



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Biofiltro con carbón activado de cascara de coco
para remoción de Arsénico del agua del río
Tablachaca, Ancash – 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORES:

Cueva Magán, Paola Stefany ([ORCID: 0000-0001-5611-0020](https://orcid.org/0000-0001-5611-0020))

Lazarte Chávez, Diego Alejandro ([ORCID: 0000-0002-2207-0486](https://orcid.org/0000-0002-2207-0486))

ASESOR:

Mgr. López Carranza, Atilio Rubén ([ORCID: 0000-0002-3631-2001](https://orcid.org/0000-0002-3631-2001))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

Lima — Perú

2021

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser quien brindo la sabiduría, la fortaleza y ser el inspirador para seguir adelante a pesar de las adversidades y poder continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Esta tesis está dedicada en especial a la memoria de mi padre Segundo Magan Hernández, quien me apoyo, motivo y fue cómplice para ingresar en este campo de estudio, me demostró que nada es imposible en la vida así se presenten muchas dificultades y nunca dejo que me rinda.

A María Elizabeth Vera Guanilo, quien apoyo y alentó a ambos autores a culminar la carrera.

Agradecimiento

Agradecer a nuestro Dios, porque siempre nos bendice y nos da el aliento de vida y permitirnos disfrutar cada día de nuestros seres queridos y poder disfrutar de nuestros logros profesionales. Porque siempre nos guía en cada paso que damos y nos da la fuerza de seguir adelante a pesar de las adversidades.

Agradecer a nuestros padres por ser los pilares de nuestros sueños, por creer y confiar siempre en nosotros a pesar de nuestras caídas. Gracias por sus oportunos consejos que nos supieron guiar por el buen camino y motivar el tiempo que duro nuestra carrera profesional que estuvo lleno de retos y dificultades.

Gracias a todos nuestros amigos y docentes que sin esperar nada a cambio estuvieron prestos a apoyarnos y compartir conocimientos, alegrías y tristezas y lograron que ese sueño se haga realidad.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que nos apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de ilustración.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de Investigación	14
3.2 Variables y Operacionalización	16
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5 Procedimientos y recolección de data:.....	21
3.6 Método de análisis de datos.....	36
3.7 Aspectos éticos	37

IV. RESULTADOS	38
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla III-1. Coordenadas (UTM) del área de estudio	19
Tabla III-2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
Tabla IV-1. Parámetros analizados de la muestra patrón y muestra experimental	38
Tabla IV-2. Fluorescencia de rayos-X de la cascara de coco.....	39
Tabla IV-3. Remoción de arsénico antes y después del tratamiento de agua del río tablachaca-Ancash,2021.....	48

Índice de ilustración

Ilustración II-1. Mezclador mecánico.....	12
Ilustración II-2. sedimentador primario rectangular CEPIS (2005).....	12
Ilustración III-1. Metodología usada en el diseño, construcción y evaluación.....	22
Ilustración III-2 Esquema de proporciones y relaciones de un agitador de turbina según Rushton.	26
Ilustración III-3. Vista frontal del tanque reactor de mezcla rápida.....	34
Ilustración III-4. Vista frontal del sedimentador primario rectangular.....	34
Ilustración III-5. Vista frontal del filtro rápido.....	35
Ilustración IV-1. Cantidad de arsénico de las muestras ensayadas.....	40
Ilustración IV-2. Porcentaje de remoción de arsénico usando carbón activado (cascara de coco).....	42
Ilustración IV-3. Capacidad de bioadsorción del carbón activado (cascara de coco).....	44
Ilustración IV-4. Potencial de Hidrógeno establecido por el ECA, muestra patrón y muestras experimentales.....	45
Ilustración IV-5. Curva periódica de masa - análisis termogravimétrico.....	46
Ilustración IV-6. Curva calorimétrica DSC.....	47

Resumen

La presente tesis de investigación tiene por objetivo la remoción de arsénico mediante el uso de biofiltro con carbón activado de cascara de coco en el agua del río tablachaca.

De este modo, la investigación tiene un enfoque cuantitativo, con un alcance explicativo y diseño experimental, cuya población se designó infinita, el cual es comprendido por el recurso hídrico del río tablachaca. Para la remoción de arsénico se diseñó, construyó y evaluó el sistema de tratamiento, constituido por las siguientes unidades: El tanque de mezcla rápida que tiene un volumen de 7,8 litros, donde el agua es agitada a 401, 361 y 291rpm para las dosis de 35, 40 y 50mg/L respectivamente, por un tiempo de 30 segundos; El sedimentador primario rectangular tiene un volumen de 43 litros y finalmente el filtro tiene una tasa de filtración de 120 m/d y un lecho filtrante de 1m, está compuesta por grava y arena.

Los resultados obtenidos indicaron que la cantidad inicial de arsénico es 0.0376mg/L, luego del tratamiento a diferentes dosis se obtuvo resultados menores a 0.008mgAs/L, concluyendo que al usar el carbón activado de cascara de coco como bioadsorbente, el agua tratada cumple con lo establecido en la normativa D.S. N°031.2010S.A.

Palabras claves: Biofiltro, remoción, adsorbente, diseño.

Abstract

The objective of this research thesis is the removal of arsenic through the use of a biofilter with coconut shell activated carbon in the water of the tablachaca river.

Thus, the research has a quantitative approach, with an explanatory scope and experimental design, whose population was designated as infinite, which is comprised by the water resource of the tablachaca river. For the removal of arsenic, the treatment system was designed, built and evaluated, consisting of the following units: The rapid mixing tank which has a volume of 7.8 liters, where the water is agitated at 401, 361 and 291rpm for doses of 35, 40 and 50mg/L respectively, for a time of 30 seconds; The rectangular primary settler has a volume of 43 liters and finally the filter has a filtration rate of 120 m/d and a filter bed of 1m, it is composed of gravel and sand.

The results obtained indicated that the initial amount of arsenic is 0.0376mg/L, after treatment at different doses, the results were less than 0.008mgAs/L, concluding that by using coconut shell activated carbon as a bioadsorbent, the treated water complies with the provisions of the regulations D.S. N°031.2010S.A.

Keywords: Biofilter, removal, adsorbent, design.

I. INTRODUCCIÓN

El agua, en la naturaleza es el elemento más abundante y valioso del planeta que nos sirve para brindarnos un buen o mal nivel de salud, ya que los altos niveles de contaminación con metaloides, metales y no metales y otros elementos que afectan la salud con dolencias suficientes para originar la muerte solo con consumir el agua sin purificación previa.

La naturaleza nos brinda este elemento (agua) de forma abundante y escasa, debido a la constante contaminación ocasionada por los habitantes de todo el mundo y el Perú no está excepto de esta problemática, en las zonas rurales los habitantes prácticamente beben el agua de los ríos sin ninguna preocupación, los cuales ocasionan una variedad de infecciones en ellos, según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA.

La calidad del agua al pasar de los años está siendo afectado por diversas actividades como: la minería, industrias, agricultura (pesticidas) y otras actividades que vierten sus aguas residuales a los ríos, mares y otras fuentes de agua que se utiliza para el consumo cotidiano que necesita tener un debido tratamiento. La Organización Mundial de la Salud (2018) indica que los agentes contaminantes con arsénico en el agua subterráneas es una dificultad grave en varios lugares, a nivel mundial el consumo de agua es sin un adecuado tratamiento.

La contaminación por bacterias y metales pesados es la problemática del agua cuya preocupación es porque tiene un alto contenido de toxicidad el cual representa riesgos para la salud de todo ser vivo. De modo que la OMS (organización mundial de la salud fue formado y estandarizando las máximas concentraciones de sus contaminantes en las aguas en donde estableció que la máxima concentración permisible de As en el agua es de 0.01mg/l. El agua del río Tablachaca, nos servirá como muestra patrón para nuestro proyecto, para identificar si contiene o no niveles de arsénico no permisibles para el consumo humano. Ya existen habitantes que consumen agua del río Tablachaca sin tratamiento de purificación, del mismo modo

los habitantes que consumen agua del río Santa podrían estar con niveles de arsénico en el organismo por consumir agua de dicho río.

La gerencia del gobierno regional con su área de calidad (DGCRH) y el ANA (autoridad nacional del agua) realizaron control en conjunto para determinar la condición real del agua del valle del río Santa, donde determinaron que el agua del río Santa está contaminada por metales el cual aumenta debido a que existen actividades mineras que contaminan los ríos aledaños, los cuales alteran las propiedades naturales del agua.

Por eso se opta por nuevos biomateriales alternativos, porque el nivel de contaminación por arsénico ha aumentado, para bajar las afecciones del agua de la zona costera de Ancash mediante el uso de carbón activado de cascara de coco, para reducir los costes y su vez contribuir con el desarrollo sólido y sostenible en la elaboración e investigación de nuevos métodos naturales para solucionar esta problemática.

La razón de buscar métodos de remoción de arsénico con biomateriales, se da porque en el lugar no existen plantas de tratamientos industriales para el agua en el sector chuquicara, los habitantes beben agua contaminada directamente del río y desconocen el peligro de usar esta agua, no existen estudios ni métodos en el lugar, por lo cual es necesario capacitar a las poblaciones en el uso de métodos alternativos de mejora en la calidad del agua y en consecuencia mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Debido a la problemática, se formuló la siguiente interrogante:

¿Cómo el uso del biofiltro con carbón activado de cascara de coco es eficaz en la remoción de arsénico del agua del río Tablachaca, Ancash-2021?

Cabe indicar, que el presente trabajo de investigación es de justificación social porque radica en el aporte que tiene para la sociedad al evidenciar a través de sus bases teóricas lo nocivo que puede resultar el arsénico para la salud, y en exponer una realidad de considerable envergadura, de esa forma las personas pueden estar más conscientes en cuanto al cuidado de su salud y buscar que las autoridades

pertinentes puedan propiciar el cuidado del agua que consumen, a su vez esta investigación proporciona una propuesta para tratar el agua y así brindar a los habitantes agua de buena calidad y por consiguiente cuidar la salud de los habitantes del lugar.

Por otra parte, también se habló de una justificación metodológica, puesto que se acudió a la información actual donde perteneció este estudio, dando un mayor apoyo con esquemas teóricos confiables y evaluados. Para alcanzar el cumplimiento con los objetivos propuestos, se reunió guías metodológicas de investigación, que nos brindó las pautas y herramientas para el buen procesamiento de los datos.

Asimismo, esta investigación impulsó a los investigadores a realizar estudios y ensayos sobre este biomaterial en remoción de arsénico, y por ende evitar daños en la salud por el consumo directo de las personas consumidoras de esta fuente.

En consecuencia, se tiene el siguiente objetivo principal: Definir el porcentaje de remoción de arsénico del agua del río Tablachaca, con el uso de biofiltro con carbón activado de cascara de coco, Ancash. Para lograr este objetivo se formularon los siguientes objetivos específicos: Determinar las características del agua al ingreso y salida del sistema de biofiltro; definir la formación química de la cascara de coco mediante análisis de fluorescencia de rayos x (FRX); desarrollar el diseño hidráulico de un biofiltro con el porcentaje óptimo, usando carbón activado de cascara de coco para la remoción de arsénico en el río tablachaca; determinar la capacidad de bioadsorción, utilizando 35 mg/l, 40 mg/l y 50 mg/l de carbón activado de cascara de coco; definir el porcentaje del potencial de hidrógeno del agua del río Tablachaca utilizando 35 mg/l, 40 mg/l y 50 mg/l con el uso de carbón activado de cascara de coco y definir el grado de calcinación para la cascara de coco por el método de ATD (análisis térmico diferencial).

Como consecuencia de la pregunta anteriormente planteada, se proyectó la siguiente hipótesis: El uso de biofiltro con carbón activado (cascara de coco) permite la remoción de arsénico en gran porcentaje, lo cual mejora la calidad para consumo del agua del río tablachaca, sector chuquicara, región Ancash.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se hace referencia a determinados antecedentes de autores de niveles internacionales, nacionales y locales que indagaron y que con su aportación ayudaron a comprender el emprendimiento de la investigación.

A nivel internacional, PICOS et al. (2020), presentan un artículo, Enfoque respecto al medio hidrobiológico, definiendo que al tratar el agua residuable agrícola cruda y agua del río mediante floculación utilizando quitosano y harina de paja de frijoles como biofloculantes, estudiando a las aguas residuales de Sinaloa con las biomásas de quitosano y harina de paja de frijoles, con el estudio de jarras, este artículo muestra como resultados que la harina de paja de frijol es efectiva crecidamente para la remoción de aguas residuales con contaminantes, la biomasa arrastró a la separación del 40% de Mn en las muestras adquiridas de las aguas del río Sinaloa.

Martínez (2018) realizó la investigación titulada “Remoción de arsénico de agua usando nanopartículas magnéticas de ferrita de níquel cubiertas con Quitosán de *Aspergillus niger*” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; cuyo objetivo fue plasmar el procedimiento de remoción de quitosán de biomasa de *aspergillus niger*, adquirido como resultado del desarrollo biotecnológico, a fin de aplicar en el resumen de las nanopartículas magnéticas de ferrita de níquel recubiertas con este biopolímero, caracterizar el sistema nanoestructurado y valorar la biosorción de arsénico y otros iones del agua de la Comarca Lagunera. Investigación de diseño experimental, que contó con 3 diferentes muestras de polisacárido quitosán: Quitosán de la marca Kiotransmine, Quitosán de Sigma – Aldrich y Quitosán de hongo *Aspergillus niger*, siendo la técnica utilizada la co-precipitación. Concluyendo que existen las nanopartículas magnéticas de ferrita de níquel recubiertas con Quitosán tienen eficiencia en la adsorción de arsénico en agua contaminada con arsénico. Se recomendó estudiar el efecto de suplementación del medio de crecimiento fúngico para estimulación de producción de Quitosán, así mismo tomar en cuenta el post-tratamiento (confinamiento) de las nanopartículas después de adsorción de arsénico.

Silva (2017), en su tesis titulado: “Producción y caracterización de carbón activado a partir de residuos agroindustriales para la remoción de arsénico del agua” del Instituto politécnico nacional zacatecas – Mexico; tuvo como objetivo aplicar carbón activado para elegir la dosificación correcta, buscando las variables que influyen significativamente en las características del carbón, para después llevar a cabo test de remoción de arsénico en medio acuoso. Investigación de diseño experimental factorial, cuya muestra la constituyó el agua utilizada para realizar los 16 experimentos, para la realización del experimento se utilizaron las técnicas del número de yodo, la espectroscopia infrarroja FTIR. Concluyendo que el carbón activado de fibra de nopal, mezclado con cloruro de zinc es un absorbente que tiene la capacidad de remover arsénico del agua, así mismo el carbón tiene mayor capacidad cuando se produce a 400 °C, con una mezcla igual a 0.5 g ZnCl₂/g. El investigador recomendó usar el punto de carga cero para definir el pH, el cual la superficie del carbón es carga cero, así también usar los experimentos variando pH de 4, 7 y 10 para definir la capacidad de remoción en condiciones acidas, neutras y básicas.

Carranza (2017), en su tesis de investigación titulada: “Evaluación de dos tecnologías artesanales para la remoción de plomo y arsénico del agua para el consumo humano” de la Universidad de El Salvador; cuyo objetivo fue evaluar dos tecnologías artesanales para la remoción de los metales, para el uso del agua de la población. Investigación de diseño experimental, cuya muestra la constituyeron preparaciones de soluciones de arsénico y plomo, para llevar a cabo la investigación se utilizaron las técnicas de disección de plomo, disección de arsénico y disección de hierro. Concluyendo que la remoción de plomo resultó efectiva con los dos métodos (99.98% con RAOS y 99.92% el tratamiento con dos cubetas) mientras que la remoción de arsénico no logró reducir por debajo de los estándares del límite permisible por la regla del salvador que aplica al agua potable NSO 13.07.01:08, obteniendo valores de 81.5% con el método RAOS y 83.5%. Se recomienda hacer una caracterización fisicoquímica del agua para comprobar la presencia de actuales metales y sus cantidades, de tal forma se verifique que no supere el desplazamiento de adsorción de la dosis del

coagulante; así mismo el filtro de arena se debe de utilizar diariamente para evitar el aumento de microorganismos en grandes proporciones, que ocasionaría malos olores en el agua tratada.

Vera (2017), en la tesis titulada: “Remoción de arsénico del agua residual industrial de proceso mediante el método de bioadsorción” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; cuya finalidad es definir si la cáscara de naranja es eficaz para la remoción de arsénico del agua residual industrial del proceso, mediante un método natural. Investigación de diseño experimental, lo cual utilizó como muestra 24 matrices contenidas de agua, las cuales tenían un fondo plano de 50 mL. Se empleó la técnica de la bioadsorción. Concluyendo que el método utilizado logró remover un 23.490 % de las concentraciones de arsénico, determinando así la eficacia del método, no se halló diferencias significativas entre métodos, sin embargo, tuvo la tendencia de remover los mayores porcentajes de arsénico en el método 2 con pH de 5.5, una escala de tamaño de 0.4 mm, concentración del metal de 90 ppm, cantidad de cascara de 1 g, periodo de enlace de 2h a una temperatura de 22°C; superando en un 12.65% a los demás tratamientos. Se recomendó evaluar otros materiales como adsorbentes para tratar el agua residual.

Con respecto a nivel nacional, Mamani (2019), desarrolló una investigación titulada: “Determinación de la concentración de arsénico total en las aguas subterráneas de posos tubulares en el distrito de Juliaca y medidas de investigación” de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Perú. Cuyo objetivo fue definir el porcentaje de arsénico en las aguas de pozos privados en la Provincia de San Román Juliaca, donde se sacaron 12 muestras de manera aleatoria. Al final se concluyó que las aguas subterráneas en estudio son químicamente inadecuadas para el consumo humano, en el cual se recomendó realizar un programa de monitoreo continuo de los recursos de agua subterráneas en la ciudad de Juliaca.

