



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,
Volumen 8, Número 1.

DOI de la Revista: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1

**PLANTEAMIENTO DE BIORREMEDIACIÓN Y
PRÁCTICAS ANCESTRALES EN LA LAGUNA
DE COLTA, CHIMBORAZO-ECUADOR PARA
MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA QUE SALE
DEL SISTEMA LACUSTRE**

**BIOREMEDIATION APPROACH AND ANCESTRAL
PRACTICES IN COLTA LAGOON, CHIMBORAZO-ECUADOR
TO IMPROVE THE QUALITY OF WATER LEAVING
THE LAKE SYSTEM**

Diego Fernando Veloz Goyes

Instituto Tecnológico Superior Jatun Yachay Wasi, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10464

Planteamiento de Biorremediación y Prácticas Ancestrales en la Laguna de Colta, Chimborazo-Ecuador para Mejorar la Calidad de Agua que Sale del Sistema Lacustre

Diego Fernando Veloz Goyes¹

diegovelozgoyes@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-2010-8533>

Instituto Tecnológico Superior Jatun Yachay Wasi
Ecuador

RESUMEN

La presente propuesta se basa en plantear un manejo ambiental mediante biorremediación y prácticas ancestrales en un segmento de la Laguna de Colta mediante el uso de Ingahuachos con plantas acuáticas para mejorar la calidad de agua que sale del sistema lacustre, considera la problemática socioeconómica y ambiental que tiene la laguna de Colta y los habitantes que se sustentan de esta, lo que se plantea en este estudio es demostrar que a través de una técnica ancestral agrícola como los Ingahuachos se puede generar un uso adecuado del recurso hídrico, bajar los niveles de contaminación del agua, crear un agroecosistema adecuado para la producción agrícola en altura, y a su vez generar una conciencia ambiental de adaptación al cambio climático en el sector. Tomando en cuenta que se utilizará elementos del entorno (Totora, Azolla, Papiro) accesibles a la población de sector, se rescata un conocimiento ancestral y a su vez se da una alternativa sustentable y sostenible a la problemática de la laguna de Colta. Una vez implementado se pretende que pueda ser imitado o aplicado en todos los sectores de la laguna. Las encuestas realizadas validan la estrategia de fitorremediación de las aguas de la Laguna de Colta mediante el uso de ingahuachos y plantas nativas de la zona. Las proyecciones del proyecto una vez implementado dan un panorama viable en la factibilidad de este, puesto que no requiere una gran inversión y a su vez cumple con parámetros de sustentabilidad.

Palabras Clave: ingahuacho, demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno, fitorremediación, desarenador

¹ Autor principal

Correspondencia: diegovelozgoyes@gmail.com

Bioremediation Approach and Ancestral Practices in Colta Lagoon, Chimborazo-Ecuador to Improve the Quality of Water Leaving the Lake System

ABSTRACT

The present proposal is based on proposing environmental management through bioremediation and ancestral practices in a segment of the Colta Lagoon through the use of ingahuachos with aquatic plants to improve the quality of water that leaves the lake system, considers the socio-economic and that the Colta lagoon has and the inhabitants who sustain it, what is proposed in this study is to demonstrate that through an ancestral agricultural technique such as the Ingahuachos, an adequate use of the water resource can be generated, lower the levels of water pollution, create an agro-ecosystem suitable for agricultural production in height, and in turn generate an environmental awareness of adaptation to climate change in the sector. Considering that elements of the environment will be used (Totora, Azolla, Papiro) accessible to the population of the sector, an ancestral knowledge is rescued and in turn a sustainable and sustainable alternative to the problem of the Colta lagoon is given. Once implemented, it is intended that it can be imitated or applied in all sectors of the lagoon. The surveys carried out validate the strategy of phytoremediation of the waters of the Colta Lagoon through the use of ingahuachos and native plants of the area. The projections of the project once implemented give a viable panorama of its feasibility, since it does not require a large investment and in turn complies with sustainability parameters.

Keywords: ingahuacho, biological oxygen demand, chemical oxygen demand, phytoremediation, sand trap

*Artículo recibido 15 enero 2024
Aceptado para publicación: 20 febrero 2024*

INTRODUCCIÓN

El sistema lacustre de Colta, nombrado en lengua Kichwa como Kulta Kucha (Laguna de Pato) es una de las concentraciones de agua dulce más grandes del país. Se encuentra ubicada a una altitud de 3420 msnm, en la provincia de Chimborazo, cantón Colta, a 19 kilómetros al suroeste de Riobamba. Este humedal posee una gran importancia ambiental y económica para las comunidades que habitan en sus alrededores (Cota-Ruiz et al., 2018; Rodríguez, 2017).

Los alrededores de la laguna de Colta han sido habitados por la nacionalidad Puruhá, desde antes de la conquista. Cerca de sus orillas, en 1534, se fundó la primera ciudad española del Ecuador y se construyó la iglesia católica más antigua del país, por lo que se considera que este es un lugar clave del desarrollo histórico del Ecuador (Barrera & Zafra, 2018).

Actualmente la Laguna de Colta es un atractivo turístico visitado por turistas nacionales e internacionales, en sus alrededores se encuentran las parroquias Santiago de Quito y Sicalpa, cuyos habitantes se dedican principalmente a la agricultura y ganadería y se identifican en su mayoría como indígenas (Cartagena, 2019).

