GARCÍA MIRANDA, Fátima Goretti; MIRANDA ROSALES, Verónica. 2018. *EUTROFIZACION, UNA AMENAZA PARA EL RECURSO HIDRICO*. MEXICO : s.n., 2018. UNAM.

GARCÍA ROSPIGLIOSI, Leyda Alexandra. 2021. *Sostenibilidad de un humedal artificial de flujo vertical, para el tratamiento de aguas contaminadas con fines de reúso*. 2021.

GHOLIPOUR, Mohsen, et al. 2020. *Facilitated decrease of anions and cations in influent and effluent of sewage treatment plant by vetiver grass (Chrysopogon zizanioides): the uptake of nitrate, nitrite, ammonium, and phosphate*. 17. 2020. págs. 21506-21516. Vol. 27, Environmental Science and Pollution Research.

HASAN, Sharifah Nur Munirah Syed, et al. 2017. *Performance of vetiver grass (Vetiveria zizanioides) for phytoremediation of contaminated water*. 2017. págs. 06003. En MATEC web of conferences. EDP Sciences.

HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. 2014. *Metodología de la Investigación Hernandez Sampieri 6a Edición*. 2014.

HERRERA TOAPANTA, Viviana Nataly; SUMBA GUAMÁN, Daysi Gabriela. 2019. *Islas Flotantes Artificiales con Vetiver (vetiveria zizanioides) como alternativa para la remoción de Nitratos, Fosfatos y Plomo en Agua procedente del Río Cutuchi*. Latacunga : s.n., 2019. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)..



HERRERA VELÁSQUEZ, Wilmer Antonio, et al. 2018. *Implementación de biofiltro como agente depurador de aguas residuales del conjunto Aranjuez II, en el municipio de Villavicencio Meta*. Villavicencio : s.n., 2018.

JAMES, Anu Priya. 2017. *Phytoremediation for Sewage Treatment by Varying Load Constructed Wetland under Hydroponic Condition Using Vetiver Grass*. 6. 2017. págs. 11841-11846. Vol. 6, .Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol..

JUAN, M. A. y TORIBIO, M. 2007. *Análisis de Suelos Guía práctica de muestreo. Análisis de suelos. Guía práctica de muestreo. Profertil Investigación y desarrollo*. 2007, Vol. 12.

KIUNGU, Agnes S; GUYO, Paul M y MAGHANGA, Justin K. 2019. *Potential of Vetiver Grass (Chrysopogon zizanioides) in Phytoremediation of Kipevu Wastewaters*. kenya : s.n., 2019.

KUSIN, F. M., et al. 2019. *Floating Vetiver Island (fvi) and Implication for Treatment System design of polluted running water*. 1. 2019. págs. 497-510. Vol. 17, Applied Ecology and Environmental Research.

LORDAN, Gómez; MIGUEL, Yelhsin. 2017. *Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando Cyperus alternifolius y Chrysopogon zizanioides para el tratamiento de aguas servidas*. LIMA : s.n., 2017.

MAPS. MAPS.

MASTERGIS. 2020. LIMA : s.n., 2020.

MINAGRI. 2019. *Ficha Técnica de cultivo Paprika*. LIMA : s.n., 2019.

MINAM. 2010 . *GUÍA DE EVALUACION DE RIESGOS AMBIENTALES* . LIMA : s.n., 2010 .

—. 2021. *PLAN NACIONAL DE ACCION AMBIENTAL - PLANAA*. 2. PERU : s.n., 2021.

MORENO MOGOLLÓN, Javier Ricardo, et al. . 2018. *Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal prototipo plantado con sistema vetiver para*

*el tratamiento de aguas residuales en una vivienda rural en el municipio de Floridablanca. . 2018.*

MUÑOZ TELLO, Keyla Madaly; VASQUEZ PEREZ, Milagros. . 2020. *Estudio de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas con humedales artificiales de cinco especies de macrófitas.* Cajamarca : s.n., 2020.

MVCS. 2021. Decreto Supremo que aprueba el Plan Nacional de Saneamiento 2017 - 2021. *EL PERUANO* . 2021.