Chaupis y Reyes (2018), en su tesis titulada: “Remoción de arsénico de las aguas de San Mateo de Huanchor – Lima con zeolitas naturales” de la Universidad Nacional del Callao; cuya finalidad fue determinar la capacidad de las zeolitas naturales para remover arsénico de las aguas contaminadas. Investigación de diseño experimental y nivel analítico – correlacional. La muestra estuvo constituida por las aguas superficiales de San Mateo de Huanchor y la técnica empleada fue el protocolo nacional para el monitoreo, para la calidad de recursos hídricos. Concluyendo que las neófitas tienen la capacidad de remover 1.668 mg de Arsénico por gramo de Zeolita, logrando remover un 93.75 % de las aguas superficiales de San Mateo de Huanchor, por tanto, este método resultaría una alternativa eficiente y de bajo costo. Este antecedente es útil en cuanto muestra información respecto a técnicas de remoción y aspectos relevantes a considerar para llevar a cabo la remoción, por tanto, ayuda a tener un mejor conocimiento de los efectos del arsénico, de cuáles son los índices permitidos y da aproximaciones para experimentar la remoción. Se recomendó continuar la investigación teniendo en cuenta la competencia de iones por otros metales en pruebas en lote y flujo continuo, así también realizar una caracterización detallada de la zeolita natural teniendo en cuenta análisis de quimisorción y fisisorción.

Estrada (2016), desarrolló una investigación titulada: “Reducción de arsénico usando un filtro de diatomita para el agua de afloramiento subterráneo en el campamento cedro – Pataz” de la Universidad Cesar Vallejo, Trujillo – Perú; tuvo como finalidad determinar los niveles de reducción de arsénico, con el uso de filtro de diatomita en varias etapas cause y tamaños, del agua obtenida de un afloramiento subterráneo en el Campamento Cedro - Pataz. Investigación de diseño experimental factorial. En conclusión, Quedó demostrado una gran disminución de arsénico de la muestra con un 95.70% con altura de lecho filtrante de 15 cm y con una granulometría con un valor de 70 mesh, indicando que el ensayo fue favorable, consiguiendo bajar a 0.00386 de arsénico, teniendo como resultado la cantidad permitida para este parámetro de 0.01 mg/l. El investigador recomendó continuar la investigación de evaluación de proceso de desorción de arsénico en las diatomeas y también ejecutar la remoción de coliformes totales y fecales mediante el uso de diatomita para potabilizar el agua.

Cava y Ramos (2016) en su tesis titulada: "Caracterización fisicoquímico y microbiológica de agua para consumo humano de localidad las juntas del distrito pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento" de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque – Perú; cuyo objetivo fue realizar la caracterización fisicoquímico y microbiológico del agua de uso humano de dicha población y poder tener una propuesta para el fortalecimiento de este servicio. Se usó el reglamento de la calidad del agua para el análisis de agua, el cual se tomó muestras en diez puntos diferentes de la localidad, el cual se incluyó al pozo subterráneo, tanque de almacenamiento y ocho viviendas. Se llegó a la conclusión que el agua de la localidad de las juntas no era apta para el consumo humano, lo cual acredita la aplicación de un tratamiento de electrodiálisis reversible, con la finalidad de que la población consuma agua de buena calidad. Se propuso un programa de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua, con la finalidad de examinar y asegurar que el agua es apta para el consumo humano.

Álvarez y Veli (2016), en su tesis titulada: "Remoción de arsénico mediante arcilla natural del agua procedente del manantial de quero – Jauja" de la Universidad Nacional del Centro del Perú; su objetivo fue disminuir el arsénico del agua de manantial por el proceso de adsorción, examinando el ph y el tiempo de contacto; se llevó a cabo la composición química y fisicoquímica del agua del manantial y la composición química y fisicoquímica de la arcilla natural. Se llegó a la conclusión que el agua del manantial tenía arsénico en un alto nivel, superando los límites permisibles, con una concentración de 0.04920 mg/l; los niveles que se obtuvieron en las muestras experimentales fueron con un ph de 5.5 y con un tiempo de 12 horas, el cual removió el 97.5% de arsénico del agua del manantial. Se recomendó tener presente la preservación de la muestra con ácido nítrico concentrado que es inherente para obtención de resultados confiables, así mismo realizar la calibración del potenciómetro mediante el uso de dos Buffers (4 y 7) como mínimo para lograr mediciones exactas y confiables.

Finalmente, a nivel local, Chasquibol (2020), en la tesis titulada: “Remoción de plomo del agua del río Santa Ticapamapa utilizando 25 mg/l de arcilla y 50 mg/l de residuos de café” de la Universidad Privada San Pedro, Chimbote; su proyecto trata de formar un híbrido de arcilla y café, empleando 35 mg/l de arcilla y 50 mg/l de polvo de residuos de café. Se llevó a cabo por el método experimental y se usó el método de adsorción, el cual se utilizó para la muestra 1: 25 mg/l de arcilla, 50 mg/l de polvo de residuos de café para la muestra 2 y se formó un híbrido de 25 mg/l de arcilla más 50 mg/l de residuos de café. Se empleó el ensayo de jarras a 100 rpm durante el tiempo de 2 minutos y 50 rpm durante el tiempo de 15 minutos, se dejó reposar ambas pruebas por 15 minutos. Como resultado se obtuvo un 59.01 % de remoción de plomo con el uso de 50 mg/l de café, un 64.08 % de remoción de plomo con el uso de arcilla y en la muestra patrón se obtuvo 0.078 mg/l de plomo. Así mismo para el componente en la cantidad de arcilla 50 mg/l más 25 mg/l de café se obtuvo una remoción de 82.10% con respecto a la muestra patrón, quedando demostrado que el híbrido de arcilla más café se obtiene una excelente capacidad de remoción de plomo.

Sin embargo, Alvarado (2020), en su tesis titulada: “Remoción de plomo y arsénico del Río Santa, Recuay–Ticapampa usando 6g y 12g de polvo de pepa de aceituna, Ancash-2020” de la Universidad Privada San Pedro, Chimbote; expresaron que para reducir la contaminación de las aguas, emprendió algunas nuevas alternativas de remoción, obteniendo una desinfección básica del agua mediante biofiltros, debido que puede ejercer como absorbentes naturales; de la misma forma, por medio de la adsorción y absorción es capaz de fijar diferentes contaminantes, atrapándolos y biodegradándolos mediante el uso de materiales orgánicos como la palta, jacaranda o tarco, bagazo de fibra de coco y bagazo de caña de azúcar, entre otros; estos no requieren de mayor inversión y se considera usarlos en el tratamiento terciario en aguas residuales.

Por otro lado, Gil (2018), en su investigación titulada: “Diseño de un biofiltro de mucílago de tuna (*Opuntia ficus-indica*) para remover arsénico” de la Universidad San Pedro, Chimbote – Perú; expresó que la capacidad de bioadsorción que tienen el mucílago de tuna respecto al arsénico y el diseño del biofiltro. Siendo una investigación experimental, se mostraron algunas de las reflexiones identificadas como Arsénico (As). El objetivo de este trabajo fue remover metales pesados como el arsénico y parámetros fisicoquímicos mediante un biofiltro, en los que se buscó que los metales pesados se adhieran en el mucílago de tuna debido a su composición de Potasio (K) y Calcio (Ca). Este proyecto se realizó al usar mucílago de tuna como gel floculante y coagulante que por gravedad caen luego adsorber las cargas negativas del metal.

Por otra parte, Zare (2018), en su investigación titulada: “Remoción de arsénico de las aguas del río Santa usando arcilla natural del centro poblado de Otuzco – Cajamarca” de la Universidad Privada San Pedro, Chimbote – Perú; nos indica que el propósito de dicho proyecto es investigar y determinar que la arcilla natural activada del centro poblado de Otuzco - Cajamarca es capaz de remover el arsénico que está a 100 metros antes de desembocar el agua del río Santa al mar, para tal fin se requiere realizar prueba de laboratorio de las muestras tomadas del agua del río Santa, una muestra inicial y una final de ser tratada. Para tener investigación seria y veraz basado en la realidad y realizar un diseño experimental, el proceso de la prueba se realizó con cuadros porcentuales. Los resultados demuestran lo siguiente: la muestra patrón tiene 0.0878 mgAr/l y la muestra experimental disminuye a 0.079 mgAr/l, el cual indica una eficacia de 10.02% de la cantidad inicial, esto demuestra que supera los límites máximos permisibles de los estándares de calidad del agua para consumo humano.

Por esa razón, para Vásquez (2018), en su investigación titulada: “Remoción de fosforo en aguas residuales en la laguna La Gaviota utilizando un compuesto de ceniza de hoja de guayaba – arcilla en la proporción 1:1:1 y 1:2:1” de la Universidad San Pedro; esta investigación consiste en realizar una composición de polvo de la hoja de guayaba, arcilla de Anta-Carhuaz y maicena con proporciones de 1:1:1 y 1:2:1. Para remover el nivel de fosforo que se encuentra disuelta en el agua residual de la laguna La Gaviota. Para extender los recursos

hídricos y resolver la contaminación del agua se desarrolló tecnologías rentables como la elaboración de esferas biofiltrantes de diámetro de 3 mm con proporciones 1:1:1 y 1:2:1 de hoja de guayaba, arcilla y maicena, activado a una temperatura de 250°C durante 50 minutos. Se empleó el ensayo de jarras en 100 rpm durante 2 minutos y 50 rpm durante 4 minutos, dejando reposar 15 minutos. Se determinó la eficiencia de remoción de fósforo para la proporción de 1:1:1 en un 52.95% y la proporción de 1:2:1 en un 88.24%, concluyendo que las esferas biofiltrantes tiene excelente capacidad de remoción de fósforo.

Por esa razón, para Tapia y Huanca (2019), la eficiencia de la remoción se logró al realizar el tratamiento que tiende a aplicarse a la muestra de agua con metales disueltos, para la cual se emplea la siguiente fórmula:

$$\%R = \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100$$

Donde “ C_o ” fue la cantidad de inicio del metal (mg/L), “ C_f ” fue la cantidad final del metal (mg/L).

Asimismo, según Tapia y Huanca (2019), el mecanismo de adsorción que se empleó para la bio-adsorción es el cinético, el cual nos permitió poder determinar la capacidad de bio-adsorción mediante la capacidad de remoción de Arsénico disuelto tomando diferentes tiempos por unidad, para la cual se emplea la siguiente fórmula:

$$Q_e = \frac{(C_o - C_{eq})}{m} \times V$$

Donde “ Q_e ” fue la capacidad de adsorción (mg/g), “ $C_o - C_{eq}$ ” fue cantidad de inicio y final correlativamente (mg/L), “ V ” fue el volumen del resultado empleado en el proceso de remoción (L) y “ m ” fue la masa de carbón activado de cascara de coco (mg) (p. 114).

Según Romero (2006) los retro mezcladores o también llamados tanque de mezcla rápida mecánica son de divisiones circulares o cuadradas, constan de hélices, paletas, turbinas u otros componentes parecidos a un árbol de

transmisión, propulsados por un motor mecánico o eléctrico como se observa en la ilustración II-1. El árbol de transmisión gira a un número alto de revoluciones (rpm) el cual mueve el agua de forma rápida y favorece al mezclado rápido.

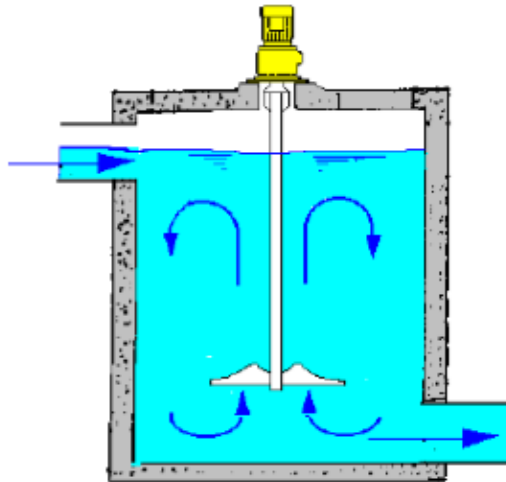


Ilustración II-1. Mezclador mecánico

CEPIS (2005), propone un método de diseño para un sedimentador primario rectangular, el cual está compuesto por cuatro zonas como se observa en la ilustración II-2. La zona de sedimentación se compone por un canal rectangular con dimensiones y condiciones hidráulicas que permiten la sedimentación de las partículas.

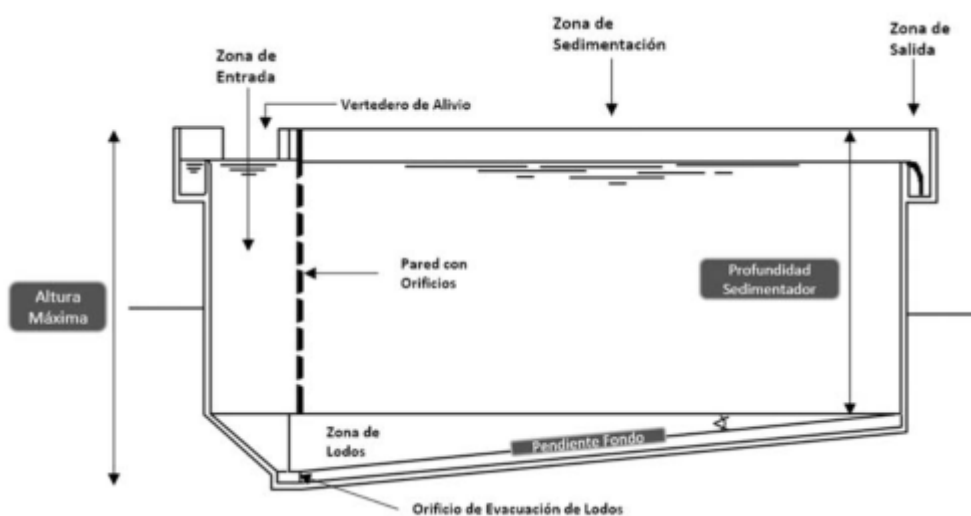


Ilustración II-2. sedimentador primario rectangular CEPIS (2005)

Para controlar la calidad del agua en el contexto de regularización del régimen medioambiental del Perú, se debe implantar los estándares de índole medio ambiental según las normas vigentes, el rige en el reglamento nacional para la aprobación de estándares de calidad ambiental aprobado según decreto supremo N° 044-98 PCM, publicado en 11 de noviembre de 1998. Esta norma tiene la estructura del grupo de estudio técnico ambiental del agua – GESTA AGUA, conformado por delegados de organismos de los sectores públicos y privados, quienes tienen la tarea de elaborar el análisis y realizar el proyecto de estándares de calidad medioambiental del agua.

En el ANEXO 12 se menciona las normas del reglamento de la calidad del agua para el consumo humano D.S. 031-2010 S.A y las importantes normas para el marco jurídico de la administración de los recursos hídricos y concretamente de la condición de las aguas del país.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de Investigación

Tipo de investigación: Garcés (2000), indica que la investigación es conocer e interpretar los elementos esenciales, los avances fundamentales de un objeto en específico o fenómeno de la realidad, aplicado en un grupo estructurado de procedimientos metodológicos, técnicos y teóricos.

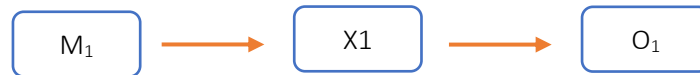
De ser así, esta es una investigación aplicada, porque en el proceso de la investigación los resultados obtenidos serán utilizados para dar solución al problema relacionado al área de hidráulica, esperando que cumpla la norma de estándares nacionales de calidad ambiental (ECA).

Diseño de investigación: Según Martínez (2013), el anteproyecto de observación sirve para plantear y describir los fundamentos temáticos y los componentes en el marco teórico que permiten un nuevo método, teniendo en cuenta las fases que tienen el orden lógico de todo proceso de observación.

En este caso, se habla de una investigación experimental porque se manipuló la variable independiente en cuanto a los porcentajes de carbón activado con cascara de coco que se va a añadir a las pruebas tomadas del agua del río tablachaca, sector chuquicara.

El anteproyecto que le corresponde a esta investigación es prácticamente cuasi-experimental porque se evaluó dos muestras citadas según análisis, donde se lograron resultados de dos sectores de estudio llamado grupo control que se realizó con pruebas sin dosificación de ningún elemento complementario y el grupo experimental el cual se realizó con la integración del carbón activado (cascara de coco), con el objetivo de reducir la proporción de arsénico en paridad a la del grupo control, debido por el cual habrá agua de mejor calidad, el cual responde al siguiente esquema:

Grupo Control

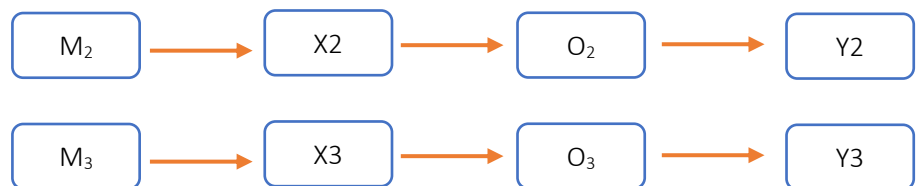


M_1 : Representa a la muestra de agua que se extrajo del río Tablachaca, en el sector Chuquicara.

X_i : Representa a la variable independiente, sin dosificación de carbón activado (cascara de coco).

O_1 : Representa la cuantía de arsénico que se obtuvo al analizar la muestra de agua del río Tablachaca, en el sector Chuquicara.

Grupo Experimental



$M_{2,3}$: Representa a la muestra de agua que se extrajo del río Tablachaca, en el sector Chuquicara.

X_i : Representa a la variable independiente, que cuyo caso fue el biofiltro con carbón activado a partir de la cáscara de coco.

$O_{2,3}$: Representa la cuantía de (As) removido, que se obtuvo al analizar la muestra de agua del río Tablachaca, en el sector Chuquicara, por medio del bio-filtro con carbón activado (cascara de coco).

Y_i : Representa a la variable dependiente, que en tal caso fue el porcentaje de remoción arsénico.

3.2 Variables y Operacionalización

3.2.1 Variable dependiente cuantitativa: Remoción de arsénico.

Definición conceptual:

En esta variable, Roberto y Echeverría. (2016) definen la remoción de arsénico para suprimir esta sustancia del agua para conseguir ser buena para el consumo humano.