Diversos estudios han demostrado que el agua de la Laguna de Colta presenta problemas de contaminación debido a las actividades antrópicas desarrolladas en sus alrededores como uso de agroquímicos, desechos líquidos y sólidos de industrias lácteas, agrícolas, turísticas, urbanas, y por la acumulación de sedimentos arrastrados por escorrentía desde las partes altas (GAD Cantón Colta, 2014; Maila et al., 2017), lo cual afecta directamente a la población que se encuentra en los alrededores ya que el agua de la laguna suele utilizarse para el riego de sus cultivos e incluso para el consumo humano.

El agua de la laguna de Colta sale naturalmente por un pequeño riachuelo que atraviesa las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Jatun Yachay Wasi, lo que genera una oportunidad para quienes forman parte de esta institución de aportar a la biorremediación de este cuerpo de agua a través de la aplicación de técnicas modernas y ancestrales (Torres et al., 2018).

La presente propuesta considera la problemática socio económica y ambiental que tiene la laguna de Colta y los habitantes que se sustentan de esta, especialmente los dedicados a actividades agrícolas,

que se encuentran dentro de los grupos vulnerables menos reconocidos y con los más altos índices de pobreza en el Ecuador.

Lo que se plantea en este estudio es demostrar que a través de una técnica ancestral agrícola se puede generar un uso adecuado del recurso hídrico, bajar los niveles de contaminación del agua, crear un agroecosistema adecuado para la producción agrícola en altura, y a su vez generar una conciencia ambiental de adaptación al cambio climático en el sector. Tomando en cuenta que se utilizará elementos del entorno accesibles a la población del sector, se rescata un conocimiento ancestral y a su vez se da una alternativa sustentable y sostenible a la problemática de la laguna de Colta.

Si bien es cierto que se plantea hacer una propuesta de manejo ambiental para el campus de la Jatun Yachay Wasi, éste mismo puede ser imitado o aplicado en todos los sectores de la laguna. En dicho campus se realizan actividades agropecuarias para enseñar técnicas y prácticas ancestrales para la producción de una forma sostenible y sin agroquímicos, algo que alrededor de la laguna no sucede y donde gran parte de los desechos van a este cuerpo de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la presente propuesta se realizó un diseño metodológico mixto para el diseño de proyectos, siguiendo una investigación-acción con corte de transversal.

Investigación Basada en Diseño

“Prototípicamente, el diseño de experimentos implica tanto la ingeniería de determinadas formas de aprendizaje, como el estudio sistemático de esas formas de aprendizaje en el contexto definido por los medios que las apoyan. Este contexto diseñado es objeto de pruebas y revisiones, y las iteraciones sucesivas que resultan, juegan un papel similar a la variación sistemática en los experimentos.” (Montalvo, 2019).

Corte de investigación y Alcance

Se define como una investigación transversal al estudio observacional en el cual los datos se recolectan para estudiar a una población, situación u objeto en un solo punto en el tiempo y para examinar los cambios o resultados, es decir la relación entre variables de interés.

Para alcanzar los objetivos planteados para este proyecto, se trabajó en dos frentes: por un lado, se realizaron encuestas a la comunidad dentro del Instituto Tecnológico Superior Jatun Yachay Wasi

(ITSJYW), ubicado junto a la laguna de Colta, para identificar la percepción que se tiene sobre la calidad del agua y alternativas para solucionar este problema; y a la par se realizaron encuestas a técnicos de la Oficina Técnica del Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica acerca de la problemática de calidad de agua de la Laguna de Colta y sobre la alternativa de la biorremediación con plantas de la zona.

Por otro lado, se realizó el diseño del sistema de fitorremediación del agua de la laguna de Colta, aprovechando los Ingahuachos construidos en el ITSJYW, los cuales además de apoyar a la fitorremediación del agua, sirven para la producción agrícola.

Recolección de datos

Encuesta a la comunidad del ITS Jatun Yachay Wasi

La encuesta se realizó a las personas que forman parte del Instituto Tecnológico Superior Jatun Yachay Wasi a través de herramientas tecnológicas. Mediante esta encuesta se determinó que la comunidad percibe que la laguna se encuentra contaminada, lo cual produce daños al medio ambiente y a los habitantes de la región; además se propone como alternativa de solución utilizar técnicas ancestrales de fitorremediación, a base de plantas nativas dentro de las instalaciones de la Jatun Yachay Wasi.

Muestra

La encuesta se realizó en el ITSJYW, con un universo de estudio de 407 individuos. Para obtener la muestra (198 individuos) se utilizó la siguiente fórmula:

$$m = \frac{N}{e^2(N - 1) + 1}$$

$$m = 198$$

donde:

N = Universo

e = margen de error (5%)