OEFA. 2014. *FISCALIZACIÓN AMBIENTAL EN AGUAS RESIDUALES* . LIMA : s.n., 2014.

Orihuela, Julio Alegre. 2007. *MANUAL SOBRE EL USO Y MANEJO DEL PASTO VETIVER (Chrysopogon zizanioides).* s.l. : Organización Panamericana de la salud, 2007.

OTIENO, Austine, et al. 2018. *Accumulation Of Nitrogen And Phosphorous By Vetiver Grass (Chrysopogon Zizanioides) In A Model Constructed Wetland Treatment System For Polishing Municipal Wastewater.* 2018.

PALACIOS ESTREMER, Carmen. 2017. plantas.capilaridad. Navarra : s.n., 2017.

PALTA-PRADO, GIOVANI HERNÁN y MORALES-VELASCO, SANDRA. 2013. *FITODEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS CON POACEAS: Brachiaria mutica, Pennisetum purpureum y Panicum maximun EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA.* 2. 2013. págs. 57-65. Vol. vol. 11.

PARAMESHWARI, C. Indhu, et al. 2018. *Establishing Vetiver Based Treatment System for Treating the Wastewater from Paperboard Mill.* 2018. págs. no march (1-3), p. 1. Vol. vol. 105, Madras Agricultural Journal, 2018.

POVEDA SALAZAR, Andrés Felipe, et al. 2019. *Evaluación de la capacidad de remoción de dbo, dco, nitrógeno total, fósforo total, coliformes totales y fecales para un sistema de humedales artificiales, con la especie (chrysopogon zizanioides) en una vivienda rural del municipio de Floridablanca.* Bucaramanga : s.n., 2019.

PQBIO. 2006. *Tipos de fitorremediacion.* 2006.

PRADO, Giovanni Hernan Palta y VELASCO, Sandra Morales. 2013. Fitodepuración de aguas residuales domesticas con poaceas: brachiaria mutica, pennisetum purpureum y panicum maximun en el municipio de Popayán, Cauca. 2. Cauca : s.n., 2013, Vol. 11, págs. 57- 65. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial.

Propia. 2021. 2021.

PROPIA. 2021. 2021.

RAMÍREZ SOTO, Juana Carolina. 2014. DISEÑO DE HUMEDALES FLOTANTES CON *Vetiveria zizanioides* (Linn.). MEXICO : s.n., 2014.

RAMOS CORTES, Herly Johana; SALAZAR GALLO, Sonia Liliana. 2017. *Efecto del vertimiento del río bogotá, sobre las comunidades hidrobiológicas y las variables fisicoquímicas del río magdalena en girardot cundinamarca*. 2017. Tesis Doctoral..

Ramos, Br. Doris Arely Montano. 2018. *Fitodepuración de las propiedades físico-químicas y microbiológicas de las aguas*. La Paz : s.n. La Paz : s.n., 2018.

RICO TORRES, Fabio René, et al. . 2017. *Uso del Chrysopogon Zizanioides como alternativa natural para disminuir la carga contaminante en efluentes provenientes de la actividad piscícola en la Colonia Agrícola de Acacias-Meta*. 2017.

RIVERA Páez, Ingrith Patricia. 2018. *EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FITORREMIADOR DEL VETIVER (Chrysopogon zizanioides) SOBRE ALUMINIO, CROMO Y COBRE EN LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL (CUNDINAMARCA)*. Bogotá : s.n., 2018.

RIVERA PÁEZ, Ingrith Patricia. 2018. Evaluación del potencial fitorremediador del vetiver (*Chrysopogon Zizanioides*) sobre aluminio, cromo y cobre en la laguna de oxidación del municipio de Jerusalén (Cundinamarca). Cundinamarca : s.n., 2018.

ROJAS DÍAZ, María Ysabel. 2018. *Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie vetiver (Chrysopogon zizanioides) en humedales artificiales en la comunidad de Santa Rosa bajo, distrito Chota, 2017*. Cajamarca : s.n., 2018.