Definición Operacional

Definir la cantidad de As que tiene el agua superficial del río Tablachaca en el sector Chuquicara. Para ello, se recogerá la muestra In situ, lo cual será llevado a laboratorio; cuyos resultados se expresará en un protocolo.

Dimensiones e Indicadores

Esta variable contó con tres dimensiones, las cuales a su vez obtuvieron indicadores; como fue el caso de la composición química del agua, cuyos indicadores fueron el potencial de hidrogeno (pH) y el porcentaje de arsénico. Asimismo, se tuvo como dimensión a la eficiencia de remoción de arsénico disuelto en agua, donde su indicador se determinó por la fórmula de la eficiencia de remoción:

$$\%R = \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100$$

Por último, se obtuvo la cantidad de adsorción, cuyo indicador fue el porcentaje de arsénico adherido.

Escala de Medición

Por haber sido una variable continua, su escala de medición fue: razón.

3.2.2 Variable independiente cuantitativa: biofiltro con el uso de carbón activado de cascara de coco.

Definición Conceptual

Para esta variable, Alarcón y Ferrera. (2016) definen a un biofiltro como un método que reduce la humedad natural, se piensa que una tecnología biológica erradica los elementos de inyección en los afluentes, además de tener un bajo coste ayuda a la preservación ambiental

Definición Operacional

Se añadirá al agua del río Tablachaca en el sector de Chuquicara 35 mg/L, 40 mg/L y 50 mg/L. Se procesa en el sistema de biofiltro que consta de 4 unidades. Luego, las muestras se llevarán a laboratorio para analizar el porcentaje o cuantía de arsénico en el afluente.

Dimensiones e Indicadores

Así como la variable dependiente, esta también cuenta con tres dimensiones y sus respectivos indicadores. Este es el caso de la capacidad de adsorción con el uso de activación de cascara de coco, donde el indicar se resuelve de la siguiente formula:

$$Q_e = \frac{(C_o - C_{eq})}{m} x V$$

Simultáneamente, se obtuvo como dimensión a la dosis de carbón activado de cascara de coco, cuyos indicadores fueron las dosis de 35 mg, 40 mg y 50 mg por cada litro de agua. Finalmente, se tuvo los componentes del carbón activado (cascara de coco), con su indicador de recolección de datos.

Escala de Medición

Así como la variable dependiente; esta por haber sido una variable continua, el tamaño de cálculo fue: razón.

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1 Población

Se denominó infinita; debido a que es un elemento dinámico, el cual fue comprendido por el recurso hídrico del río Tablachaca, que pasa por el sector Chuquicara, en la provincia del Santa, región Ancash; con 93.34 km de longitud.

3.3.2 Muestra

Se extrajeron 6 muestras en 3 puntos específicos, para las muestras de agua se utilizó envases de 20000 mL que fueron previamente lavados con agua destilada y todas las muestras fueron rotuladas y guardadas en congeladoras hasta ser transportadas al laboratorio; en donde un envase de 1000 mL se utilizó para el análisis químico inicial del arsénico, y los envases restantes para definir la cuantía de arsénico posterior a la prueba.

3.3.3 Muestreo

Se estableció por conveniencia muestreo no probabilístico, debido a que el río tablacaca, Sector Chuquicara tiene una longitud aproximada de 93.34 km de recorrido por lo cual se extrajo el agua en 3 puntos elegidos por los tesisistas.

Por esa razón, como **criterio de inclusión** se tomó 3 puntos con un transecto lineal de 10 metros en cada estación de muestreo en la ribera

noroeste del río Tablachaca, los cuales estuvieron más próximos a la zona de contaminación y serán de fácil acceso.

Por consiguiente, como **criterio de exclusión** se han excluido los puntos ubicados fuera del área de la zona de contaminación o los que fueron de difícil acceso.

Tabla III-1. Coordenadas (UTM) del área de estudio

AGUA SUPERFICIAL	PUNTO DE MUESTREO	NORTE	ESTE	ALTITUD
RÍO TABLACHACA	P1	9042745.11	804415.14	525
	P2	9042996.784	804580.957	527
	P3	9043125.06	804844.84	530

Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.3.4 Unidad de análisis

1 litro de agua del río Tablachaca sector Chuquicara, en la provincia del Santa.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla III-2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Determinar la características del agua superficial al ingreso y salida del sistema de biofiltro.	Observación científica.	Protocolo de características del agua.	Valores de características del agua del río tablachaca en laboratorio.
Determinar la composición química de la cascara de coco mediante el análisis de FRX (fluorescencia de rayos x).	Observación científica.	Protocolo de recolección de datos.	Composición elemental de la cascara de coco
Diseño hidráulico de un biofiltro	Observación científica.	Protocolo de un diseño y proceso constructivo.	Concentración final de arsénico disuelto en agua del río Tablachaca, en el sector Chuquicara.
Determinar la capacidad de bioadsorción, utilizando 35 mg/L, 40 mg/L y 50 mg/L.	Observación científica.	Guía de análisis documental (fórmula).	Capacidad de bioadsorción del carbón activado (cascara de coco).
Determinar el porcentaje del pH del agua del río Tablachaca utilizando 35 mg/L, 40 mg/L y 50 de carbón activado de cascara de coco.	Observación científica.	Protocolo del pH del agua.	Valores de composición del pH en laboratorio del agua del río Tablachaca, en el sector Chuquicara.
Determinar el grado de calcinación para la cascara de coco mediante ATD (análisis térmico diferencial)	Observación científica.	Protocolo del análisis a la calcinación.	Preparación de carbón activado de cascara de coco.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Validez

En la presente investigación se utilizaron protocolos, lo cual no requirieron de validación porque fueron instrumentos elaborados por SEDALIB S.A, dicho laboratorio está acreditado por el organismo peruano de acreditación (INACAL) que se rigen por la norma técnica ASTM, y cuenta con un equipo de técnico científicos.

Confiabilidad

La confiabilidad de la ficha técnica fue respaldada por ECA (estándar de calidad de agua) y el ANA (autoridad nacional del agua), donde estipulan el procedimiento a seguir desde la recolección de la muestra, procedimiento y resultados.

3.5 Procedimientos y recolección de data:

Este estudio utilizo el método experimental ya que como pieza fundamental de su desarrollo tiene la ejecución de un experimento para poder comprobar la eficiencia del sistema de biofiltro con carbón activado (cascara de coco) para remoción de la concentración de arsénico del agua del rio Tablachaca. Para la recolección de datos se extrajo 6 muestras de agua del rio Tablachaca, para luego hallar la composición química del agua y se recolecto de manera gradual la cascara de coco.

El diseño, construcción y análisis del método de tratamiento del agua consiste en cuatro etapas: levantamiento de información, diseño, construcción y evaluación.

La primera fase fue la caracterización de muestras que fueron analizadas en el laboratorio de SEDALIB S.A, en la ciudad de Trujillo.

La segunda fase fue el soporte y revisión bibliográfica, con las medidas técnicas para el diseño del sistema, el cual consta de 4 unidades de

tratamiento primario de agua superficial del río, constituido por las siguientes unidades: mezcla rápida mecánica, sedimentador primario rectangular, filtro rápido de arena.

La tercera fase, según las especificaciones de diseño, se construyó el sistema de tratamiento.

Como fase final, se puso en marcha la estructura hidráulica y se evaluó las unidades y el respectivo análisis del agua tratada. En la ilustración III-1, se muestra el esquema de las fases que se llevó a cabo para la realización del proyecto.

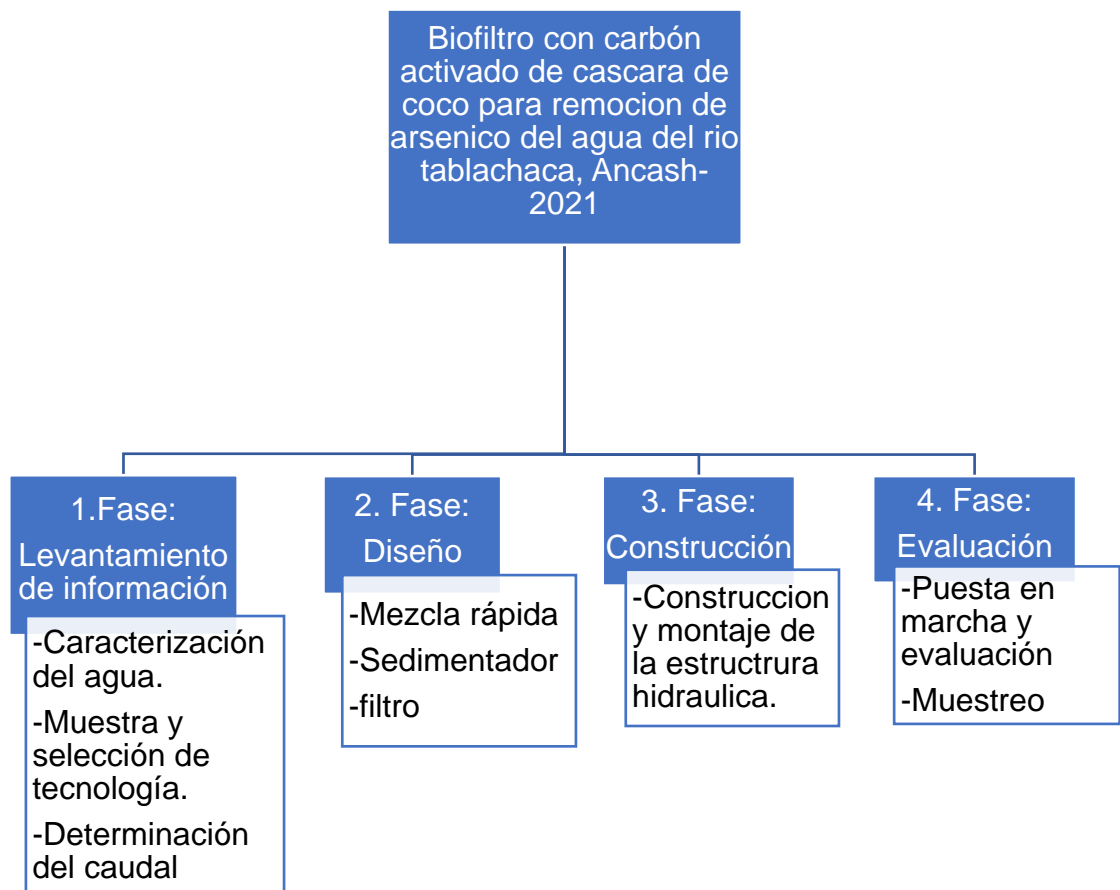


Ilustración III-1. Metodología usada en el diseño, construcción y evaluación

3.5.1 Preparación del carbón activado (cáscara de coco).

- Primero, limpieza total de la cáscara de coco a fin de quitar los restos de suciedad que pueda encontrarse.
- Segundo, se dejó la cáscara de coco a temperatura ambiente para secar por un periodo aproximado de 24 horas.
- Tercero, se colocó en una parrilla metálica las cáscaras de coco para su carbonización, en un tiempo aproximado de 12 horas.
- Cuarto, se retiraron los carbones obtenidos y se echaron a un recipiente para que se enfrié hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- Quinto, se colocó las cáscaras de coco carbonizadas en un recipiente, donde se procedió a realizar el chancado y tamizado.
- Sexto, se procedió a pesar el carbón (sin activar) obteniendo una cantidad de 105.6 g.
- Séptimo, se realizó el acondicionamiento del carbón para ser activado por activación física, el carbón (sin activar) fue llevado al horno para la activación a una temperatura de 800°C por el periodo de una hora.
- Octavo, se retiró el carbón activado obtenido y se colocó en un recipiente para que se enfrié hasta alcanzar la temperatura ambiente.

3.5.2 Recolección de las muestras del río

Se empleó el método existente que brinda el protocolo de la autoridad nacional del agua (ANA-2016) para ríos profundos y caudalosos.

Dicho procedimiento constó de los siguientes pasos:

- Primero, se colocó todos los implementos adecuados para realizar el muestreo: guantes desechables, mascarillas, chalecos y botas de seguridad.
- Segundo, se buscó puntos de fácil acceso, de corriente homogénea, poco turbulenta y de interés.

- Tercero, los envases de 20000 mL fueron previamente tratados y lavados con agua destilada y antes de tomar la muestra se enjuagó los envases con agua del punto de muestreo, como mínimo 2 veces, sumergiéndolo a contra corriente hasta que estuviera parcialmente lleno.
- Cuarto, para la toma de la muestra se sumergió el envase a contracorriente y a una profundidad de 20 cm.
- Quinto, se dejó libre un espacio del 1% del envase aproximadamente.
- Sexto, se evitó coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimento del fondo.
- Séptimo, las muestras tomadas fueron rotuladas y guardadas en congeladora para ser transportadas en condiciones óptimas.

3.5.3 Diseño de estructura hidráulica para el tratamiento de agua.

El diseño de las unidades de tratamiento primario se ejecutó bajo los criterios de carácter experimental, el diseño depende del trabajo que cumple cada unidad en el sistema de tratamiento de agua superficial. Las unidades diseñadas son las siguientes: mezcla rápida, sedimentador primario rectangular y filtro rápido.

3.5.3.1 Dotación y caudal de diseño

Para viviendas con lotes de área menores o igual a 90m² en clima templado y cálido las dotaciones serán de 150 l/hab/d, según el reglamento nacional de edificaciones.

- Población de diseño

$$P_f = P_a \left(1 + \frac{r \times t}{1000}\right) \quad (\text{II-1})$$

Donde:

P_f = población diseño

P_a = población inicial

r = coeficiente de crecimiento

t = periodo de diseño

- **Caudal máximo promedio**

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotacion}(D)}{86400 \text{ 5/dia}} \quad (\text{II-2})$$

Donde:

Q_m = caudal máximo

P_f = Poblacion futura

D = Dotación

- **Caudal máximo diario**

$$\begin{aligned} Q_{md} &= k_1 \times Q_m \\ Q_{md} &= 1.3 \times Q_m \end{aligned} \quad (\text{II-3})$$

Donde:

Q_{md} = Caudal máximo diario

Q_m = Caudal promedio

k_1 = Coeficiente máximo anual – demanda diaria ($k_1=1.3$)

- **Caudal máximo horario**

$$\begin{aligned} Q_{mh} &= k_2 \times Q_m \\ Q_{mh} &= 2.5 \times Q_m \end{aligned} \quad (\text{II-4})$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario

Q_m = Caudal promedio

k_2 = Coeficiente máximo anual – demanda diaria ($k_2=2.5$)

3.5.3.2 Diseño de la mezcla rápida

La mezcla rápida mecanizada es más eficaz cuando se utiliza agitadores de tipo turbina.

$$\frac{Da}{Dt} = \frac{1}{3} \quad ; \quad 2.7 \leq \frac{H}{Da} \leq 3.9 \quad ; \quad 0.9 \leq \frac{E}{Da} \leq 1.1$$

$$\frac{J}{De} = \frac{1}{12} \quad ; \quad \frac{W}{Da} = \frac{1}{5} \quad ; \quad \frac{L}{Dt} = \frac{1}{4} \quad ; \quad \frac{Dd}{Da} = \frac{2}{3}$$

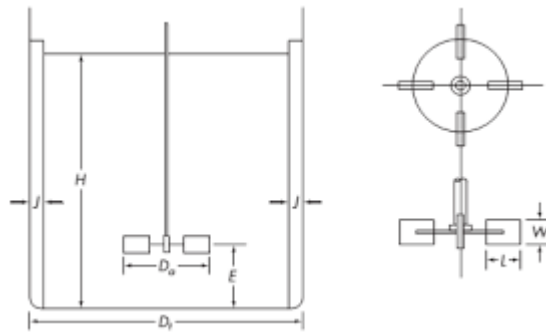


Ilustración III-2 Esquema de proporciones y relaciones de un agitador de turbina según Rushton.

Ecuaciones de diseño

- La gradiente de velocidad tiene que estar entre 500 a 1000 s^{-1}

$$G = \frac{5.9 \times 10^6}{T_o c^{140}} \quad (II-5)$$

Donde:

C= Dosis de Floculante, mg/l

G= Tiempo óptimo de mezcla rápida, S

- Volumen de trabajo del tanque teniendo en cuenta el caudal y tiempo está dado por:

$$V = Q t \quad (II-6)$$

Donde:

V = Volumen del taque, m^3

t = Tiempo, S

Q = Caudal, m^3/s

- Diámetro del tanque (D_t):

$$D_t = \sqrt[3]{\frac{4v}{\pi}} \quad (\text{II-7})$$

- Altura del tanque (H):

$$2.7 \leq \frac{H}{D_a} \leq 3.9 \quad (\text{II-8})$$

- Diámetro del agitador (D_a)

$$D_a = \frac{Dt}{3} \quad (\text{II-9})$$

- Distancia del fondo a propulsor (E)

$$0.9 \leq \frac{E}{D_a} \leq 1.1 \quad (\text{II-10})$$

- Cálculo del ancho de la aleta del propulsor (W)

$$W = \frac{Da}{s} \quad (\text{II-11})$$

- Cálculo del largo de las palas del propulsor (L)

$$L = \frac{Da}{4} \quad (\text{II-12})$$

- Cálculo del diámetro del círculo central (D_d):

$$D_d = \frac{2Da}{3} \quad (\text{II-13})$$

- Anchura de los deflectores (J):

$$J = \frac{Dt}{12} \quad (\text{II-14})$$

- Potencia requerida (P):

$$P = G^2 \cdot \mu \cdot v \quad (\text{II-15})$$

Donde:

P = Potencia del motor, W

G = Gradiente de velocidad, s^{-1}

u = viscosidad dinámica del agua, $N.s/m^2$, Kg/m.s, Pa.s

v = volumen del tanque, m^3

- Cálculo de la velocidad de rotación (N) se realizó, de acuerdo a Romero (2006) y Canepa (2004) a través de la siguiente ecuación:

$$N = \left(\frac{P}{K\rho Da^5} \right)^{1/3} \quad (II-16)$$

Donde:

Da = Diámetro del propulsor, m

N = velocidad del propulsor, rev/s

P = Potencia del motor, W

K = Constante

ρ = densidad del agua, Kg/m^3

- El cálculo de número de Reynolds ayuda a identificar el tipo de flujo que se formará dentro del tanque a través de la siguiente ecuación:

$$NRe = \frac{\rho N D a^2}{u} \quad (II-17)$$

Donde:

Da = Diámetro del propulsor, m

N = velocidad del propulsor, rev/s

ρ = densidad del agua, Kg/m^3

u = viscosidad dinámica del agua, $N.s/m^2$, Kg/m.s, Pa.