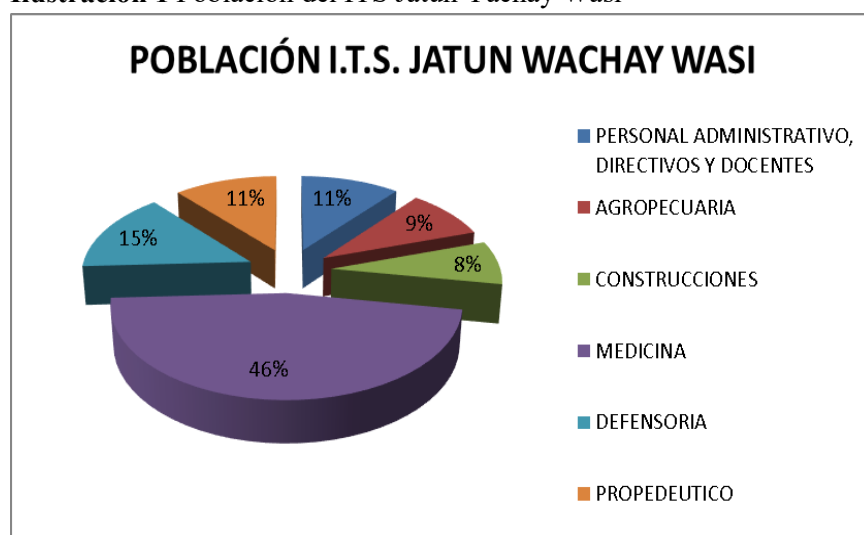
Para la realización de la encuesta se tomó en cuenta que en el ITSJYW existen 4 carreras, además de un propedéutico y el personal administrativo, por lo que las encuestas se distribuyeron de la siguiente forma:

Tabla 1 Distribución de las encuestas a la comunidad del ITSJYW

Áreas / carreras	Población	%	Cantidad de encuestas a realizar
Personal administrativo, directivos y docentes	44	11%	21
Agropecuaria	37	9%	18
Construcciones	32	8%	16
Medicina	189	46%	92
Defensoria	59	14%	29
Propedeutico	46	11%	22
Total, población	407	100%	198

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 1 Población del ITS Jatun Yachay Wasi



Fuente: Elaborado por el autor.

Instrumentos de medición y técnicas

El instrumento utilizado es la encuesta, se la realizó a través de la herramienta digital Google Forms y la tabulación se realizó mediante los softwares SPSS y Excel.

Procedimientos

La encuesta se elaboró en la herramienta Google Forms, esta es una interfaz disponible libremente para compartir, editar y dar seguimiento a documentos online. Además, permite de forma rápida y sencilla editar formularios destinados a la elaboración de encuestas para la creación de bases de datos que pueden orientarse a la realización de trabajos de investigación. Se envió el enlace pertinente a cada grupo de encuestados del ITS Jatun Yachay Wasi.

Los resultados tabulados sirvieron para determinar la pertinencia del estudio, así como para conocer la percepción del grupo estudiado sobre el problema a solucionar.

Hipótesis de trabajo

¿Se puede mejorar la calidad del agua de la Laguna de Colta al establecer una propuesta de manejo ambiental mediante biorremediación y prácticas ancestrales?

Encuesta a técnicos del Ministerio del Ambiente

De igual manera se tomaron encuestas físicas a los funcionarios técnicos del Ministerio del Ambiente y Agua para determinar su criterio y apreciaciones acerca de la aplicación de la biorremediación sumada a una técnica agrícola ancestral.

Muestra

Para realizar la encuesta se seleccionó a técnicos experimentados en el tema de la biorremediación de humedales y que conozcan la zona donde se implementará el proyecto; por ello se seleccionó a 5 técnicos: 1 responsable de Oficina Técnica de Ambiente y Agua, 3 Especialistas técnicos (Hídrico, Bosques y Biodiversidad) y 1 Asesor Jurídico.

Instrumentos de medición y técnicas

El instrumento utilizado es la encuesta y se realizó de forma presencial.

Diseño del sistema de fitorremediación

Introducción

Estudios realizados en la laguna de Colta revelan que existe contaminación en sus aguas (López, 2019); esto afecta al medio ambiente que rodea a la laguna y a cultivos que se encuentran aguas abajo, pues el agua de la laguna es utilizada para riego. Las encuestas realizadas en el ITS Jatun Yachay Wasi confirman este postulado. A partir de esta problemática y siguiendo la línea del ITS Jatun Yachay Wasi de fomentar el conocimiento y la ciencia Andina, se decide utilizar el potencial de fitorremediación de plantas macrófitas de la zona y la técnica agrícola de los Ingahuachos para descontaminar las aguas de la laguna de Colta.

Variables

La variable por evaluarse en el proyecto será el nivel de contaminación de la Laguna de Colta (expresado mediante el cálculo del Índice de Calidad del Agua) antes y después de la aplicación del

tratamiento de fitorremediación. El Índice de Calidad del Agua se calculará mediante la medición en laboratorio de los siguientes parámetros: sólidos totales, nitratos, pH, turbidez, conductividad eléctrica y coliformes totales.

Instrumentos de medición y técnicas

Los parámetros necesarios para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) serán medidos en el Laboratorio de Análisis de Agua Potable del GAD Guamote; los parámetros medidos se describen a continuación:

Tabla 2 Parámetros calidad de agua a ser medidos.

Variable	Unidad	Método de evaluación
Sólidos totales	mg/l	Conductímetro hach sension 5
Nitratos	mg/l	Espectrofotometría hach dr 2800
pH	-	Oakton ph 150
Turbidez	NTU	Hach turbidímetro n2100
Conductividad eléctrica	us/cm	Conductímetro hach sension 5
Coliformes totales	UFC/100 ml	-

Fuente: (GAD Cantón Guamote, 2020).