ROMERO AVILA, Natalia Andrea, et al. 2017. *La Fitorremediación en Aguas; Una Alternativa de Educación Ambiental para el Sector rural, en Fusagasugá Cundinamarca*. Cundinamarca : s.n., 2017. Tesis Doctoral. Villavicencio: Universidad de los Llanos.

SCAVO, Mónica, RODRIGUEZ, O. y LUQUE, O. 2004. Estudio de un sistema de tratamiento de aguas residuales complementario, con pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.), provenientes de una planta de producción de gaseosas. Villa de Cura, estado Aragua”. Caracas : s.n., 2004. (Tesis de Maestría Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía).

SEGOVIA ZAMBRANO, Angela Mariana; ZAMBRANO ZAMBRANO, Víctor Manuel. 2021. *Eficiencia del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en la remoción de la carga contaminante de las aguas residuales de la industria de almidón*. Calceta : s.n., 2021. Tesis de Licenciatura. Calceta: ESPAM MFL..

SEROJA, Romi; EFFENDI, Hefni; HARIYADI, Sigid. 2018. *Tofu wastewater treatment using vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) and zeliac*. *Applied water science*. 2018. págs. no 1, p. 1-6. Vol. vol. 8.

Sijimol MR, Mansa ML Y Sabu Joseph. 2021. *Analysis of potential of Napier grass, Vetiver and Equisetum plants for the treatment of domestic greywater using box-type constructed wetlands*. Trivandrum : University of Kerala, 2021.

TEERATITAYANGKULA, Pimpawat, et al. 2019. *Rhizomicrobial-augmented mature vetiver root system rapidly degrades phenol in illegally dumped industrial wastewater*. *Desalin. Water Treat*. Phitsanulok : s.n., 2019. págs. 40-52. Vol. 159.

VELA LATACUMBA, Jessica Elizabeth. 2018. *Diseño de un proceso biológico como medida de remediación de las aguas del Río el Rosario de la ciudad de Quit*. QUITO : s.n., 2018. Tesis de Licenciatura.

VELA RIOS, Ingrid Margoth. 2019. *Eficiencia de un Tanque Imhoff-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana*. Habana : s.n., 2019.

Wildschut, Louw. 2013. *Mercados potenciales de tecnologías de biorremediación con Vetiver*. 2013.

Yee Batista, Carmen. 2013. *Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas*. Buenos Aires : s.n., 2013.