3.5.3.3 Diseño del sedimentador primario rectangular

CEPIS (2005) propone método de diseño para un sedimentador primario rectangular apropiado que se compone de cuatro zonas y una

pantalla difusora ubicada a 0.70m de la zona de entrada, de modo que pase un flujo laminar.

Ecuaciones de diseño

- El área del sedimentador:

$$A = \frac{Q}{C_s} \quad (\text{II.18})$$

Donde:

A = área del sedimentador, m²

Q = caudal, m³/s

C_s = carga superficial, m/d

- Para el cálculo del ancho del tanque (b), usamos la relación: longitud/ancho = 3/1, se calculará así:

$$b = \left(\frac{A}{3}\right)^{1/2} \quad (\text{II.19})$$

Donde:

b = ancho del tanque, m

A = área, m²

Se debe cumplir con la siguiente relación:

$$2 < \frac{L}{B} < 5$$

$$5 < \frac{L}{H} < 25$$

- Cálculo de la longitud de sedimentación acelerada (L_s). Se puede determinar por la siguiente ecuación.

$$L_s = \frac{A}{b} \quad (\text{II-20})$$

- Cálculo de la velocidad horizontal V_h (m/s), debe cumplir con las relaciones mencionadas anteriormente.

$$V_h = \frac{100 \times Q}{B \times H} \quad (\text{II-21})$$

- El tiempo de retención en el tanque se determina con la siguiente ecuación:

$$T_o = \frac{V}{60 \times Q} \quad (\text{II-22})$$

- Altura máxima con una pendiente del 10%

$$H' = H + 0.1Ls \quad (\text{II-23})$$

- Altura de agua sobre el vertedero de salida

$$H_2 = \left(\frac{Q}{1.84B} \right)^{2/3} \quad (\text{II-24})$$

Para la zona de entrada del tanque, CEPIS (2005) propone una pantalla difusora con orificios

- Área total de los orificios, cumpliendo con los criterios de diseño.

$$A_o = \frac{Q}{V_o} \quad (\text{II-25})$$

Donde:

V_o = velocidad de los orificios, (m/s)

Q = caudal de diseño, (m^3/s)

A_o = área total de orificios, (m^2)

- Numero de orificios

$$n = \frac{A_o}{a_o} \quad (\text{II-26})$$

Donde:

a_o = área de cada orificio, m^2

n = número de orificios

A_o = área total de orificios, m^2

- Área de cada orificio

$$a_0 = \frac{\pi \times D^4}{4} \quad (\text{II-27})$$

- Distancia y altura de los orificios de la pantalla de difusión del agua:

$$h = H - \frac{2}{5} H \quad (\text{II-28})$$

- Espacio entre filas

$$A_1 = \frac{h}{nf-1} \quad (\text{II-29})$$

- Espaciamiento entre columnas:

$$A_2 = \frac{B}{nc+n} \quad (\text{II-30})$$

3.5.3.4 Diseño de filtro rápido de arena

El filtro puede ser de un solo medio (antracita o arena), medio dual (antracita y arena) o lechos mezclados cuyas profundidades pueden ser de 0.60 a 1 m y cuentan con un falso fondo para su drenaje.

Ecuaciones de diseño

- Números de filtros, según la ecuación de Mamill y Wallade:

$$n = 0.044 (Q)^{1/2} \quad (\text{III-31})$$

- Cálculo del caudal unitario:

$$q_u = \frac{Q}{n} \quad (\text{III-32})$$

- Cálculo del área superficial:

$$A_s = \frac{q_u}{C_s} \quad (\text{III-33})$$

- Cálculo Nre:

$$Nre = \frac{V \times d}{u} \quad (III-34)$$

Donde:

V = velocidad de filtración, (m/s)

d = diámetros característicos de los granos, (m)

u = viscosidad cinemática, (m²/s)

- El cálculo del coeficiente de arrastre esta dado por:

$$C_D = \frac{24}{Nre} + \frac{3}{\sqrt{Nre}} + 0.34 \quad (III-35)$$

- Cálculo de perdida de potencia mediante el lecho, según la ecuación de Rouse:

$$h = 1.067 C_D \frac{1LV^2}{e^4 dg} \quad (III-36)$$

Donde:

L = profundidad del lecho

V = velocidad de filtración

e = porosidad del lecho

d = diámetro característico de los granos

g = gravedad

- Velocidad optima de lavado para el lecho filtrante de arena:

$$Vb \text{ arena} = D_{60} = (CU) (TE) \quad (III-37)$$

- La velocidad de arrastre (V_t) se calcula con la siguiente formula:

$$v_t = 10 D_{60} \quad (III-38)$$

- El consumo de agua para el lavado del filtro:

$$V_L = v_{\text{optima}} t_{\text{lavado}} A \quad (III-39)$$

- El agua producida en cada carrera, se determinará de la siguiente manera:

$$Q_{Fmax} = Tasa\ de\ filtración \cdot Área\ del\ filtro \quad (III-40)$$

- El caudal requerido para el lavado del filtro:

$$Q_L = \frac{V_l}{t} \quad (III-41)$$

Donde:

t = tiempo de lavado, (min)

V_l = Volumen de lavado, (m³)

- El porcentaje de agua producida consumida en el lavado está dado por:

$$\% \text{ agua de lavado} = \frac{100V_l}{Q} \quad (III-42)$$

3.5.4 Construcción y montaje de las unidades de proceso

Para la instalación de las fases del equipo, fue necesario realizar planos de construcción utilizando AUTO CAD, donde se incluye el plano del equipo completo montado en su estructura de soporte.

3.5.4.1 Mezcla rápida

Esta unidad consta de un agitador y un tanque, las dimensiones de cada una de ellas se describen a continuación: - El agitador se construyó en acero inoxidable con las siguientes dimensiones: diámetro del agitador 0.055m, Altura del impulsor sobre el fondo 9cm y la altura de la varilla 21 cm; tanque cuyas dimensiones son: altura 30 cm y 25 cm de diámetro. El ingreso del agua a esta unidad es mediante una manguera de 1"; mientras la salida a través de la base del tanque en el cual se adaptó un tubo PVC de 1". La unidad cuenta con un motor de ½ hp, que está conectado a un variador de velocidad que se encuentra en el tablero de control. El motor se encuentra anclado al

soporte del tanque reactor. En la ilustración III-3, se presenta el tanque reactor instalado.



Ilustración III-3. Vista frontal del tanque reactor de mezcla rápida

3.5.4.2 Sedimentador

La geometría seleccionada es de un cuerpo rectangular de fondo inclinando. El ancho es 35 cm, largo 1.60 m y la altura va de 20 a 30 cm, y tiene una pendiente de 10%. A 60cm de la zona de entrada lleva una pantalla difusora de 32 orificios. El agua ingresa al sedimentador a través de una tubería PVC de 2", como se aprecia en la ilustración III-4.



Ilustración III-4. Vista frontal del sedimentador primario rectangular

3.5.4.3 Filtro

Fabricado en acrílico de 5 milímetros de espesor y cuatro refuerzos con ángulos en la columna donde se ubican las láminas. Una entrada de 2" de tubería y tubería de salida: PVC de 1/2", Falso fondo:10 cm, con 33

orificios. Refuerzo de varas de aluminio para evitar que colapse la estructura y el soporte es una mesa construida en madera.

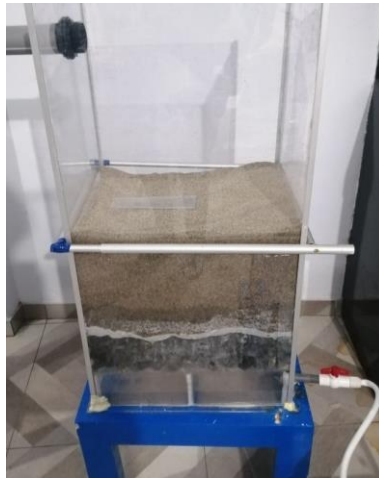


Ilustración III-5. Vista frontal del filtro rápido

3.5.5 Recolección y preparación del material para elaboración del filtro

- Primero, se recolectó grava en sus diferentes diámetros nominales ($3/4"$ $1/2"$, $3/8"$) y la arena en TE 0.45mm.
- Segundo, se realizó el lavado y secado de los agregados, a fin de eliminar los limos y las impurezas.
- Tercero, se colocó los estratos de mayor a menor diámetro con un espesor de 15 centímetro, como primera capa se colocó grava de $3/4"$, seguido por la grava de $1/2"$ y luego la grava de $3/8"$.
- Cuarto, se colocó la malla organza para separar los agregados filtrantes.
- Quinto, se colocó 35cm de arena de tamaño eficiente de 0.45mm.

3.5.6 Procedimiento de adsorción del arsénico.

- Primero, se tomó muestras de agua en el rio tablachaca, en los puntos elegidos por los tesistas.

- Segundo, la muestra de agua tomada en el río Tablachaca se mandó a analizar al laboratorio de SEDALIB S.A. esto permitió tener una caracterización inicial del agua.
- Tercero, la muestra de agua extraída del río Tablachaca se llenó en el tanque de alimentación para luego pasar con la ayuda de una bomba y válvulas para controlar el caudal requerido hacia la cámara de mezcla rápida con el porcentaje respectivo para cada caso de carbón activado de cascara de coco, para luego empezar las corridas del tratamiento respectivo para remover la concentración de arsénico, dicha mezcla tuvo un periodo de tiempo de 30 segundos, mediante la turbina accionada por un motor.
- Cuarto, luego de la mezcla rápida paso al área del sedimentador.
- Quinto, luego de la sedimentación de partículas paso al área del filtro rápido de arena.
- Sexto, se tomaron muestras del agua tratada proveniente del biofiltro hacia la cámara de almacenamiento. Se midieron los parámetros PH.
- Séptimo, las muestras de agua tratada de cada uno de los biofiltros con diferentes porcentajes de carbón activado de cascara de coco, fueron enviadas a analizar al laboratorio de SEDALIB S.A, para medir el porcentaje final de arsénico.
- Octavo, se analizó y discutió los datos obtenidos por el laboratorio con los datos establecidos del ECA.

3.6 Método de análisis de datos

En este análisis se obtuvieron datos sobre la concentración del arsénico del agua, la cual se realizó una medición antes y después del tratamiento a través del biofiltro con carbón activado (cascara de coco). Los datos obtenidos se analizaron y se realizaron las gráficas en el software estadístico denominado SPSS.

Para el estudio de verificación de la hipótesis general planteada se usó la prueba Estadística de T-Student para una muestra, la cual comprobó la eficacia del biofiltro con carbón activado (cascara de coco).

Así mismo se usó las pruebas estadísticas como: Kolmogorov – Smirnov, ANOVA, T – Student para muestras independientes, U Mann – Whitney para comprobar si los parámetros operacionales identificados influyen en la remoción de arsénico.

3.7 Aspectos éticos

El trabajo de investigación siguió el código de ética de la universidad Cesar Vallejo, según la ley universitaria 30220 dada en la resolución de consejo universitario N°0126 – 2017/UCV el 23 de mayo del 2017; en donde aseguraron los principios éticos, bienestar y autonomía en los investigadores. Se tomó consigo los derechos de los autores, exteriorizando de manera propia esta investigación, incluyendo a ello la citación de manera correcta según las normas ISO 690. Por ende, se respetó con autenticidad los resultados según lo establecido por la Normas Técnicas ASTM y ECA referido a los parámetros de calidad del agua para consumo humano.

Por eso mismo, uno de los aspectos éticos que se tomó en cuenta es el respeto por la autonomía, debido a que los autores del actual estudio estuvieron totalmente comprometidos con el desarrollo de la misma; por ende, su objetivo final fue llegar a solucionar el problema existente con la propuesta planteada en el proyecto.

Asimismo, se aplica la beneficencia, porque los involucrados en el proyecto tendrán una mejor calidad de vida al consumir agua de buena calidad.

Por último, se aplica la justicia, ya que buscó beneficiar a las poblaciones rurales del sector Chuquicara que tengan un recurso hídrico de la misma calidad que lo tienen las zonas urbanas.

IV. RESULTADOS

En este capítulo, se exponen los resultados experimentales que se logró de la evaluación del sistema de biofiltro. Estos resultados se exponen en las ilustraciones y tabas siguientes:

4.1 PRIMER OBJETIVO: Características del agua superficial

Se realizó la caracterización del agua superficial al ingreso (afluente) y salida (efluente) del sistema de biofiltro. En la tabla IV-1, se exponen los resultados obtenidos con relación a la conductividad, turbiedad, Cloruros, S.T.D y pH.

Tabla IV-1. Parámetros analizados de la muestra patrón y muestra experimental

ENSAYOS	AGUA SUPERFICIAL RIO TABLACHACA	CARBON ACTIVADO DE CASCARA DE COCO		
	Muestra Patrón	M1: 35 mg/L	M2: 40 mg/L	M3: 50 mg/L
CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	1158	408	583	697
TURBIEDAD (NTU)	17.6	1.36	1.41	6.02
STD (mg/L)	420	205	265	321

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Descripción:

Como se detalla en la tabla IV-1, se demuestran los parámetros Fisicoquímicos analizados al agua superficial del río tablachaca y al agua tratada con carbón activado (cascara de coco). En los resultados mostrados, es notable la diferencia de la calidad del agua al ingresar y salir del biofiltro con respecto a la turbiedad y pH, el cual se encuentran dentro de la normativa D.S. N° 031-2010 S.A.

4.2 SEGUNDO OBJETIVO: Fluorescencia de rayos - X

Para definir la composición elemental del carbón activado (cascara de coco), se llevó a cabo el ensayo de fluorescencia de rayos – X (FRXDE).

Tabla IV-2. Fluorescencia de rayos-X de la cascara de coco.

OXIDO	CONCENTRACION % MASA	NORMALIZADO AL 100%
Alúmina (Al_2O_3)	3.945	5.025
Silice (SiO_2)	7.276	9.269
Fosforo (P_2O_5)	6.836	8.709
Azufre (SO_2)	1.852	2.359
Cloro (ClO_2)	13.445	17.129
Potasio (K_2O)	34.093	43.433
Calcio (CaO)	1.657	2.111
Titanio (TiO_2)	0.027	0.035
Manganeso (MnO)	0.036	0.046
Hierro (Fe_2O_3)	0.514	0.655
Cobalto (Co_3O_4)	0.004	0.005
Niquel (Ni_2O_3)	0.007	0.009
Cobre (CuO)	0.059	0.076
Zinc (ZnO)	8.642	11.01
Arsenico (As_2O_3)	0.007	0.009
Bromo (BrO)	0.029	0.037
Rubidio (Rb_2O)	0.013	0.017
Estroncio (SrO)	0.033	0.043
Zirconio (ZrO_2)	0.003	0.004
Molibdeno (MoO_3)	0.015	0.019
TOTAL	78.496	100

Fuente: Laboratorio de Arqueometría UNMSM

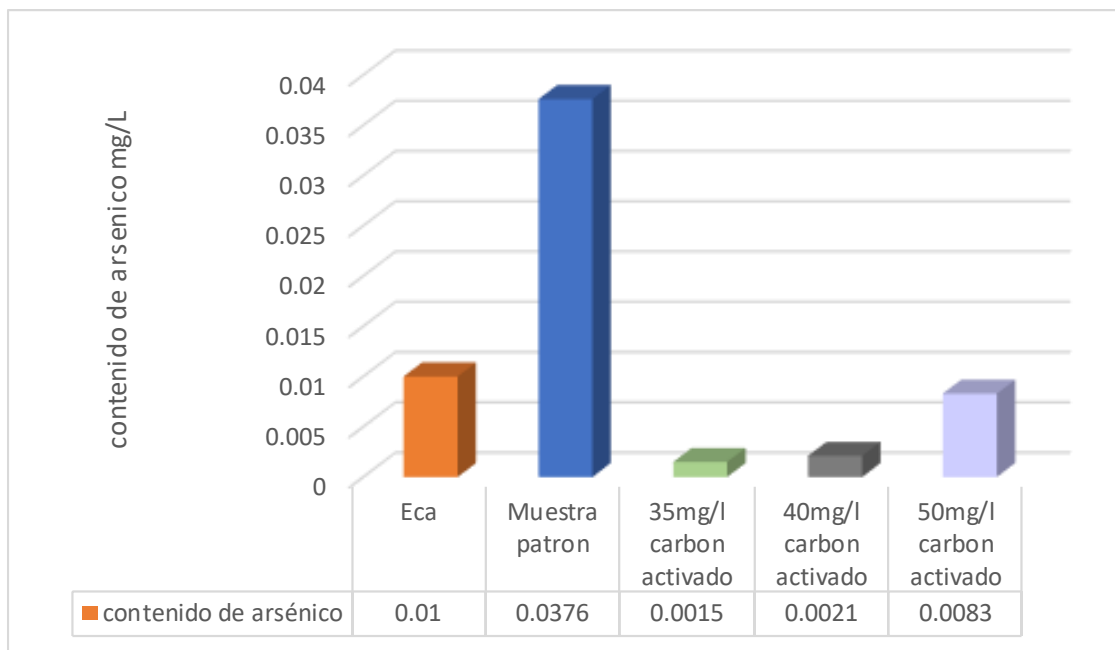
Descripción:

Se aprecia en la tabla IV-2 la cantidad de oxido que tiene la cascara de coco al ser activada físicamente, obteniendo como resultado los siguientes elementos: Aluminia (Al_2O_3) con un 3.945% de masa y 5.025% normalizado, Silice (SiO_2) con 7.276% de masa y 9.269 normalizado y Hierro con 0.514% de masa y 0.6555 normalizado; son elementos químicos electropositivo que sirven en la remoción de arsénico.