Procedimientos

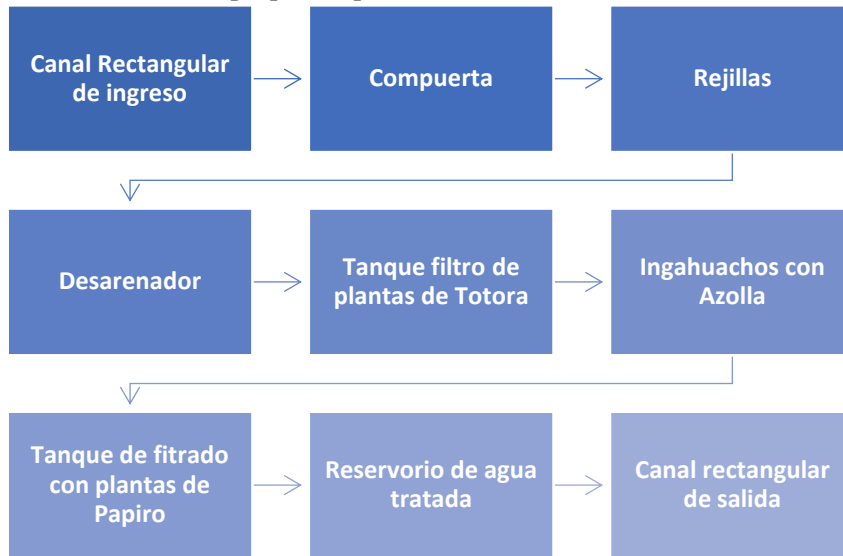
Diseño del sistema de biorremediación

Para la biorremediación del agua de la laguna de Colta se utilizó un sistema de humedales artificiales, combinando un humedal de flujo subsuperficial con un humedal de flujo superficial y utilizando plantas macrófitas que se encuentran en la zona: totora (*Scirpus californicus*), azolla (*Azolla filiculoides*) y papiro (*Cyperus papyrus*) (Ramírez & Martínez, 2018).

Este se ubica en el Instituto Tecnológico Superior “Jatun Yachay Wasi”, en el lugar donde se encuentran construidos los Ingahuachos que actualmente solo tienen fines agrícolas (Ilustración 4).

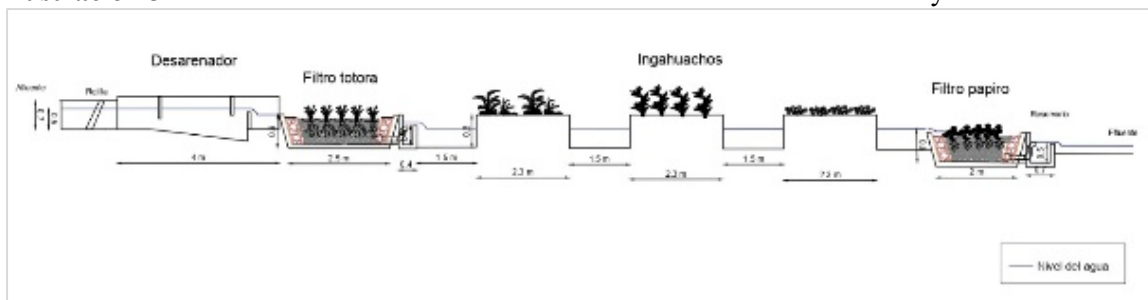
El modelo propuesto para el sistema de biorremediación se describe en la ilustración 3 y el plano del sistema se detalla en la ilustración 6.

Ilustración 2 Modelo propuesto para el sistema de biorremediación de la Laguna de Colta



Fuente: Elaborado por el autor.

Ilustración 3 Ubicación del sistema de biorremediación en el ITS Jatun Yachay Wasi.



Fuente: Elaborado por el autor a partir de datos de Google Earth (2020).

Ilustración 4 Plano general sistema de biorremediación (Corte A-A')



Fuente: Elaborado por el autor

Construcción y readecuación de Ingahuachos.

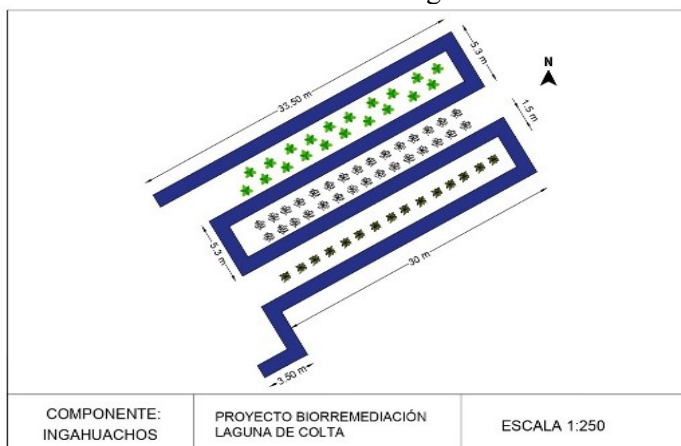
Los ingahuachos que se utilizarán en la biorremediación se construyeron en las instalaciones del ITS Jatun Yachay Wasi; estos son un sistema de producción ancestral agrícola donde el agua pasa de forma corrida por un espacio determinado; los ingahuachos. Actualmente, estos solo tienen utilidad agrícola, pero mediante las adecuaciones correctas pueden servir para la fitorremediación del agua, otorgando beneficios ambientales, agrícolas y económicos. En la ilustración 5 se muestra la ubicación de los Ingahuachos en el ITS Jatun Yachay Wasi y en la ilustración 6 se describen las dimensiones de estos.