## ANEXOS

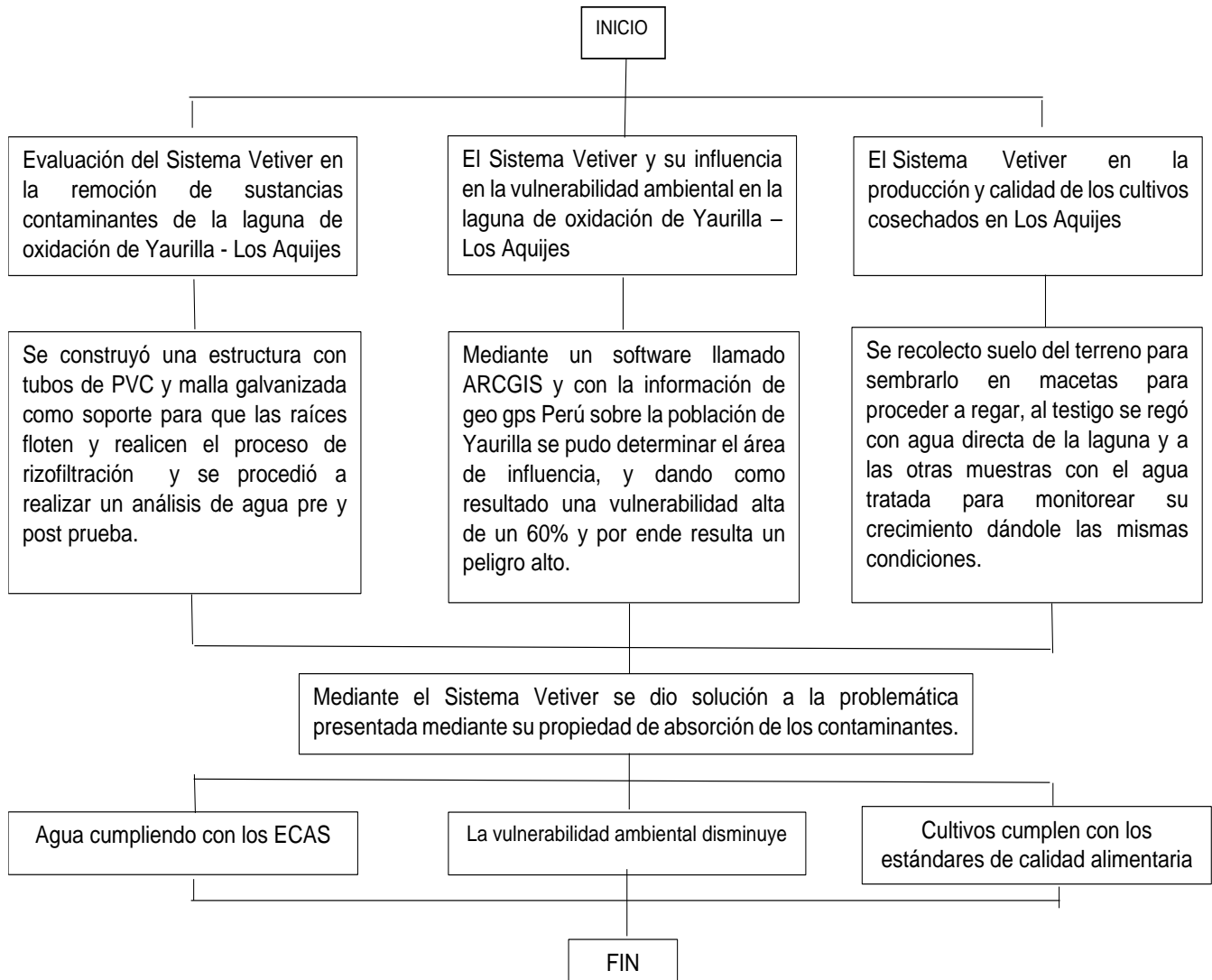
### Anexo N°01: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: Descontaminación de aguas residuales	Es un proceso que consiste en reducir los índices de contaminación de (Elaboración Propia, 2021)aguas residuales de uso doméstico mediante la aplicación de tecnologías ambientales	La reducción de la contaminación de aguas residuales se medirá en los parámetros físicos y mediante análisis de agua especializados	Parámetros físicos	valores encima del ECA – AGUA en sulfuros y nitratos	De razón
			Análisis de vulnerabilidad ambiental	Análisis y estimación de peligro y riesgos	Ordinal
			Análisis de estándares de calidad y seguridad alimentaria	Medición de estándares de calidad y seguridad alimentaria	Nominal
VARIABLE INDEPENDIENTE: Sistema Vetiver	Es una biotecnología ambiental que se basa en la fitorremediación de aguas residuales y eficaz para reducir la descontaminación de aguas residuales y económica a comparación de otros tratamientos convencionales con costos altos de mantenimiento.	La reducción de la contaminación se basa en la alta capacidad de absorción que tiene las raíces del vetiver	Parámetros físicos	valores por debajo del ECA-AGUA en sulfuros y nitratos	De razón
			Índice de vulnerabilidad ambiental	Cálculo de vulnerabilidad ambiental según manual estimación de riesgos de INDECI.	Ordinal
			Biotecnología ambiental en agua residual	Cumplimiento de estándares de calidad y seguridad alimentaria	Nominal

Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

**Anexo N°02:** Diagrama de flujo de conceptualización entre variables descontaminación de aguas residuales y Sistema Vetiver

❖ Mide la variable dependiente e independiente.



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)

**Anexo N° 3:** Guía de observación (Variable dependiente)

- ❖ Mide la Variable Dependiente Descontaminación de aguas residuales.