4.3 TERCER OBJETIVO: Porcentaje de remoción de arsénico.

En la siguiente ilustración, se detalla el contenido de arsénico en la muestra patrón, en las muestras experimentales y lo estipulado en el decreto supremo D.S. N° 031-2010-SA.

Ilustración IV-1. Cantidad de arsénico de las muestras ensayadas



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Descripción:

En la ilustración IV-1, se cotejó la cuantía de arsénico presente en el afluente con las muestras experimentales post tratamiento en el sistema de biofiltro. A consecuencia se obtuvieron los siguientes resultados:

En la muestra patrón se obtuvo como resultado 0.0376 mg/L de As, lo cual supera lo establecido por el decreto supremo D.S. N° 031-2010-SA.

En las muestras experimentales se aplicó 3 diferentes dosis (35mg/l, 40mg/l y 50 mg/l) de carbón activado de cascara de coco; obtuvimos 0.0015 mgAs/l, 0.0021 mgAs/l y 0.0083 mgAs/l respectivamente, lo cual nos indicó que las dosis empleadas fueron óptimas para la efectividad de remoción cumpliendo lo indicado en los estándares de calidad del agua.

4.3.1 Calculando remoción de arsénico con 35 mg/L

$$\%R = \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100$$
$$\%R = \frac{0.0376 - 0.0015}{0.00376} \times 100$$

$$\%R = 96.01\%$$

4.3.2 Calculando remoción de arsénico con 40 mg/L

$$= \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100$$
$$\%R = \frac{0.0376 - 0.0021}{0.00376} \times 100$$

$$\%R = 94.41\%$$

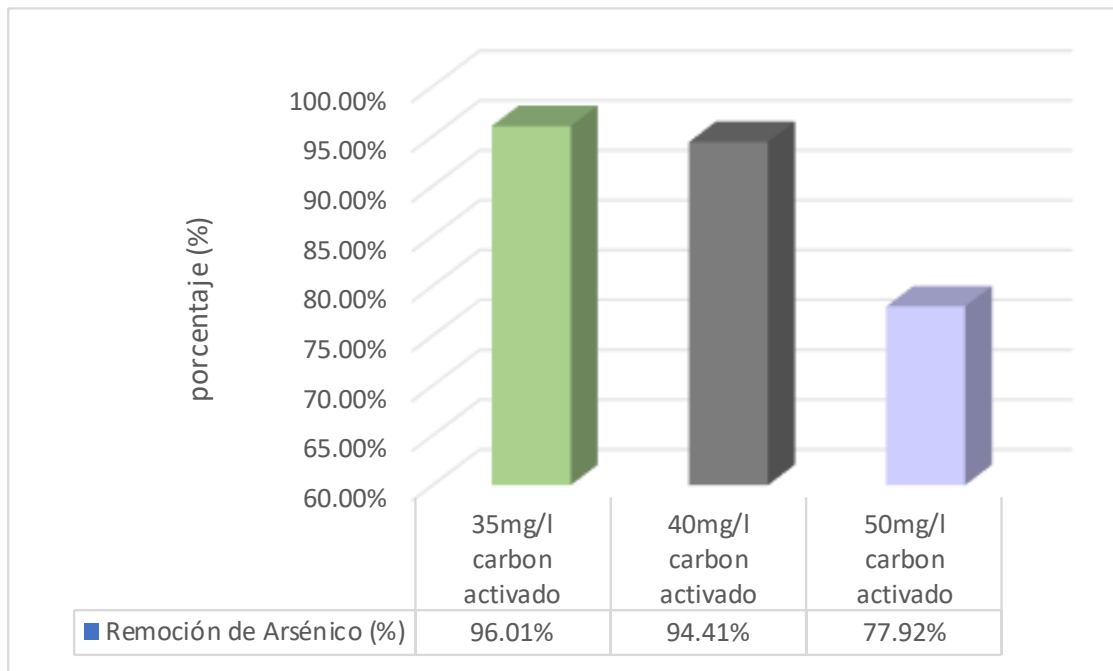
4.3.3 Calculando remoción de arsénico con 50 mg/L

$$= \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100$$
$$\%R = \frac{0.0376 - 0.0083}{0.00376} \times 100$$

$$\%R = 77.92\%$$

Seguidamente, se muestran los porcentajes que se obtuvo de remoción de arsénico en cada dosificación experimentada.

Ilustración IV-2. Porcentaje de remoción de arsénico usando carbón activado (cascara de coco)



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Descripción:

En la ilustración IV-2, se cotejó el porcentaje removido en las muestras experimentales; luego de su tratamiento a través del sistema de biofiltro se obtuvo óptimos porcentajes elevados de remoción de arsénico para las 3 diferentes dosificaciones de carbón activado (cascara de coco). Se consideró que la dosificación de 35 mg/L de carbón activado (cascara de coco) es la óptima para el presente proyecto de investigación, el cual logró el 96.01% de remoción de arsénico.

4.4 CUARTO OBJETIVO: Capacidad de bioadsorción.

4.4.1 Calculando remoción de arsénico con 35 mg/L

$$Q_e = \frac{(C_o - C_{eq})}{m} \times V$$
$$Q_e = \frac{(0.0376 \frac{mg}{l} - 0.0015mg/l)}{0.035 g} \times 1.034 l$$
$$Q_e = 1.07 mg/g$$

4.4.2 Calculando remoción de arsénico con 40 mg/L

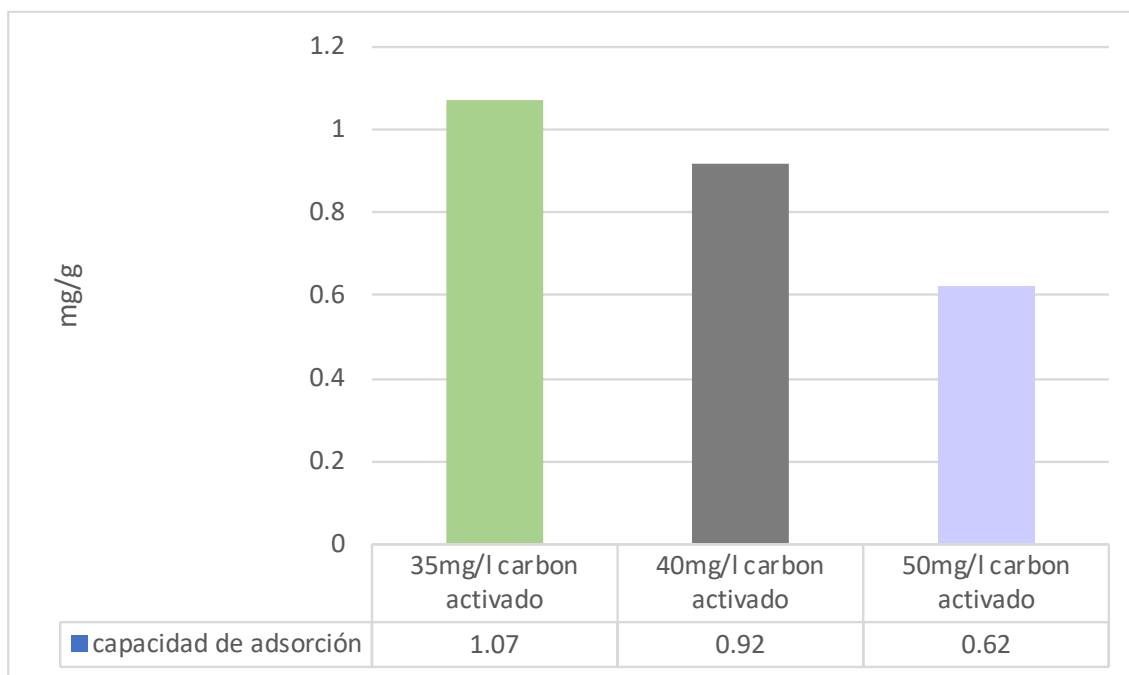
$$Q_e = \frac{(C_o - C_{eq})}{m} \times V$$
$$Q_e = \frac{(0.0376 \frac{mg}{l} - 0.0021mg/l)}{0.040 g} \times 1.040 l$$
$$Q_e = 0.92 mg/g$$

4.4.3 Calculando remoción de arsénico con 50 mg/L

$$Q_e = \frac{(C_o - C_{eq})}{m} \times V$$
$$Q_e = \frac{(0.0376 \frac{mg}{l} - 0.0083mg/l)}{0.050 g} \times 1.050 l$$
$$Q_e = 0.62 mg/g$$

A continuación, se muestra en resumen la capacidad de adsorción que tiene cada dosificación carbón activado (cascara de coco).

Ilustración IV-3. Capacidad de bioadsorción del carbón activado (cascara de coco)



Fuente: Elaboración propia, 2021.

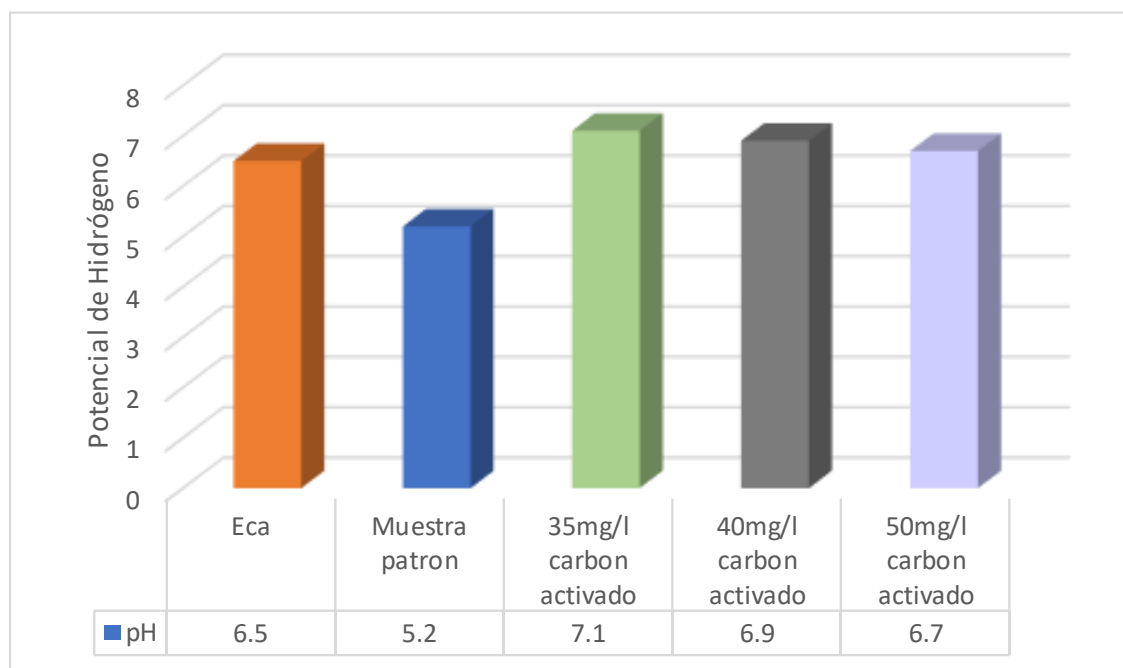
Descripción:

De acuerdo a la ilustración IV-3, se demostró que se logró la mayor cantidad de adsorción de las moléculas de arsénico con la dosificación de 35 mg/l de carbón activado de cascara de coco.

4.5 QUINTO OBJETIVO: Porcentaje del potencial de hidrógeno.

En la ilustración IV-4, se detalla el contenido de potencia de hidrógeno establecido por el ECA, del agua superficial (muestra patrón) y de las muestras experimentales (35mg/L, 40mg/L y 50 mg/L de carbón activado de cascara de coco).

Ilustración IV-4. Potencial de Hidrógeno establecido por el ECA, muestra patrón y muestras experimentales



Fuente: Elaboración propia, 2021.

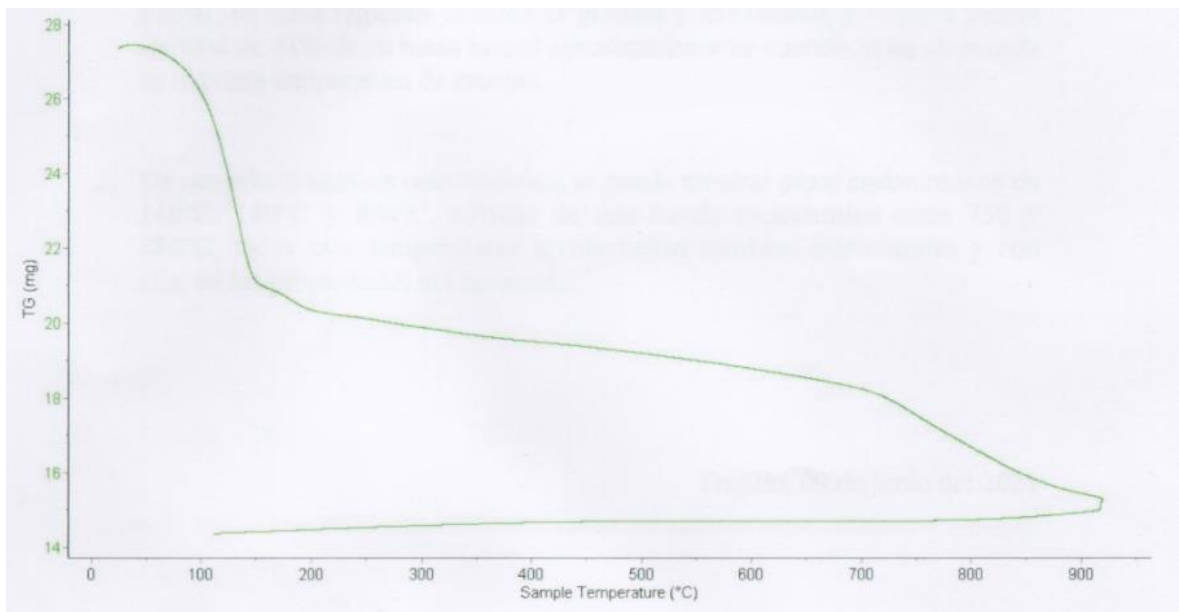
Descripción:

La ilustración IV-4, indica los resultados que se obtuvo de la muestra patrón y las muestras de 3 diferentes dosificaciones, el cual son comparados entre sí, se aprecia que la muestra patrón no es óptima para el consumo humano por tener valor de pH de 5.2 (ácida) inferior al límite permisible por el ECA. Se aprecia que con el tratamiento de carbón activado de cascara de coco para una dosis de 35 mg/L se logró un pH igual a 7.1, siendo un valor neutro.

4.6 SEXTO OBJETIVO: Análisis para determinar el grado de calcinación de la cascara de coco.

Análisis térmico diferencial.

Ilustración IV-5. Curva periódica de masa - análisis termogravimétrico

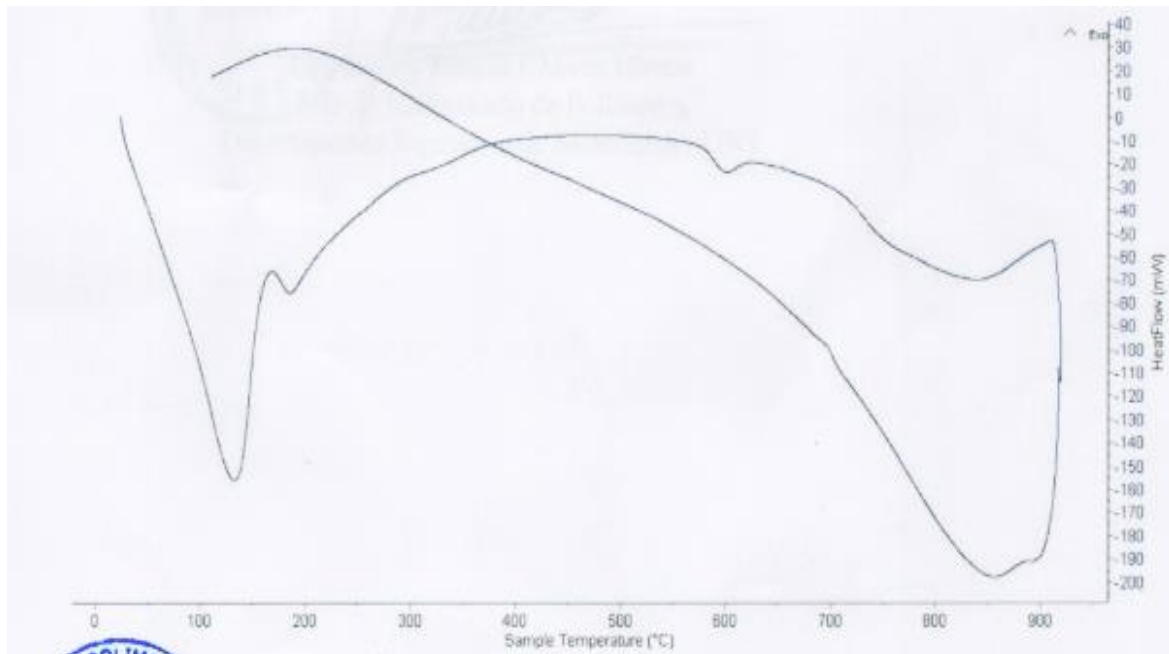


Fuente: Laboratorio de polímeros – UNT

Descripción:

Según el análisis que se muestra en la ilustración IV-5, indica grandes pérdidas del material conforme se aumenta la temperatura, la primera caída de la masa del material se da en el rango entre 80°C y 150°C, posteriormente el material vuelve a experimentar una caída aún más intensa desde 710° a 870°C, luego del descenso de la masa es más lento y pierde un total de 41% de su volumen inicial cuando alcanza la temperatura de ensayo más alta.

Ilustración IV-6. Curva calorimétrica DSC



Fuente: Laboratorio de polímeros - UNT

Descripción:

Acorde al análisis de ATD, se observa un pico endotérmico intenso alrededor de 140°C, 180°C y 800°C y finalmente una reacción endotérmica alrededor de 750°C y 880°C, indicando posibles cambios de fase y cambio en las características del material. A partir de este análisis, se consideró la activación física a 800°C por el tiempo de 1 hora.

4.7 DETERMINACIÓN DE LA T DE STUDENT

Tabla IV-3. Remoción de arsénico antes y después del tratamiento de agua del río tablachaca-Ancash,2021.