Ilustración 5 Ubicación de los Ingahuachos en el Instituto Tecnológico Superior Jatun Yachay Wasi.



Fuente: Elaborado por el autor a partir de imágenes de Google Earth (2020).

Ilustración 6 Dimensiones de los ingahuachos.



Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 7 Fotografías de los ingahuachos en el ITSJYW.



Fuente: Fotografía tomada por el autor

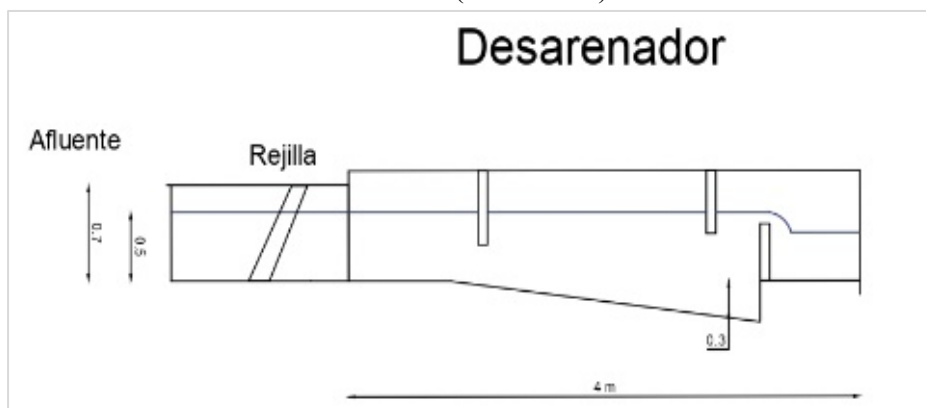
Dado el nuevo uso que se dará a los Ingahuachos (biorremediación), estos deberán ser readecuados, se colocarán rocas en la base que permitan estabilizar y proteger a los inga huachos y se le dará la pendiente adecuada que genere una circulación constante y que genere una óptima velocidad del agua para el proceso a realizar (1%).

De ser necesario se colocará geomembrana en zonas sensibles para tener mayor firmeza y seguridad.

Construcción del desarenador / tanque de sedimentación

Para realizar un primer tratamiento al agua que entra de la laguna, se colocará una rejilla para retener basura o cualquier material flotante, posteriormente se construirá un desarenador para sedimentar las partículas de mayor tamaño. Después de pasar el desarenador, el agua se dirigirá al filtro de totora.

Ilustración 8 Diseño del desarenador (Corte A-A')



Propagación de plantas

Se utilizó tres especies de plantas: Totora, Azolla y Papiro.

Las plantas acuáticas empleadas para la fitorremediación no existen normalmente en los viveros, por lo que se procederá a realizar la cosecha en el mismo lago, de los fragmentos de tallo, las plantas hijas, y los rizomas. Estas plantas a su vez servirán como fuente para la próxima generación de plantas, para minimizar el impacto ambiental en la laguna de Colta.

En el caso de la totora, una vez cosechada la planta, se separarán los rizomas, y sin dejarlos secar se dividen y se plantan en una zona inundada a una profundidad de 5 cm a una distancia de 20-25 cm entre plantas. El porcentaje de prendimiento es generalmente muy alto para este tipo de plantas.

Para el caso de la Azolla, se tomarán 10 g de la especie en la laguna, los cuales se colocarán en un recipiente de gran tamaño con un nivel aproximado de 10 cm de profundidad, mismo que se multiplicará durante 12 días, posteriormente se pasarán esas plantas a los canales de agua. Debido al crecimiento acelerado de esta especie, cada 30 días se realizará una limpieza del exceso de la planta.

Para el caso del papiro, se seleccionan las ramas que se encuentran arqueadas, las cuales se cortan en la parte del tallo donde se insertan las hojas y se introducen boca abajo en un recipiente con agua. Transcurridos unos pocos días crecerán nuevos tallos. Cuando estos desarrollen raíces se trasplantan al lugar definitivo.

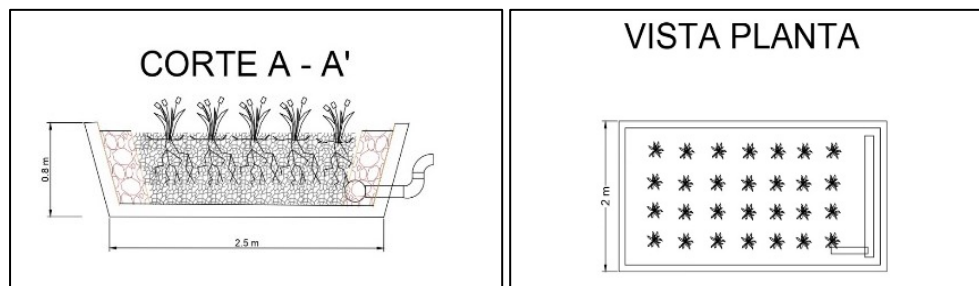
Ilustración 9 Reproducción del papiro



Fuente: Jatun Yachay Wasi

Construcción de filtro de totora

Ilustración 10 Dimensiones del filtro de totora



Los diseños que se encuentran planteados son preliminares, antes de comenzar la construcción de los diferentes componentes se estableció los parámetros técnicos con la asesoría de un profesional del ITSJYW que indique los requisitos técnicos de la construcción. La construcción se realizó en lo posible con técnicas ancestrales, tanto para la construcción de los tanques filtro de totora como de papiro.