 <b>Universidad César Vallejo</b>			
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO – FILIAL – LIMA – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL GUIA DE OBSERVACION			
Lugar:			
Color	Negras	Grises	Verdes (cianobacterias)
	x		
Lodos flotantes	Apreciable (> 5%)	No Apreciable	
	x		
Vegetación	Degradada	Aceptable	Optima
	x		
Condiciones de suelo	Erosionado	Fértil	
	x		
Condiciones del área	Inadecuada	Adecuada	
	x		
Olor	Fétidos (C. inorgánicos)	Putrefacto (C. orgánicos)	
	x		


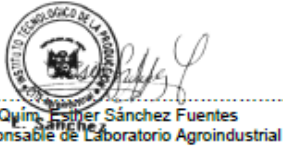
**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)





## Anexo N° 5: Análisis de agua de laboratorio (Ambas variables)

- ❖ Mide ambas variables: Descontaminación de aguas residuales y Sistema Vetiver

		CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA PANAMERICANA SUR Km. 293.2, DISTRITO SALAS – GUADALUPE ICA – PERÚ. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224 E. MAIL : <a href="mailto:citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe">citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe</a>	
<b>LABORATORIO AGROINDUSTRIAL</b>			
<b>INFORME DEL ENSAYO N° 583 LAI/21</b>			
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>Nombre del Solicitante:</b> MILAGROS ALEJANDRA CARMONA LU <b>Dirección:</b> Fernando León Arechua 122 - Ica			
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>Nombre de la Muestra:</b> AGUA RESIDUAL <small>(Descripción por el Solicitante)</small>		<b>Código de la Muestra:</b> 4501	
<b>Identificación y Estado:</b> 01 muestra de agua con un peso de 2 L aproximadamente. Identificada como "LAGUNA DE OXIDACION (YAUILLA-ICA)". <small>(Descripción por el Solicitante)</small>			
<b>Lugar del Muestreo:</b> LOS AQUIJES - ICA <small>(Descripción por el Solicitante)</small>		<b>Muestreado por:</b> Srta. Milagros Alejandra Carmona Lu <small>(Descripción por el Solicitante)</small>	
<b>Fecha de Recepción de la Muestra:</b> 03/09/2021		<b>Fecha de Ejecución del Ensayo:</b> 03/09/2021 al 15/09/2021	
<b>RESULTADOS</b>			
Determinación	Unidad de medida	Valor (*)	Método
pH	Unidad de pH	7.16	SMEWW-APHA- AWWA-Part. 4500-H B 23rd Ed. 2017
C. E.	mS/cm	1.79	SMEWW-APHA-AWWA- Part. 2510 B 23rd Ed. 2017
Ca <sup>2+</sup>	meq/L	4.89	Titulación con EDTA
Mg <sup>2+</sup>	meq/L	2.00	Titulación con EDTA - Cálculo
Na <sup>+</sup>	meq/L	5.80	Espectrofotometría de absorción atómica
K <sup>+</sup>	meq/L	0.74	Espectrofotometría de absorción atómica
Suma de cationes	meq/L	13.43	Cálculo
Cl <sup>-</sup>	meq/L	3.80	Titulación con nitrato de plata
H <sub>2</sub> S	mg/L	3.02	Espectrofotometría uv-vis
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	meq/L	9.87	Titulación con ácido de normalidad conocida
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	meq/L	<0.1	Titulación con ácido de normalidad conocida
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	14.02	Espectrofotometría uv-vis
Suma de aniones	meq/L	16.72	Cálculo
B	mg/L	0.37	Espectrofotometría uv-vis
Total de Sólidos Disueltos	mg/L	894.50	Cálculo
Dureza Total, como CaCO <sub>3</sub>	mg/L	344.39	SMEWW-APHA- AWWA- Part. 2340-C. 23rd Ed. 2017
Dureza	Grados Hidrométricos franceses	34.71	Cálculo
SAR	-	3.12	Cálculo
Clasificación de agua	-	C3S1	Tabla de clasificación de aguas
Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Control Analítico de CITEagroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C. *Los métodos indicados no han sido acreditados ante el INACAL-DA (*) Análisis de Carbonato (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) LCM: 0.1 meq/L LCM: Límite de cuantificación del método. Nota: < 0.1 es equivalente a 0, lo que indica la no detección de CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>			
<b>CONDICIONES DEL INFORME</b>		<b>FIRMA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada.</li> <li>Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio.</li> <li>Los resultados del ensayo 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.</li> <li>Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados.</li> </ul>		 Quím. Esther Sánchez Fuentes Responsable de Laboratorio Agroindustrial	
Código: SIG-PG-02-R11	Versión: 03	Fecha: 15-09-2021	