Carbón activado de cascara de coco	Cantidad de arsénico		
	Antes	Después	Diferencia
35 miligramo/Litro	0.0376	0.0015	0.0361
40 miligramo/Litro	0.0376	0.0021	0.0355
50 miligramo/Litro	0.0376	0.0083	0.0293
Media	0.0376	0.003966667	0.03363333

Fuente: Elaboración propia, 2021.

$$t = 274.61 \quad p = 0.00 \quad \text{Grado de libertad} = 4 \quad p < 0.05$$

Luego de aplicar la prueba de hipótesis t- Student, siendo $p < 0.05$ ($p = 0.000$), se indica que el promedio de las diferencias de arsénico al aplicar el sistema de biofiltro es diferente de 0, por lo que podemos indicar que la adición de una proporción de carbón activado de cascara de coco al biofiltro es eficaz para reducir considerablemente el arsénico en las aguas del río tablachaca, Ancash - 2021; demostrando que la hipótesis planteada ha sido alcanzada con éxito.

V. DISCUSIÓN

La máxima prioridad que se tiene por erradicar el arsénico del afluente para el consumo de los habitantes de chuquicara, está en que el arsénico es peligroso para todo ser vivo, el consumo prolongado del arsénico mediante el consumo de agua y alimentos afectados proviene cáncer y enfermedades a la piel. Así mismo está asociado a una grave situación de crecimiento, dolencias y afecciones al corazón, alteraciones al sistema nervioso, y diabetes. La participación es prioridad en los pueblos afectados, fundamentalmente para evitar que se propague las manifestaciones al arsénico, creando un plan seguro de provisión de agua potable. (OMS; 2006). (LABOR, 2009)

De acuerdo al análisis térmico diferencial en el cuadro de curva de la masa se evalúa que entre los 710 y 870°C tenemos una pérdida considerable de la masa, se puede eliminar un 41 % de su masa de origen aproximadamente, cuando ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo (Ilustración V-1), según DG Ponce Bravo (2019) investigo el uso del carbón activado de cascara de coco, activó su material a 900°C en 2.5 horas dando buenos resultados en óxido de silicio observando si daría mejor resultado con más tiempo y más temperatura para la eliminación de arsénico, turbidez, etc.

Mientras que en la ilustración IV-6 de la curva calorimétrica se observa una disminución de temperatura que va entre los 750°C y 880°C. Eligiendo la activación a 800°C por el periodo de 1 hora, porque en esta temperatura ocurre una alteración de las características de la cascara de coco generando a los óxidos (tabla IV-2).

La consecuencia de la prueba para las características termoquímicas de la cáscara de coco activados referencialmente a 800°C, se encontró que tiene Alumina (Al_2O_3) con un 3.945% de masa, Silice (SiO_2) con 7.276% de masa y Hierro con 0.514% de masa (Tabla IV-2), Según Quiñones E. (2013) quien investigo la remoción de aguas contaminadas con cromo, identifico que las

biomasas con mayor porcentaje de óxido de silicio, tienen mayor capacidad de remoción de metales y metaloides.

Según el cuadro de la muestra patrón y las muestras experimentales del ensayo fisicoquímico se puede apreciar la cantidad de pH del agua del rio Tablachaca lo cual está en los límites permitidos del ECA (6,5 – 8.5), y lo reportado por Xiomara S. (2017), sostiene que el pH de su muestra es de 7.4, por lo que en el antecedente se reporta que es una alcalina apropiada para la remoción de arsénico.

Según el cuadro de la muestra patrón y las muestras experimentales del ensayo fisicoquímico se puede apreciar la cantidad de solidos totales disueltos del agua del rio Tablachaca lo cual está en los límites máximos del ECA (<1000 mg/l). Se deberá hacer un tratamiento previo antes de su uso ya que su contenido es alto y no es apto para el consumo humano (Ilustración IV-1) y lo reportado por Quiñones E. (2013), sostiene que los sólidos totales disueltos de su muestra son mayores a los establecido en los límites máximo al ser aguas residuales por lo que en el antecedente y en la investigación el material activado (cascara de coco) removió los sólidos totales disueltos.

Según se detalla en la Tabla IV-1 de la muestra patrón y las muestras experimentales del ensayo fisicoquímico se aprecia la cantidad de conductividad del agua del rio Tablachaca lo cual está en los límites máximos del ECA (1600 μ S/cm). Se deberá hacer un tratamiento previo antes de su uso ya que su contenido es alto y no es recomendable para el consumo humano. En la Ilustración IV-1 de la muestra patrón resultante del ensayo fisicoquímico se puede apreciar la cantidad de contenido de arsénico (0.0376 mg/l) del agua del rio Tablachaca lo cual es mayor a los límites máximos de la ECA (0.01mg/l). Se deberá hacer un tratamiento previo antes de su uso ya que su contenido de arsénico es alto y no es recomendable para el consumo humano.

Según la ilustración IV-1, las muestras M1, M2, M3 resultante del ensayo fisicoquímico se puede apreciar la cantidad de contenido de arsénico las cuales están por debajo de los límites máximos del ECA esto debido al tratamiento experimental que se utilizó en estas muestras para disminuir la cantidad de arsénico, y lo reportado por Xiomara S. (2017), Quiñones E. (2013), Aguilar et. jal., (2016), sostienen que la remoción de arsénico de su muestra se debe a que el material de investigación tiene un alto porcentaje en oxido de silicio, y esto ayuda a la adsorción del arsénico y otros metales y metaloides.

Se debe a que entre los materiales más importantes para el proceso de adsorción existe la zeolita, estos componentes que neutralizan los ácidos tales como el silicio, K, Mn y Ca. Estos elementos contienen porosidades y tienen un tamaño que oscila de 3A (ángstrom) a 15A (ángstrom), medida para expresar las distancias de las moléculas y átomos, mide diez mil millonésimas parte de metro, es decir, en 1 centímetro tenemos 100 millones de ángstrom. La zeolita puede regular pH porque evita la separación de los iones ácidos. Además, la zeolita tiene una carga eléctrica negativa grande para atrapar los metales pesados que generalmente muestran una carga positiva.

Aguirre (2017), demostró que para lograr una mayor efectividad en la remoción de arsénico con biofiltro de carbón activado de cáscara de coco se debe aplicar menor cantidad del carbón activado porque aumenta el número de revoluciones. Respecto a nuestros resultados en laboratorio coincidimos con esta información puesto a que al trabajar con un efluente a pH 5 con distintas cantidades de carbón activado (35mg,40mg y 50mg) se obtuvo como resultado que utilizado 35g de carbón activado de cáscara de coco remueve un 95% del metal pesado. Por otro lado, Saskatchewan et al (2000) menciona que el pH óptimo para la adsorción de arsénico utilizando turba fue de 5,5 en el que se obtuvo una adsorción de As de 96.01 %. Se determinó que el pH óptimo para la remoción utilizando el carbón activado (cascara de coco) el pH 5, llegando a remover un 96.01 % de arsénico.

El metal arsénico presenta cargas catiónicas, donde Garcéz & Coavas (2012) y Kuyucak & Volesky (1989), mencionan que, en la adsorción de cationes y aniones de los metales pesados, estimación del pH de la solución acuosa juega un rol muy importante, en la adsorción de cationes estila ser eficaz en valores de pH mayores a 4.0, mientras tanto la adsorción de aniones en pH entre 1.5 y 4.0.

Las piedras utilizadas en el biofiltro se usaron como un filtro natural a escala del agua, el cual ayudo a la retención de impurezas que se encontraron en la muestra del río Tablachaca, lo que normalmente se presencia en el cauce de los ríos, esto mencionado se verificó en el cambio de color que obtuvieron las piedras utilizadas en el biofiltro, lo cual indica que estas partículas que se encontraban las muestras ensayadas se adhirieron a las piedras.

De acuerdo a la revista de divulgación de ciencia de la (UNAM), almacenar el agua potable, de rio o de lluvias a una temperatura de 35 a 50 °F (1,67 a 10°C) nos permitirá extender el tiempo de almacenamiento, en tanto congelarla permitirá tenerla almacenada casi indefinidamente. Dejando un promedio de 5cm (2pulgadas) de aire en la parte superior de la botella para permitir que el agua se expanda cuando se congele. De igual forma si el agua esta almacenada por un tiempo prolongado pasándose de lo debido, mientras haya estado lejos de la luz del sol directa no sufrirá una modificación en su composición química inicial, esto no aplica en agua de mar.

VI. CONCLUSIONES

1. El análisis térmico diferencial realizado en la Universidad Nacional de Trujillo, determinó que la activación térmica de la ceniza de cascara de coco se realice a través de una temperatura de calcinación de 800°C por 1 hora, bajo un exhaustivo control del tiempo.
2. Según el análisis (FRXD) Fluorescencia de Rayos – X realizado en la UNMSM, se determinó que la ceniza de carbón activado contiene Alumina (Al_2O_3) con un 3.945%, Silice (SiO_2) con 7.276% y Hierro con 0.514% porcentajes regulares, siendo estos componentes eficaces para la remoción de arsénico.
3. Analizando el pH antes y después del biofiltro donde se utilizó 3 dosis 35 mg/l, 40 mg/l y 50 mg/l se obtuvo de pH 7.1, 6.9 y 6.7. Este nivel de pH está en los límites máximos del ECA ya que el rango de pH del agua potable es de 6.5 a 8.5
4. La mayor eficiencia de remoción en sólidos totales disueltos es la M 1 con 96.01% respecto al patrón, la dosis óptima para la remoción fue de 35mg/l de ceniza de cascara de coco, cumple el límite permisible del ECA (<1000 mg/l) que para agua potable es de 500 mg/l
5. La mayor eficiencia de remoción en conductividad es la M1 con 69% respecto al patrón, la dosis óptima para la remoción fue de 35mg/l de cascara de coco, cumple el límite permisible del ECA (1600 μ S/cm) para que el agua sea apta para el consumo humano es de 500 a 800.
6. La proporción de arsénico diluido en el agua, la muestra patrón es 0.0376 Mg/L sobrepasa el máximo permisible de arsénico para el ECA (0.01Mg/L), mientras que la proporción de arsénico diluido en el agua de las muestras

más elevadas del grupo experimental es de $M1 = 0.0015 \text{ Mg/l}$ y $M2 = 0.0021 \text{ mg/l}$ y están dentro de lo permisible (0.010 mg/l).

7. Realizando una comparación del análisis de la muestra de agua del grupo experimental podemos concluir que se disminuyó la cantidad de arsénico disuelto en un 96.01% de la muestra M1 de 35 mg/L de carbón activado (cascara de coco), tomando de referencia a la muestra patrón.

VII. RECOMENDACIONES

1. Activar la ceniza de cascara de coco a una mayor temperatura y comprobar si se obtiene mejores resultados para remover el arsénico disuelto del agua.
2. Se recomienda utilizar la muestra 1 de 35 mg/l de carbón activado (cascara de coco) para remover el arsénico; por su alto porcentaje de absorción (96.01%).
3. Mediante la investigación realizada a otros estudios similares, se observa que la eficiencia de cualquier sistema, norma o tecnología, dependerá mucho del grado de formación y educación sanitaria que tomen los usuarios de estos modelos, para que realmente se logre garantizar que el agua sea de buena calidad para el consumo humano.
4. El estado peruano tiene que articular sus planes y propuestas, y los trabajos individuales de las diferentes organizaciones que anticipan los planes y programas encaminadas a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones rurales, para aumentar la cobertura del agua potable, con el propósito de reducir la brecha social y la inequidad que se tiene entre el sector urbano y rural.
5. El disminuir el peligro de mala salud transmitidas por el agua contaminada, se disminuye el número de horas que se dejan de trabajar debido a incapacidades que ocasiona estas enfermedades. Del mismo modo se reducen los gastos médicos ocasionados por estas enfermedades.
6. Se tiene que una investigación exhaustiva que determine el porcentaje de población rural y dispersa, para identificar la escasez y dar opciones para el tratamiento del agua mediante soluciones individuales o colectivas, como son la construcción de plantas de tratamiento de agua en el sector rural.

7. Proporcionar mayor capital económico al sector rural, para promover mejoras para el tratamiento de agua potable y el saneamiento básico con la fiscalización de los recursos por las autoridades competentes, con el fin de que sean construidas de manera honesta y eficaz.

8. El estado peruano (región) deberá coordinar con las empresas mineras para cambiar su forma de extracción y procesamiento de los minerales debido que están contaminando los recursos hídricos de la zona, perjudicando en gran manera a los habitantes de las poblaciones aledañas.

REFERENCIAS

- ALARCON, et al. (2013). Arsénico en Agua Presencia, cuantificación analítica y mitigación. (Tesis de maestría. Centro de investigación en materiales avanzados. México). Recuperada de <https://t.ly/Yslf>
- CARHUAZ, C, ZELA, S. (2019). Eficiencia de remoción del arsénico con filtro de corteza de palta a diferentes granulometrías de las aguas del rio Moyobamba Apurímac, 2019. (Tesis de titulación. Universidad Cesar Vallejo. Lima) Recuperada de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48274>
- CARBAJAL, Á, GONZALES, M. (2012). Propiedades y funciones biológicas del agua. (Tesis de doctorado). Universidad Complutense de Madrid. Madrid. Disponible en <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-Carbal-Gonzalez-2012-ISBN-978-84-00-09572-7.pdf>
ISBN: 9788400095727
- CONAGUA, S. (2007) Estadísticas del Agua en México. Estados Unidos Mexicanos. México.) Disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM_2008.pdf
- Decreto Supremo n° 004-2017-MINAM. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 7 de junio de 2017.
- Desarrollo de materiales sorbentes para la eliminación de metales pesados de las aguas residuales mineras, por Luisa Vera [et al] Afinidad, [online], 2016, Vol. 73, N°. 574. Disponible en [https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/312048%20\[View: %2020-03-2021\]](https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/312048%20[View:%2020-03-2021])
- ESTUPIÑAN, L. (2014). Evaluación de la vaina de frijol como material adsorbente en un sistema que opera en modo semibatch para la remoción de cadmio presente en soluciones acuosas. Tesis (Titulo Ingeniería Ambiental). Cartagena:Universidad Libre. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10901/11241>
- FRANCO, J. (2014). Evaluación de la vaina de frijol cargamento rojo como material biosorbente en la remoción de Cadmio presentes en soluciones acuosas, el cual tuvo como principal objetivo hacer la evaluación como biosorbente a la cascara de frijol cargamento rojo removiendo cadmio (Cd²⁺)

que se encuentran en soluciones acuosas. Tesis (Titulo de Ingeniería Ambiental). Bogotá: Universidad Libre, Disponible en <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11223/Documento%20final.pdf?sequence=1>

-FRANCO M (2014). remoción del arsénico en agua mediante procesos de coagulación floculación.

Revista internacional de contaminación ambiental, vol. 30, núm. 2, pp. 177-190. ISSN 01884999.

-Garduño Anaya, M., y Martínez, J. (2012). CALIDAD Y NORMATIVIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Recuperado de <http://www.pnuma.org/recnat/esp/documentos/cap5.pdf>

-GIL, P. (2018). Diseño de un biofiltro de mucílago de tuna (*Opuntia Ficus- Indica*) para remover arsénico. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad San Pedro. Disponible en <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5399>

-Gómez, M. (2009). "Diccionario de uso del medio ambiente EUNSA". Ediciones Universidad de Navarra, S.A. 1ª ed., 1ª imp.

- GUTIERREZ, A; IBAÑEZ, Y. (2020). Eficiencia de vaina de *Phaseolus Vulgaris* y cascara de *Citrus Sinenses* en la biosorción de arsénico del agua del rio Moche. Tesis (Título Ingeniería Ambiental). Universidad Privada del Norte. Trujillo. disponible en: <https://t.ly/Plcg>

- HERNANDEZ, E. (2010) Importancia Del Agua para los seres Vivos. Buenos Aires: s.n.

-HUALLPA, W. (2017). Biosorción con panca de maíz (*Zea mays*) para la remoción del Arsénico en aguas contaminadas a nivel del laboratorio. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Universidad César Vallejo. Lima. 9 pp.

-IBEROARSEN, (2010). Tecnologías económicas para el abatimiento de arsénico en aguas. CYTED. Argentina.

-LAYZA, C. (2018). Capacidad de remoción de arsénico por *Pseudomonas aeruginosa* a diferente tiempo y concentración, en aguas contaminadas del Río El Toro – Huamachuco. Tesis (Titulo en Ingeniería Ambiental). Universidad Cesar Vallejo, facultad de Ingeniería ambiental. Trujillo.

- MARTINEZ, J. (2019). *Biosorción de arsénico en materiales derivados de maracuyá*. Marzo-abril 2009, vol. 25, N° 4
Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-2049992009000400001
- MEDINA, P; ROBLES, M y otros. (2018) Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, Vol. 35, págs. 93-112. ISSN 1726-4634. Perú.
- MERMA, V. (2018). Remoción de mercurio a través de la bioadsorción con biomásas de vaina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y tara (*Caesalpinia spinosa*) en soluciones acuosas. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Juliaca: Universidad Peruana Unión. Perú. Disponible en <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1694>
- MINAM (2018). La calidad del agua y la contaminación de las aguas superficiales. Lima:
Ministerio del Ambiente. Capítulo 8. disponible en <https://www.minam.gob.pe/esda/8-1-1-calidad-de-las-aguas-continentalesysuperficiales/>
- MINISTERIO DE SALUD (2016). Estándares de Calidad del Agua.
- MINSA (2018). Vigilancia y control de la calidad del agua. Lima: Ministerio de Salud.
Unidad temática n° 3.
- MONTENEGRO, Y. (2016). Efecto de dos distancias de siembra y dos dosis de Algas Marinas, en el cultivo de Frejol Caupi (*Vigna unguiculata* L.). Guayaquil: s.n.
- MOON, K, GUALLAR, E. (2012). Exposición al arsénico y enfermedad cardiovascular: una revisión sistemática actualizada. *Informes actuales de aterosclerosis*; 14: 542-555.
- MUÑOZ, F; LONDOÑO, L y LONDOÑO, T. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. . II, Vol. 14, págs. 145-153.
- Organización Mundial de la salud (2018), Arsénico.