Como sustrato para las plantas se utilizará varias capas de grava y carbón activado, sin embargo, tal como recomiendan (Delgadillo, Pérez, Camacho, & Andrade, 2010), se realizarán pruebas de conductividad y porosidad del sustrato a utilizarse con el objetivo de definir exactamente el tipo de material a emplearse; se recomienda además multiplicar el valor de la conductividad por 1/3 o bien por 0.1 (10%) para evitar problemas de atascamiento por acumulación de lodos, raíces y otros.

Se escogerá entre los siguientes materiales como sustrato:

Tabla 3 Materiales empleados en el diseño y construcción de humedales artificiales

Tipo de material	Tamaño efectivo (mm)	Conductividad hidráulica ($m^3/m^2/d$)	Porosidad (%)
Arena gruesa	2	100-1000	28-32
Arena gravosa	8	500-5000	30-35
Grava fina	16	1000-10000	35-38
Grava media	32	10000-50000	36-40
Roca gruesa	128	50000-250000	38-45

Fuente: Delgadillo et al. (2010)

Prueba del sistema

- Antes de la puesta en marcha definitiva se deberá hacer pequeñas pruebas para evitar errores o desbordamientos del sistema

Corrección de errores

- De ser el caso y de ser necesario se realizarán correcciones al sistema

Puesta en marcha definitiva

- Finalmente se pondrá en marcha de manera constante e indefinida el proyecto
- Será necesario establecer un protocolo de mantenimiento programado para que el sistema se mantenga sostenible y eficiente

Análisis de calidad del agua tratada

- Una vez que esté funcionando el sistema se deberá realizar otro análisis de calidad del agua
- Se realizarán tres pruebas diferentes a fin de determinar la eficiencia de cada sección de la planta de tratamiento
- La primera toma será después de la totora, la segunda después de la azolla y la última se tomará en el tanque de recolección

Análisis de resultados

- A partir de los análisis de agua se calculará el ICA, el cual servirá para comparar entre los niveles de contaminación a la entrada del sistema y los niveles de contaminación a la salida de este.

Socialización de resultados

Tabla 4 Resultados

Parámetro	Nivel actual	Remoción teórica
Nitrógeno	0.768 ppm	73% Azolla (Gómez Rosero, 2017)
Fosforo	0.03 ppm	90% totora (Gómez Rosero, 2017)
Sólidos totales	522 ppm	73% papiro (Torres, Magno, Pineda, & Cruz, 2018)

Una vez calibrado el sistema y posterior al análisis de resultados, se realizó una socialización con los actores y beneficiarios del proyecto. Se espera, a mediano plazo lograr replicar el sistema en diferentes puntos de la localidad, así como en diferentes cuerpos de agua similares a la Laguna de Colta.

RESULTADOS

Ilustración 10 Implementación en ITSJYW



Fuente: Jatun Yachay Wasi (autor)

Descontaminación de la laguna

A partir de la bibliografía y de investigaciones previas, en la tabla 9 se presenta un estimado de la cantidad de contaminantes que serán retirados por el sistema de biorremediación:

Tabla 5 Cantidad de contaminantes retirados por el sistema de biorremediación (estimado en base a bibliografía).

Parámetro	Nivel actual	Remoción teórica	Nivel final (estimado)
Nitrógeno	0.768 ppm	73% Azolla (Gómez Rosero, 2017)	0.207 ppm
Fosforo	0.03 ppm	90% totora (Gómez Rosero, 2017)	0.003 ppm
Sólidos totales	522 ppm	73% papiro (Torres, Magno, Pineda, & Cruz, 2018)	141 ppm

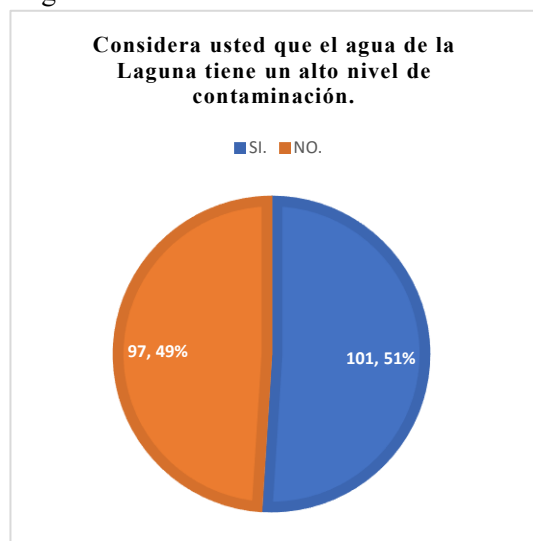
Fuente: Elaborado por el autor

Encuestas

Encuestas a la comunidad del Instituto Tecnológico Jatun Yachay Wasi

A partir de las encuestas realizadas a la comunidad del *Instituto Tecnológico Jatun Yachay Wasi* se presentan los resultados relevantes a dicho artículo.