**LABORATORIO AGROINDUSTRIAL**

**INFORME DEL ENSAYO N° 756 LAI/21**

**DATOS GENERALES**

**Nombre del Solicitante:** MILAGROS ALEJANDRA CARMONA LU  
**Dirección:** Fernando León Arecho 122 - Ica

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Nombre de la Muestra:** AGUA RESIDUAL  
(Descripción por el Solicitante)

**Código de la Muestra:** 7504

**Identificación y Estado:** 01 muestra de agua con un peso de 2L aproximadamente. Identificada como "LAGUNA DE OXIDACIÓN (YAUILLA-ICA)".  
(Descripción por el Solicitante)

**Lugar del Muestreo:** LOS AQUIJES - ICA  
(Descripción por el Solicitante)

**Muestreado por:** Srta. Milagros Alejandra Carmona Lu  
(Descripción por el Solicitante)

**Fecha de Recepción de la Muestra:** 11/12/2021

**Fecha de Ejecución del Ensayo:** 11/12/2021 al 22/12/2021

**RESULTADOS**

Determinación	Unidad de medida	Valor (*)	Método
pH	Unidad de pH	7.16	SMEWW-APHA- AWWA-Part. 4500-H B 23rd Ed. 2017
C. E.	mS/cm	1.79	SMEWW-APHA-AWWA- Part. 2510 B 23rd Ed. 2017
Ca <sup>2+</sup>	meq/L	4.89	Titulación con EDTA
Mg <sup>2+</sup>	meq/L	2.00	Titulación con EDTA - Cálculo
Na <sup>+</sup>	meq/L	5.80	Espectrofotometría de absorción atómica
K <sup>+</sup>	meq/L	0.74	Espectrofotometría de absorción atómica
Suma de cationes	meq/L	13.43	Cálculo
Cl <sup>-</sup>	meq/L	3.80	Titulación con nitrato de plata
H <sub>2</sub> S	mg/L	0.001	Espectrofotometría uv-vis
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	meq/L	9.87	Titulación con ácido de normalidad conocida
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	meq/L	<0.1	Titulación con ácido de normalidad conocida
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	12.1	Espectrofotometría uv-vis
Suma de aniones	meq/L	16.72	Cálculo
B	mg/L	0.37	Espectrofotometría uv-vis
Total, de Sólidos Disueltos	mg/L	894.50	Cálculo
Dureza Total, como CaCO <sub>3</sub>	mg/L	344.39	SMEWW-APHA- AWWA- Part. 2340-C. 23rd Ed. 2017
Dureza	Grados hidrométricos franceses	34.71	Cálculo
SAR	-	3.12	Cálculo
Clasificación de agua	-	C3S1	Tabla de clasificación de aguas

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Control Analítico de CITE Agroindustrial Ica  
 Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C.  
 \*Los métodos indicados no han sido acreditados ante el INACAL-DA  
 (\*) Análisis de Carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) LCM: 0.1 meq/L  
 LCM: Límite de cuantificación del método.  
 Nota: < 0.1 es equivalente a 0, lo que indica la no detección de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>

**CONDICIONES DEL INFORME**

- Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada.
- Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio.
- Los resultados del ensayo 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.
- Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados.

**FIRMA**



Químico Esther Sánchez Fuentes  
 Responsable de Laboratorio Agroindustrial

**Anexo N°6: Matriz de Peligros (Variable dependiente)**

Mide la Variable dependiente Descontaminación de Aguas residuales

Tipología de peligro			Sustancia o evento	Escenario de riesgo	Causas	Consecuencias
Ubicación de zona	Natural	Antrópico				
	Peligros					
Yaurilla ICA		X	Inundaciones, NO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S	Vertimiento de aguas residuales y emisión de olores fétidos.	Actividad de operación PTAR	Disminución de la producción de cultivos de la zona y aumento de enfermedades gastrointestinales
Yaurilla ICA	X		Erosión eólica	Fuertes corrientes de viento en la zona de estudio.	Cambio climático	Disminución y de degradación de suelos.