- Organización Mundial de la Salud. (2004). Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública.
- PARI, D. (2017). Efectos de los relaves mineros en la calidad del agua del Río Ananea – Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Agrícola). Perú: Universidad Nacional del Antiplano. Puno.
Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7074?show=full>
- PICOS, L. (2020). Environment-Friendly Approach toward the Treatment of Raw Agricultural Wastewater and River Water via Flocculation Using Chitosan and Bean Straw Flour as Bioflocculants. ACS Omega. 2020 Feb 24;5(8):3943-3951. doi: 10.1021/acsomega.9b03419. PMID: 32149221; PMCID: PMC7057335.
- POMALAZA, F, VICTORIA R. (2016). Optimización del método de coagulación-floculación para la remoción de arsénico de fuentes de agua potable empleando sulfato de aluminio tipo A. Universidad Nacional del Centro del Perú . Huancayo: s.n. pág. 83, Tesis.
- Quiñones, E. (2016). Remoción de plomo y níquel en soluciones acuosas usando biomásas lignocelulósicas una revisión. Universidad de Cartagena. Cartagena. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 16(2): 479-489.
- Quiñones, E., Tejada C. y Ruiz V. (2014). Remediación de aguas contaminadas con cromo utilizando diferentes biomateriales residuales utilizando diferentes biomateriales residuales. Ciencias e Ingeniería al Día, 9(1),2 5-42. Recuperado de <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/5202/1/Remedacion%20de%20aguas%20contaminadas.pdf>
- Ramírez, E. & García, J. (2010) Apuntes de clase. Posgrado de Ingeniería Ambiental-UNAM. Campus Morelos, México. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5084/Tesis.pdf?sequence=1>
- REVISTA de divulgación de ciencia [En línea], México: UNAM, 2018 [Fecha de Consulta: 02 de diciembre 2019]. Disponible en <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/54/el-agua-como-recurso>

-ROBLES et al. (2018). Ingesta de Arsénico: El impacto en la alimentación y la salud humana. Rev Peru Med Exp Salud Pública; 35(1):93-102.

-SALAZAR, B. (2017). Evaluación del proceso de biosorción de Pb (II) y Cd (II) en agua utilizando el residuo agrícola de *Phaseolus vulgaris* L.(Frejol). Tesis (Maestría en Química del Medio ambiente). Universidad Católica de Santa María. Arequipa. Disponible en <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7035>

- TEJEDA, C; VILLABONA, Á; RUIZ, V. (2012). Biomasa residual para remoción de mercurio y cadmio: una revisión, investigan los diferentes residuos agrícolas que sirven como bioadsorbentes en las aguas contaminadas. Artículo de revisión. Universidad de Cartagena. Cartagena. Disponible en <https://t.ly/etCJ>

-TEJADA, T, VILLABONA, y GARCÉS, L. (2014). Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. Revista Tecno Lógicas. [en línea]. N. °34. [Fecha de consulta 15 de mayo del 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v18n34/v18n34a10.pdf>

-Tratamiento ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al riego de cultivos en Arequipa. [Informe al MINAM]. Lima: Apaza, H., (diciembre del 2013)). [Fecha de consulta: 12 abril de 2019]. Recuperado de <https://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/tratamientoecologico.Pdf>

-TRELLES, Jesús. (2013), Bioadsorción de arsénico en medio acuoso empleando biomásas vegetales inertes. Tesis (Magister en Ingeniería Ambiental). Universidad Nacional de Ingeniería, facultad de Ingeniería Ambiental. Lima.

ANEXOS

ANEXO 1.

**DECLARATORIA DE
AUMENTICIDAD DE
LOS AUTORES**



Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Nosotros, Cueva Magan Paola Stefany y Lazarte Chávez Diego Alejandro, egresados de la escuela de pregrado de la Universidad Cesar Vallejo, filial Lima Este, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la tesis titulado:” Biofiltro con carbón activado de cascara de coco para remoción de Arsénico del agua del río Tablachaca, Ancash – 2021”, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la tesis:

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

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

Lima, San Juan de Lurigancho 02 de agosto del 2021.

Cueva Magan Paola Stefany	
DNI: 48581553	Firma 
ORCID: 0000-0001-5611-0020	
Lazarte Chávez Diego Alejandro	
DNI: 72178045	Firma 
ORCID: 0000-0002-2207-0486	

ANEXO 2.

**DECLARATORIA DE
AUMENTICIDAD DEL
ASESOR**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Dr. Atilio Rubén López Carranza, docente de la Facultad de Ingeniería y escuela profesional de Ingeniería Civil de la universidad Cesar Vallejo campus san Juan de Lurigancho revisor de la tesis titulada:

" Biofiltro con carbón activado de cascara de coco para remoción de Arsénico del agua del río Tablachaca, Ancash – 2021" de los estudiantes: Cueva Magan Paola Stefany y Lazarte Chávez Diego Alejandro tiene un índice de similitud de 11 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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



Firma

Dr. Atilio Rubén López Carranza

DNI: 32965940

 Elaboró	 DIRECCION DE INVESTIGACION	Revisó	  VICERRECTORADO DE INVESTIGACION	  VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
--	---	--------	---	---

ANEXO 03. Matriz de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES*	INDICADORES*	ESCALA DE MEDICIÓN
Remoción de arsénico (Variable Dependiente)	En esta variable, Roberto y Echeverría. (2016) definen la remoción de arsénico para suprimir esta sustancia del agua para conseguir ser apta para el consumo humano.	Definir la cantidad de arsénico que tiene el agua del afluente Tablachaca en el sector Chuquicara. Para ello, se recogerá la muestra Insitu, lo cual será llevado a laboratorio cuyo resultado se expresará en un protocolo	Características del agua.	Porcentaje de arsénico. pH - conductividad - turbiedad - STD	Razón.
			Eficiencia de remoción de arsénico disuelto en agua.	Eficiencia de remoción $\%R = \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100$	
			Cantidad de adsorción.	Porcentaje de arsénico adherido.	
Bio-filtro con carbón activado de cascara de coco (Variable Independiente)	Para esta variable, Alarcón y Ferrera. (2016) definen a un biofiltro como un método que reduce la humedad natural, se piensa que una tecnología biológica erradica los elementos de inyección en los afluentes, además de tener un bajo coste, ayuda a la preservación ambiental.	Se añadirá al agua del río Tablachaca en el sector de Chuquicara 35 mg/L, 40 mg/L y 50 mg/L. Se procesa en el sistema de biofiltro que consta de 4 unidades. Luego las muestras se llevarán al laboratorio para analizar el porcentaje o cuantía de arsénico en el afluente.	Capacidad de bio-adsorción del carbón activado de cascara de coco.	- Capacidad de bio-adsorción $Q_e = \frac{(C_o - C_{eq})}{m} \times V$	Razón.
			Dosis de carbón activado de cascara de coco	Dosis 35mg/L Dosis 40mg/L Dosis 50mg/L	
			Componentes del carbón activado de cascara de coco	Recolección de datos	

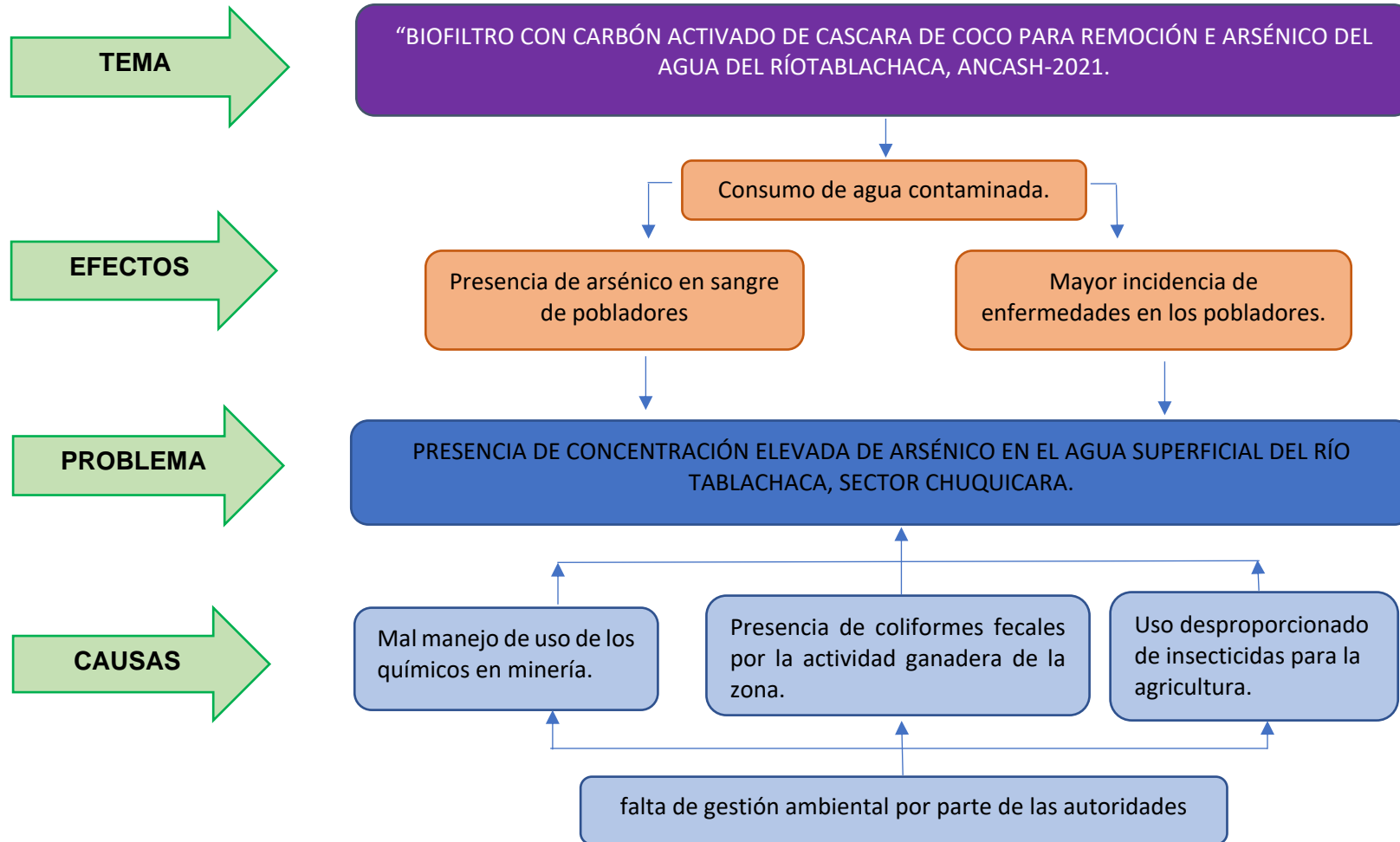
Fuente: Elaboración propia, 2021.

ANEXO 04. Matriz de Consistencia

<p>TÍTULO: Biofiltro con carbón activado de cascara de coco para remoción de arsénico del agua del río Tablachaca, Ancash-2021.</p> <p>AUTOR: Cueva Magan Paola Stefany, Lazarte Chávez Diego Alejandro</p>																			
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES																
<p>¿En qué porcentaje será posible la remoción de arsénico del agua del río Tablachaca, con el bio-filtro con carbón activado de cáscara de coco?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar el porcentaje de remoción de arsénico del agua del río Tablachaca, con el bio-filtro con carbón activado de cascara de coco, Ancash.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>Objetivo específico 1: Determinar las características del agua al ingreso y salida del sistema de biofiltro.</p> <p>Objetivo específico 2: Determinar la composición química de la Cascara de coco mediante el análisis de FRX (fluorescencia de rayos x).</p> <p>Objetivo específico 3: Determinar la temperatura de calcinación de la cascara de coco mediante ATD (análisis térmico diferencial)</p> <p>Objetivo específico 4: Determinar la capacidad de bioadsorción, utilizando 35 mg/L, 40 mg/L y 50 mg/L de carbón activado de cascara de coco.</p> <p>Objetivo específico 5: Diseño hidráulico de un biofiltro</p>	<p>El uso del bio-filtro con carbón activado de cascara de coco es eficiente en la remoción de arsénico de las aguas del río Tablachaca para el consumo humano del sector Chuquicara.</p>	<p>Variable 1: Remoción de arsénico</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Composición química del agua</td> <td>- Porcentaje de arsénico - pH</td> </tr> <tr> <td>Eficiencia de remoción de arsénico disuelto en agua.</td> <td>- Eficiencia de remoción $\%R = \frac{C_0 - C_f}{C_0} \times 100$</td> </tr> <tr> <td>Cantidad de adsorción</td> <td>- Porcentaje de arsénico adherido.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Variable 2: Bio-filtro con carbón activado de cascara de coco</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Capacidad de bio-adsorción del carbón activado de cáscara de coco</td> <td>- Capacidad de bio-adsorción $Q_e = \frac{(C_0 - C_{eq})}{m} \times V$</td> </tr> <tr> <td>Dosis de carbón activado de cascara de coco</td> <td>- Dosis 35g - Dosis 40g - Dosis 50g</td> </tr> <tr> <td>Componentes del carbón activado</td> <td>-Recolección de datos</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	Composición química del agua	- Porcentaje de arsénico - pH	Eficiencia de remoción de arsénico disuelto en agua.	- Eficiencia de remoción $\%R = \frac{C_0 - C_f}{C_0} \times 100$	Cantidad de adsorción	- Porcentaje de arsénico adherido.	Dimensiones	Indicadores	Capacidad de bio-adsorción del carbón activado de cáscara de coco	- Capacidad de bio-adsorción $Q_e = \frac{(C_0 - C_{eq})}{m} \times V$	Dosis de carbón activado de cascara de coco	- Dosis 35g - Dosis 40g - Dosis 50g	Componentes del carbón activado	-Recolección de datos
			Dimensiones	Indicadores															
Composición química del agua	- Porcentaje de arsénico - pH																		
Eficiencia de remoción de arsénico disuelto en agua.	- Eficiencia de remoción $\%R = \frac{C_0 - C_f}{C_0} \times 100$																		
Cantidad de adsorción	- Porcentaje de arsénico adherido.																		
Dimensiones	Indicadores																		
Capacidad de bio-adsorción del carbón activado de cáscara de coco	- Capacidad de bio-adsorción $Q_e = \frac{(C_0 - C_{eq})}{m} \times V$																		
Dosis de carbón activado de cascara de coco	- Dosis 35g - Dosis 40g - Dosis 50g																		
Componentes del carbón activado	-Recolección de datos																		

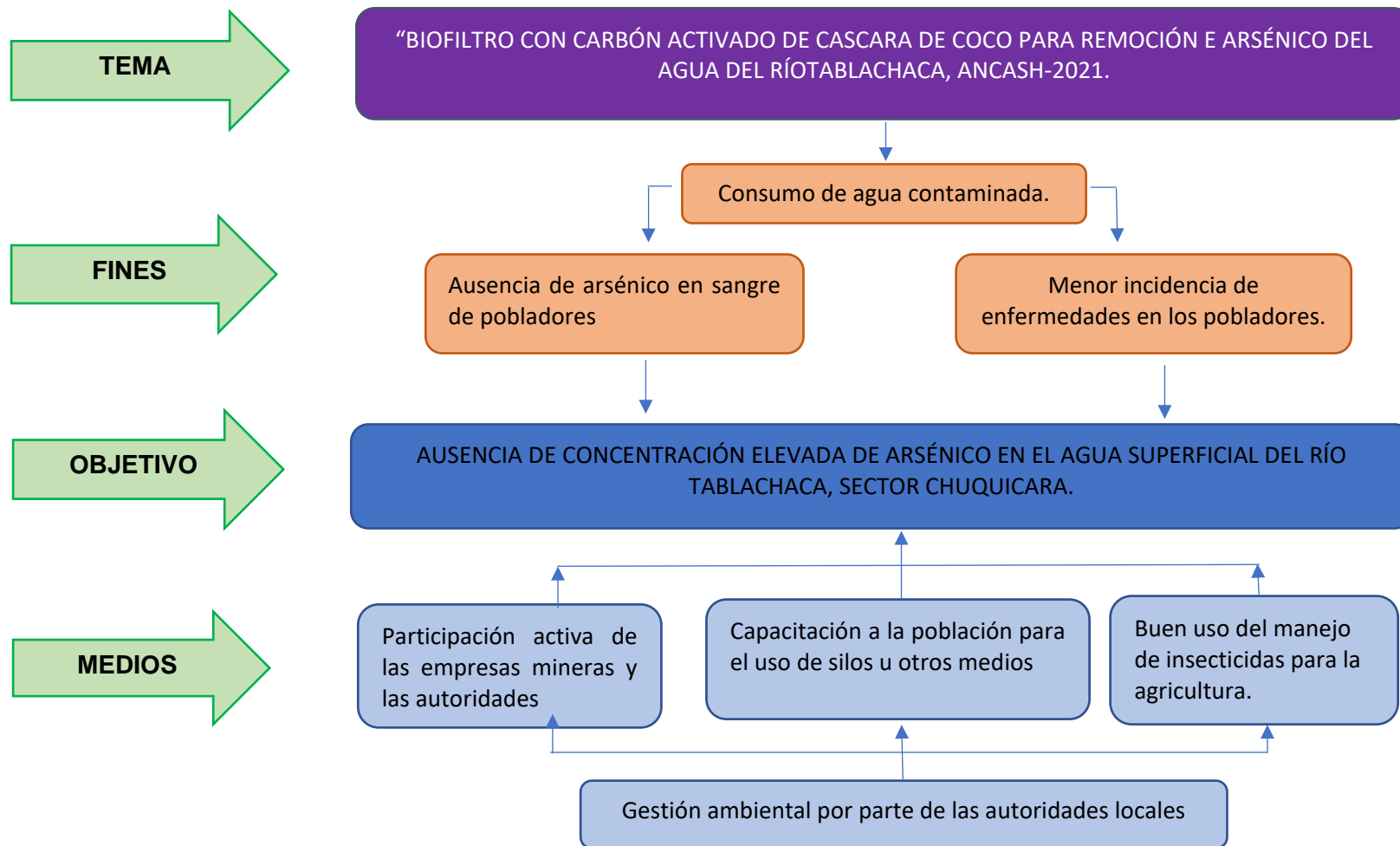
Fuente: Elaboración propia, 2021.