Gráfico 1. ¿Considera usted que el agua de la Laguna tiene un alto nivel de contaminación?



Interpretación:

De los encuestados el 51% consideran que la laguna de Colta sí está contaminada, el 49% considera que no tiene contaminación presente.

Gráfico 2. ¿Cree usted que el Instituto Tecnológico Superior Jatun Yachay Wasi puede aportar para mejorar el nivel de la calidad del agua de la laguna de Colta?



Interpretación: De los 198 encuestados el 76% dice que el instituto tecnológico superior Jatun Yachay Wasi sí puede aportar para mejorar la calidad del agua, el 24% no cree que la institución pueda mejorar este bien hídrico.

Grafico 3. ¿Piensa que se podría aplicar técnicas Ancestrales Andinas para mejorar la Calidad del Agua?

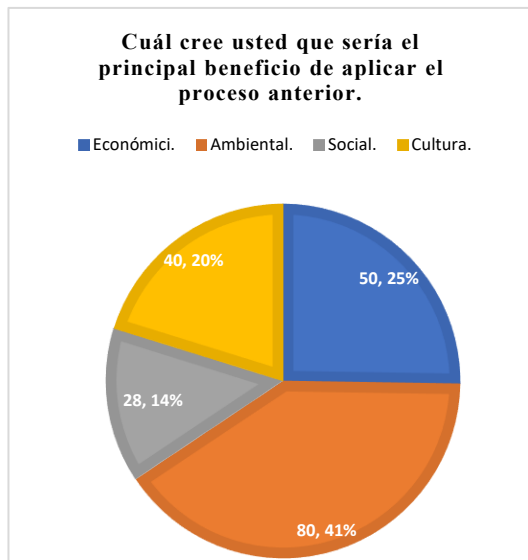


Interpretación: El 91% de los encuestados consideran que, si se pudiese aplicar técnicas ancestrales, el 9% cree que no se podrían aplicar técnicas ancestrales.

Mencione una Técnica Ancestral Andina que aplicaría usted para mejorar la calidad del Agua.

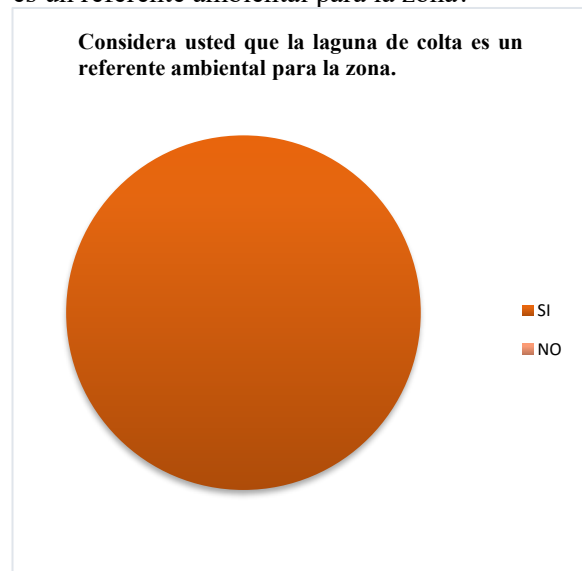
Interpretación: La encuestados creen que se podría aplicar chinampas, inga huachos, limpieza con totora, camellones, para la limpieza del agua de la laguna de Colta y de esta forma mejorar este espacio para la gente del lugar.

Grafico 4.Cuál cree usted que sería el principal beneficio de aplicar el proceso anterior.



Interpretación: De los encuestados el 41% cree que el beneficio será para el ambiente, el

Grafico 5. ¿Considera usted que la laguna de Colta es un referente ambiental para la zona?



Interpretación: De los encuestados el 100% de los encuestados consideran que la Laguna de Colta es un referente ambiental de la zona.

25% para la economía del lugar, el 20% para la cultura y el 14% cree que sería un medio social.

DISCUSIÓN

Alcances

- La investigación no se limitará solamente al estudio del caso, sino que también se involucrará en la puesta en marcha del proyecto piloto
- La presente investigación pretende implementar un plan piloto que sirva de ejemplo para que pueda replicarse en otros sitios aledaños o en otros cuerpos de agua similares.
- Dentro de las prácticas Andinas Ancestrales el proyecto implementara la idea de los Inga huachos, para aprovechar el paso del agua por el sistema para obtener productos agrícolas que sirvan para el consumo o para la venta
- Además de implementar el sistema objetivo se desea establecer una planta de producción de abonos orgánicos junto al sistema de biorremediación teniendo así una opción para generar recursos extra
- En forma paralela se estudiará los efectos que pueda tener el uso de diferentes plantas acuáticas y semi acuáticas para determinar qué tipo de plantas genera un mejor resultado al momento de purificar el agua.
- El proyecto se lo realizara en las instalaciones del Instituto Jatun Yachay Wasi como una innovación tecnológica a pequeña escala pudiendo esta tecnología ser ofertada por el mismo Instituto