**Fuente:** Adaptado de (MINAM, 2010 )

**ANEXO N°07: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Rosas Lujan, Ricardo Antonio

1.2. Cargo e institución donde labora: Director zonal 5 – SENAHMI - ICA

1.3. Especialidad del validador: Ingeniero agronomo

1.4. Nombre del instrumento: Expediente para validar los instrumentos a través de juicio de expertos.

1.5. Título de la investigación:

“Influencia del sistema Vetiver en la descontaminación de aguas residuales en la laguna de oxidación de Yaurilla, Los Aquijes, 2022”.

1.6. Autor (es) del instrumento: Carmona Lu, Milagros Alejandra, Orellana Chacaltana Nataly Nicole

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficient e 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				78 %	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80 %	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					82 %
4. Organización	Existe una organización lógica.				80 %	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					82%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				80 %	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					82%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85 %
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85%
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>						82%

### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

**✚ Primera variable: Descontaminación de Aguas Residuales**

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Parámetros físicos	valores encima del ECA – AGUA en sulfuros y nitratos	X		
Análisis de vulnerabilidad ambiental	Análisis y estimación de peligro y riesgos	X		
Análisis de estándares de calidad y seguridad alimentaria	Medición de estándares de calidad y seguridad alimentaria		X	

**✚ Segunda Variable: Sistema Vetiver**

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Parámetros físicos	valores por debajo del ECA-AGUA en sulfuros y nitratos	X		
Parámetros físicos	Cálculo de vulnerabilidad ambiental según manual estimación de riesgos de INDECI.	X		
Biotecnología ambiental en agua residual	Cumplimiento de estándares de calidad y seguridad alimentaria		X	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **82** %

- (  ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
 (  ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 05 de enero de 2022