Limitaciones

- Para que este proyecto sea aplicable en otros sitios será necesario tener agua corriente en cantidad considerable que permita mantener vivo el humedal
- El presente proyecto no puede asegurar que el agua que sea procesada se pueda considerar potable o apta para el consumo humano, pero en general ofrecerá un agua de mejor calidad para cualquiera que sea el uso que las personas puedan darle
- A pesar de que se pretende producir abonos y productos agrícolas, el proyecto no contempla directamente la puesta en marcha de la planta de abono ni tampoco asegurara una producción exitosa ya que el fin único es mejorar la calidad del agua

- El impacto del proyecto se limitará solamente al agua que circule a través del sistema no impactará en toda la laguna ya que el agua que ingrese al sistema solo seguirá su curso mas no volverá a la laguna

CONCLUSIONES

A partir del análisis de laboratorio y de revisión de la normativa de calidad de agua para el uso agrícola o riego, se determinó que los niveles de flúor, y pH del agua de la laguna de Colta se encuentran sobre el rango establecido y necesitan ser tratadas.

Las encuestas determinaron que la comunidad del ITS Jatun Yachay Wasi perciben que la laguna de Colta se encuentra contaminada y requiere un tratamiento, el cual puede ser realizado en la institución mediante técnicas ancestrales y modernas.

Las encuestas realizadas a los funcionarios del Ministerio del Ambiente validan la estrategia de fitorremediación de las aguas de la Laguna de Colta mediante el uso de ingahuachos y plantas nativas de la zona.

Las proyecciones del proyecto una vez implementado dan un panorama viable en la factibilidad del mismo, puesto que no requiere una gran inversión y a su vez cumple con parámetros de sustentabilidad Ecológicamente equilibrado, Socialmente Justo, Económicamente rentable, esto por: Tratar de mejorar la calidad de agua y el ecosistema en sí, se rescata una técnica ancestral que da identidad a un pueblo, a su vez no se limita su producción agrícola tradicional, puede generar ingresos extras con los bio insumos que salgan del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Barrera, Ó., & Zafra, C. (2018). Factores clave procesos de biorremediación para la depuración de aguas residuales una revisión. *Revista U.D.C.A.* <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1037>

Cartagena, M. (2019). Biorremediación en aguas residuales contaminadas con cianuro y mercurio generadas en el proceso de la minería aurífera en Colombia, a partir de una revisión bibliográfica entre los años 2008 - 2018. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9, pp. 1689–1699).

http://repositorio.udea.edu.co/bitstream/10495/13927/1/CartagenaMónica_2019_BiorremediaciónCianuroMinería.pdf



- Cota-Ruiz, K., Nuñez, J., Delgado, M., & Martínez, A. (2018). Biorremediación: Actualidad De Conceptos Y Aplicaciones. *Biocencia*, 21(1), 37–44. <https://doi.org/10.18633/biocencia.v21i1.811>
- GAD Cantón Colta. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Mi, 5–24.
- GAD Cantón Guamote. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
- Garzón, J., Rodríguez, J., & Hernández, C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. *Universidad y Salud*, 19(2), 309. <https://doi.org/10.22267/rus.171902.93>
- López, K. (2019). *Determinación del Índice de calidad del agua en la Laguna de Colta mediante la valoración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos*.
- Maila, M., Pérez, E., & Figueroa, H. (2017). Estudio preliminar de fitoplancton en la laguna de Colta, Chimborazo-Ecuador. *Cinchonia*, 15(1), 102–126. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CINCHONIA/article/view/2377/2354>
- Montalvo, P. (2019). Evaluación limnológica de la Laguna de Colta, Provincia de Chimborazo, Ecuador Tra. *Universidad Central Del Ecuador*.
- Orozco, M. (2010). Efectividad en la remoción de organismos patógenos de aguas residuales domésticas utilizando humedales construidos con diferentes tipos de flujos. *Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Química Industrial*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Ramírez, D., & Martínez, D. (2018). *Propuesta de un proceso de biorremediación bacteriana en suelos empleados para el cultivo de arroz en Paz de Ariporo a partir de una revisión bibliográfica*. 59. https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/3292/Piraban_Ramírez_Daniela_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez, A. (2017). *Bioremediación de aguas contaminadas con hidrocarburos mediante sistemas* Alfonso Rodríguez Calvo.
- Sotil, L., & Flores, H. (s.f.). Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán - Loreto, 2016. *Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico*. Facultad de Ingeniería Química. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

- Tenelanda, P., & Muyulema, J. (2013). Optimización de la unidad de floculación y calidad, microbiológica y físico-química del agua del sistema de abastecimiento de la parroquia Sinincay. *Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Bioquímico Farmacéutico*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Torres, J., Magno, J. S., Pineda Aguirre, R. R., & Cruz Huaranga, M. A. (2018). Evaluación de la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales para riego mediante humedales Artificiales de flujo libre superficial (FLS) con las especies *Cyperus Papyrus* y *Phragmites Australis*, en Carapongo-Lurigancho. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 3(2), 48–64. <https://doi.org/10.17162/rictd.v3i2.657>
- Tuaza, L. (2017). La construcción de la comunidad desde los imaginarios indígenas. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Yáñez, S. (2018). Evaluación de la contaminación del agua mediante parámetros físico químicos en las desembocaduras de los principales afluentes y efluente del Lago San Pablo, provincia de Imbabura (año 2017). Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniera Ambiental. Carrera de Ingeniería Ambiental., 62. Quito: UCE.