  
 Firma del experto informante

DNI N°: 22183422

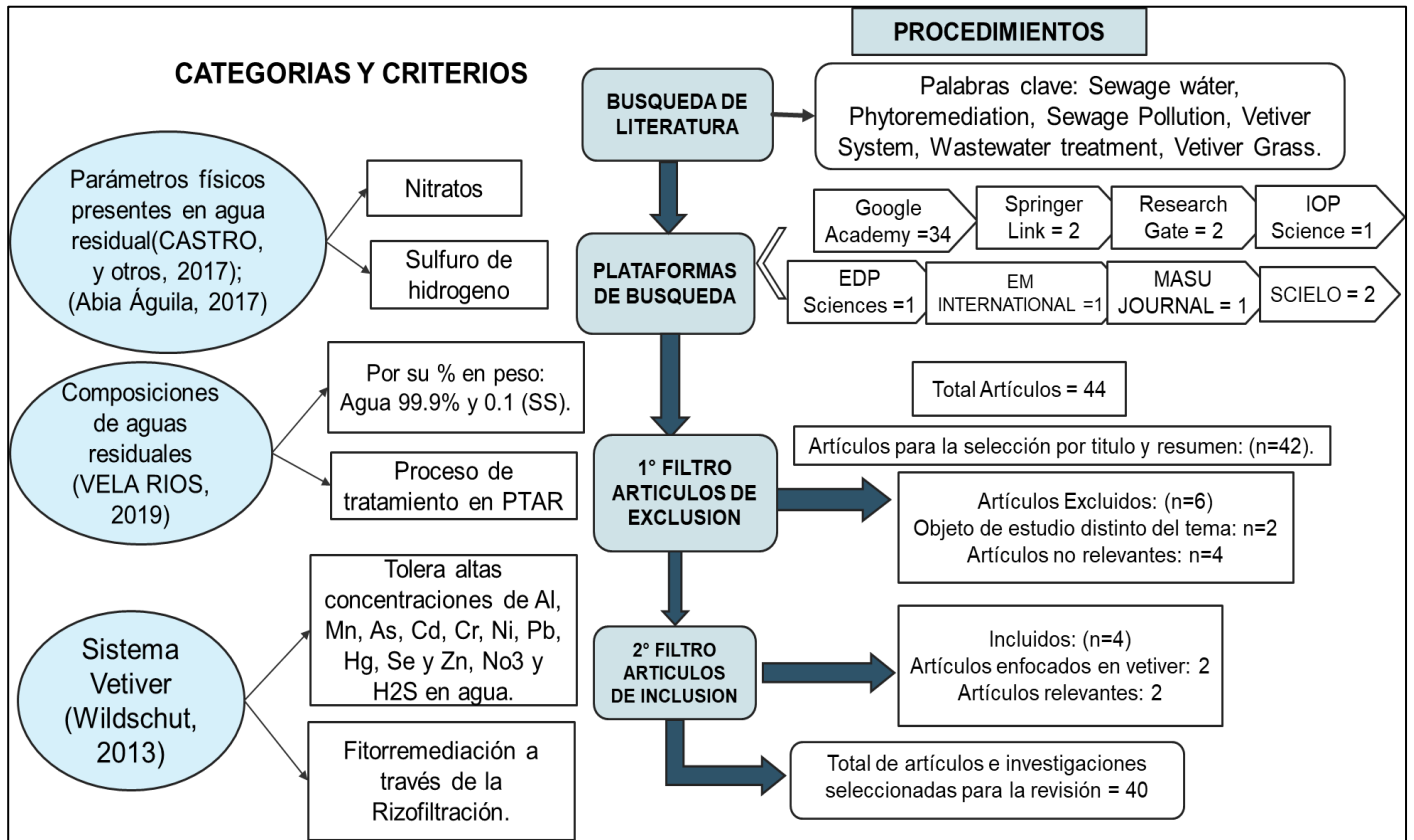
Teléfono N° 999008384

## Anexo N°8: Matriz de consistencia

Influencia del sistema Vetiver en la descontaminación de aguas residuales en la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes - Ica.				
PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO	MÉTODO
Problema General: ¿Cómo influirá el sistema Vetiver en la descontaminación de aguas residuales en la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes – 2022	Determinar de qué manera influye el sistema Vetiver en la descontaminación de aguas residuales en la laguna de oxidación de Yaurilla -Los Aquijes – 2022.	Hipótesis general: Influye el sistema Vetiver en la descontaminación de aguas residuales de la laguna de oxidación de Yaurilla – Los Aquijes – Ica 2022	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Descontaminación de aguas residuales	Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño: Pre – experimental  Población: Las aguas residuales de la laguna de oxidación de Yaurilla
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas</b>		
Problema específico 1: ¿cómo influirá el sistema vetiver en las sustancias contaminantes de la laguna de oxidación de Yaurilla- los Aquijes – 2022?	Objetivo específico 1: Analizar la influencia del sistema Vetiver en las sustancias contaminantes de la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes – 2022.	Hipótesis específica 1: Influye el sistema vetiver en las sustancias contaminantes de la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes – 2022		
Problema específico 2: ¿cómo influirá el sistema vetiver en la vulnerabilidad ambiental en la laguna de oxidación de Yaurilla - los Aquijes – 2022?	Objetivo específico 2: Estimar como influye el sistema Vetiver en la vulnerabilidad ambiental en la laguna de oxidación de Yaurilla - Los Aquijes 2022.	Hipotesis específica 2: Influye el sistema vetiver en la vulnerabilidad ambiental en la laguna de oxidación de Yaurilla – Los Aquijes – 2022	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Sistema Vetiver	
Problema específico 3: ¿cómo influirá el sistema vetiver en la producción y calidad de los cultivos cosechados en los Aquijes – 2022 ?	Objetivo específico 3 : Evaluar cómo influye el sistema Vetiver en la producción y calidad de los cultivos cosechados en los Aquijes – 2022.	Hipótesis específica 3 Influye el sistema vetiver en la producción y calidad de los cultivos cosechados en Los Aquijes – 2022		

Fuente: (Elaboración Propia, 2021)

## ANEXO 9: Diagrama de Procedimientos



**Fuente:** (Elaboración Propia, 2021)