ANEXO 05. Árbol de causas – efectos



Fuente: Elaboración propia. 2021.

ANEXO 06. Árbol de medios – fines



Fuente: Elaboración propia. 2021.

ANEXO 07. Ubicación satelital de los puntos de muestreos en el río Tablachaca, Ancash-2021.



Fuente: Google Earth.

ANEXO 08: Diseño de biofiltro

1. Población de diseño y demanda de agua

Población actual (P_a) = N° viviendas x N° habitantes por vivienda

$$P_a = 10 \times 5$$

$$P_a = 50 \text{ hab}$$

1.1. Población Futura

Datos:

Población actual (2021) = 50 hab.

Coefficiente de crecimiento = 10 (por c/100 hab.)

Periodo de diseño (t) = 20 años

$$P_f (2041) = P_a (2021) \times \left(1 + \frac{r \times t}{1000}\right)$$

$$P_f (2041) = 50 \text{ hab} \times \left(1 + \frac{10 \times 20}{1000}\right)$$

$$P_f (2041) = 60 \text{ hab}$$

1.2. Demanda de agua

Según norma 05.100-RNE para viviendas con lotes de área menores o igual a 90m² en clima templado y cálido.

D = dotación (Lt/hab/dia) = 150 Lt/hab/dia

- Consumo promedio diario anual (Q_m)

Formula:
$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotacion (D)}}{86400 \frac{s}{\text{dia}}}$$

$$Q_m = \frac{60 \text{ hab} \times 150 \text{ Lt/hab/dia}}{86400 \text{ s/dia}}$$

$$Q_m = 0.104 \text{ Lt/s}$$

- **Consumo máximo diario (Q_{md})**

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_m$$

$$Q_{md} = 1.3 \times 0.104 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{md} = 0.135 \text{ Lt/s}$$

- **Consumo máximo horario (Q_{mh})**

$$Q_{md} = 2.5 \times Q_m$$

$$Q_{mh} = 2.5 \times 0.104 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{mh} = 0.26 \text{ Lt/s}$$

2. **Diseño del prototipo de tratamiento de agua**

El diseño de los equipos de tratamientos se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos en la población de diseño y demanda de agua para un periodo de diseño de 20 años con una población de 60 habitantes, para un tratamiento de agua superficial del río tablachaca, consta de las siguientes unidades:

Mezcla rápida: Proceso de desestabilización de las partículas coloidales que se dan al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, a través de la adición de coagulantes orgánicos y la energía aplicada al mezclado. Los parámetros más importantes para el diseño de esta unidad es el tiempo de mezcla, gradiente de velocidad, pH, dosis de coagulante y las revoluciones por minuto.

Sedimentación: Proceso donde se asientan los sólidos suspendidos en el fluido, bajo la acción de la gravedad; se tiene que controlar que el flujo sea laminar bajo los parámetros a tener en cuenta en esta unidad son el tiempo de sedimentación y la velocidad de sedimentación.

Filtración: Separación de partículas y pequeñas cantidades de microorganismos a través de un medio poroso. Esta unidad es la responsable de cumplir con los parámetros de calidad para el agua potable.

2.1 Diseño del mezclador mecánico

- Gradiente de velocidad

35 mg/l

$$G = \frac{5.9 \times 10^6}{T_o C^{1.46}} = \frac{5.9 \times 10^6}{30 \times 35^{1.46}} = 963.18$$

40 mg/l

$$G = \frac{5.9 \times 10^6}{T_o C^{1.46}} = \frac{5.9 \times 10^6}{30 \times 40^{1.46}} = 792.57$$

50 mg/l

$$G = \frac{5.9 \times 10^6}{T_o C^{1.46}} = \frac{5.9 \times 10^6}{30 \times 50^{1.46}} = 572.20$$

- Volumen de diseño requerido, según la ecuación (II-6):

$$Q = 0.26 \text{ Lt/s} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lt}} = 0.00026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = Q \times t$$

$$V = 0.00026 \text{ m}^3/\text{s} \times 30\text{s} = 0.0078$$

$$0.0078\text{m}^3 \text{ ----- } 100\%$$

$$X \text{ ----- } 25\%$$

$$X = 0.000195$$

$$\text{Volumen de diseño} = 0.00195\text{m}^3 + 0.0078\text{m}^3 = 0.0098\text{m}^3$$

- Diámetro del tanque (D_t); según la ecuación (II-7):

$$D_t = \sqrt[3]{\frac{4v}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4(0.0098\text{m}^3)}{\pi}} = 0.23\text{m} \approx 0.25 \text{ m}$$

- Diámetro del agitador, según la ecuación (II-9)

$$D_a = \frac{D_t}{3} = \frac{0.25m}{3} = 0.083m$$

- Altura del tanque; según la ecuación (II-8)

$$2.7 \leq \frac{H}{D_a} \leq 3.9$$

$$(0.083)2.7 \leq H \leq 3.9(0.083)$$

$$0.22m \leq H \leq 0.30m$$

$$\frac{H}{D_a} = \frac{0.30m}{0.083m} = 3.61m \dots\dots \text{SI CUMPLE}$$

- Distancia del fondo al propulsor; según la ecuación (II-10)

$$0.9 \leq \frac{h}{D_a} \leq 1.1$$

$$(0.083)0.9 \leq h \leq 1.1(0.083)$$

$$0.075m \leq H \leq 0.091m$$

$$\frac{h}{D_a} = \frac{0.091m}{0.083m} = 1.096m \dots\dots \text{SI CUMPLE}$$

- Ancho de la aleta del propulsor (w); según la ecuación (II-11)

$$W = \frac{D_a}{5} = \frac{0.083m}{5} = 0.017m$$

- Largo de las palas del propulsor; según ecuación (II-12)

$$L = \frac{D_a}{4} = \frac{0.083m}{4} = 0.021m$$

- Diámetro del disco central; según la ecuación (II-13)

$$D_d = \frac{2D_a}{3} = \frac{2(0.083m)}{3} = 0.055m$$

- Anchura de los deflectores; según la ecuación (II-14)

$$J = \frac{D_t}{12} = \frac{0.25m}{12} = 0.021m$$

- La potencia (P) requerida para la mezcla seria, según la ecuación (II-15)

$$P = G^2 V u$$

$$G = 963.18$$

$$P = (963.18s^{-1})^2 (0.0098m^3) (1.11 \times 10^{-3} \text{ Kg/m-s})$$

$$P = 10w \quad 80\% \rightarrow 8w$$

$$G = 792.57$$

$$P = (792.57s^{-1})^2 (0.0098m^3) (1.11 \times 10^{-3} \text{ Kg/m-s})$$

$$P = 6.77w \quad 80\% \rightarrow 5.416w$$

$$G = 572.20$$

$$P = (572.20s^{-1})^2 (0.0098m^3) (1.11 \times 10^{-3} \text{ Kg/m-s})$$

$$P = 3.53w \quad 80\% \rightarrow 2.824 w$$

- La velocidad de rotación (N); según la ecuación (II-16)

$$N = \left(\frac{P}{K \rho D_a^5} \right)^{1/3}$$

Para la P = 8w

$$N = \left(\frac{8w}{6.3 \times 998.98 \text{ Kg/m}^3 \times 0.083 \text{ m}^5} \right)^{1/3}$$

$$N = 6.89 \text{ rev/s} \rightarrow 401 \text{ rpm}$$

Para la P = 5.42w

$$N = \left(\frac{5.42w}{6.3 \times 998.98 \text{ Kg/m}^3 \times 0.083 \text{ m}^5} \right)^{1/3}$$

$$N = 6.02 \text{ rev/s} \rightarrow 361 \text{ rpm}$$

Para la P = 2.82w

$$N = \left(\frac{2.82w}{6.3 \times 998.98 \text{ Kg/m}^3 \times 0.083 \text{ m}^5} \right)^{1/3}$$

$$N = 4.85 \text{ rev/s} \rightarrow 291 \text{ rpm}$$

- El número de Reynolds; según la ecuación (II-17)

$$N_{re} = \left(\frac{\rho N D_a^2}{u} \right)$$

Para N = 6.84 rev/s

$$N_{re} = \frac{998.98 \text{ Kg/m}^3 \times 6.89 \text{ rev/s} \times 0.083^2}{1.11 \times 10^{-3} \text{ Kg/m}^3}$$

$$N_{re} = 42,717.83$$

Para N = 6.02 rev/s

$$N_{re} = \frac{998.98 \text{ Kg/m}^3 \times 6.02 \text{ rev/s} \times 0.083^2}{1.11 \times 10^{-3} \text{ Kg/m}^3}$$

$$N_{re} = 37,323.85$$

Para N = 4.85 rev/s

$$N_{re} = \frac{998.98 \text{ Kg/m}^3 \times 4.85 \text{ rev/s} \times 0.083^2}{1.11 \times 10^{-3} \text{ Kg/m}^3}$$

$$N_{re} = 30,069.82$$

2.2 Diseño del sedimentador primario rectangular

Datos: Q = 60ml/s

$$t = 15^{\circ}\text{C}$$

- El área del sedimentador se calculó; según la ecuación (II-18)
Asumimos la carga superficial (G = 64m/d)

$$A = \frac{Q}{c_s} = \frac{0.00029 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \text{ s/d}}{64 \text{ m/d}} = 0.351 \text{ m}^2$$

- Para un tanque rectangular; usamos la relación longitud/ancho = $\frac{3}{1}$; según la ecuación (II-19, 20)

$$B = \left(\frac{A}{3}\right)^{1/2} = \sqrt[2]{\frac{0.351}{3}} = 0.34\text{m} \approx 0.35\text{m}$$

$$L_s = \frac{A}{b} = \frac{0.351\text{m}^2}{0.35\text{m}} = 1.00\text{m}$$

Debe cumplir $2 < \frac{L}{B} < 5$

$$\frac{L}{B} = \frac{1\text{m}}{0.35\text{m}} = 2.85 \quad \dots\dots\dots\text{SI CUMPLE}$$

- Profundidad del tanque usamos la siguiente relación

$$H = \frac{L}{5} = \frac{1}{5}\text{m} = 0.20\text{m}$$

Debe cumplir $5 < \frac{L}{H} < 25$

$$\frac{L}{H} = \frac{1\text{m}}{0.20\text{m}} = 5 \quad \dots\dots\dots\text{SI CUMPLE}$$

- Volumen del sedimentador = 0.0078m³

$$V = Q \times t_o$$

$$Q = \frac{V}{t_o}$$

$$Q = \frac{0.0078\text{m}^3 \times 1\text{h}}{1.5\text{h} \times 3600\text{s}} = 1.4 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \times 1000\text{l}/\text{m}^3 \times 1000\text{l}/\text{l}$$

$$Q = 1.4 \text{ ml/s}$$

- Velocidad horizontal (VH) (arboleada, 2000) recomienda que la velocidad horizontal o de arrastre debe ser menor a 0.55cm/s, ecuación (II-21)

$$VH = \frac{Q}{BH} \rightarrow \frac{100 \times 0.00026 \text{ m}^3/\text{s}}{0.35\text{m} \times 0.20\text{m}} = 0.37\text{cm/s}$$

- Se determina el periodo de retención, según la ecuación (II-22)

$$T_o = \frac{v}{Q}$$

$$T_o = \frac{0.20 \times 0.35 \times 1}{0.00026}$$

$$T_o = 4.49 \text{min}$$

- Con una pendiente de 10% en el fondo de la unidad se tiene como altura máxima, ecuación (II-23)

$$H' = H + 0.1Ls$$

$$H' = 0.20 + 0.1(1)$$

$$H' = 0.30$$

- Con un vertedero de salida de longitud de cresta igual al ancho de la unidad se tiene como altura de agua sobre el vertedero, ecuación (II-24)

$$H_2 = \left(\frac{Q}{1.84B} \right)^{2/3}$$

$$H_2 = \sqrt[3]{\left(\frac{0.00026}{1.84 \times 0.35} \right)^2}$$

$$H_2 = 0.0054 \text{m}$$

- **Diseño de la pantalla difusora**

Diámetro de orificios debe ser asumido respecto al siguiente intervalo (3-6) in, se tomará un diámetro de 4 in (0.01m)

- se asume una velocidad de paso entre los orificios

$$V_o = 0.1 \text{m/s}$$

- Se determinará el área total de los orificios, ecuación (II-25)

$$A_o = \frac{Q}{V_o} = \frac{0.00026}{0.1}$$

$$A_o = 0.0026 \text{m}^2$$

- Área de cada orificio (a_o), según ecuación (II-27)

$$a_o = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi(0.01)^2}{4}$$

$$a_o = 7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

- Se determinará el número de orificios, ecuación (II-26)

$$n = \frac{A_o}{a_o} = \frac{0.0026 \text{ m}^2}{7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2}$$

$$n = 33$$

- Se determinará la altura de los orificios de la pantalla difusora, ecuación (II-28)

$$h = H - \frac{2}{5}H$$

$$h = 0.12 \text{ m}$$

Altura máxima de orificios de la pared difusora deben estar a 1/5 o 1/6 de la altura (H) a partir de la superficie del área y los más bajos entre 1/4 o 1/5 de la altura (H) a partir de la superficie de fondo

-Altura máxima

$$\frac{1}{5} H = \frac{1}{5} (0.20) = 0,04$$

-Altura mínima

$$\frac{1}{5} H = \frac{1}{5} (0.20) = 0,04$$

Se asume un numero de filas de orificio $n_f = 4$ entonces se tiene el número de columnas $n_c = 8$

- Se determina el espaciamiento entre filas, según ecuación (II-29)

$$A_1 = \frac{h}{n_f - 1}$$

$$A_1 = \frac{0.12}{3} = 0.04$$

- Se determina el espaciamiento entre columnas, ecuación (II-30)

$$A_2 = \frac{B}{n_c + 1}$$

$$A_2 = \frac{0.35}{8+1}$$

$$A_2 = 0.038\text{m}$$

2.3 Diseño de filtro rápido

- Parámetro de diseño

$$Q = 0.00026\text{m}^3/\text{s} \approx 22.46\text{m}^3/\text{d}$$

Selección de material según Romero (2006)

Medio filtrante: Grava y Arena

$d_1 \rightarrow$ Arena: profundidad 35cm

TE: 0.45

C_u : 1.30

Tasa de filtración: 120m/d

Lecho de grava: 15cm (rápido)

- El número de filtros según la ecuación (III-31) de Marrill y Wallace:

$$n = 0.044 (Q)^{1/2} = 0.0044(22.46\text{m}^3/\text{d})^{1/2} = 0.21 \approx 1$$

- El caudal unitario, según la ecuación (III-32):

$$q_u = \frac{Q}{n} = \frac{22.46\text{m}^3/\text{d}}{1} = 22.46\text{m}^3/\text{d}$$

El caudal diario es igual al caudal unitario porque solo se tiene un filtro.

- El área superficial se determinó usando la ecuación (III-33):

$$A_s = \frac{q_u}{C_s} = \frac{22.46\text{m}^3/\text{d}}{120\text{m}/\text{d}} = 0.187\text{m}^2$$

Si se requiere un diseño cuadrado, el lado de la cámara será de 0.43m

- Altura total del filtro

Altura falso fondo:	0.10 m
Altura lecho en grava:	0.15 m
Altura lecho en arena:	0.35 m
Lamina de agua sobre la arena:	0.30 m
Borde libre:	0.10 m

- El N_{Re} , empleando la ecuación (III-34), para la arena:

$$N_{Re} = \frac{v \times d}{u} = \frac{\frac{120m}{d} \times 0.45 \times 10^{-3}}{86400s/d \times 1.145 \times 10^{-6} m^2/s} = 0.55$$

- El coeficiente de arrastre, según la ecuación (III-35):

$$CD = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0.34 = \frac{24}{0.55} + \frac{3}{\sqrt{0.55}} + 0.34 = 48.022$$

- El cálculo de la pérdida de carga a través del lecho según la ecuación del rose (II-36)

$$h = 1.067 CD \frac{1 L V^2}{e^4 d g}$$

$$h = 1.067 \times 48.022 \times \frac{1 \times 0.35}{(0.4)^4 \times 0.45 \times 10^{-3} m} \times \left(\frac{120m/d}{86400s/d}\right) \times \left(\frac{1}{9.8m/s^2}\right) = 0.31m$$

- Velocidad optima de lavado para lecho filtrante según la ecuación (III-37):

$$V_b \text{ arena} = (CU) (TE) = 1.3 \times 0.45 = 0.59 \text{ m/min} \approx 9.8\text{mm/s}$$

- La velocidad de arrastre se calculó utilizando la ecuación (III-38):

$$V_t = 10D60 = 10 \times CU \times TE = 10 \times 1.3 \times 0.45 = 5.85\text{m/min}$$

$$V_t = 5.855\text{m/min} \approx 97.5\text{mm/s}$$

- El consumo de agua para el lavado del filtro durante 5 min a 15°C; según la ecuación (III-39):

$$VL = V_{optima} \times T_{lavado} \times \Delta = 0.59\text{m/min} \times 0.187\text{m}^2 \times 5\text{min} = 0.552\text{m}^3$$

- El agua producida en cada carrera se determinó según la ecuación (III-40):

$$Q_{F_{max}} = (\text{tasa de filtración}) (\text{área del filtro})$$

$$Q_{F_{max}} = 12\text{m/d} \times 0.187\text{m}^2 = 22.44\text{m}^3/\text{d}$$

- El consumo de agua para lavado del filtro, se calculó según la ecuación (III-41):

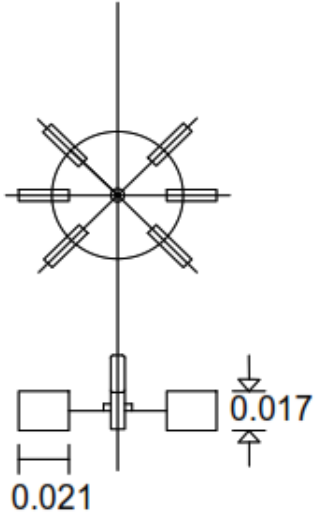
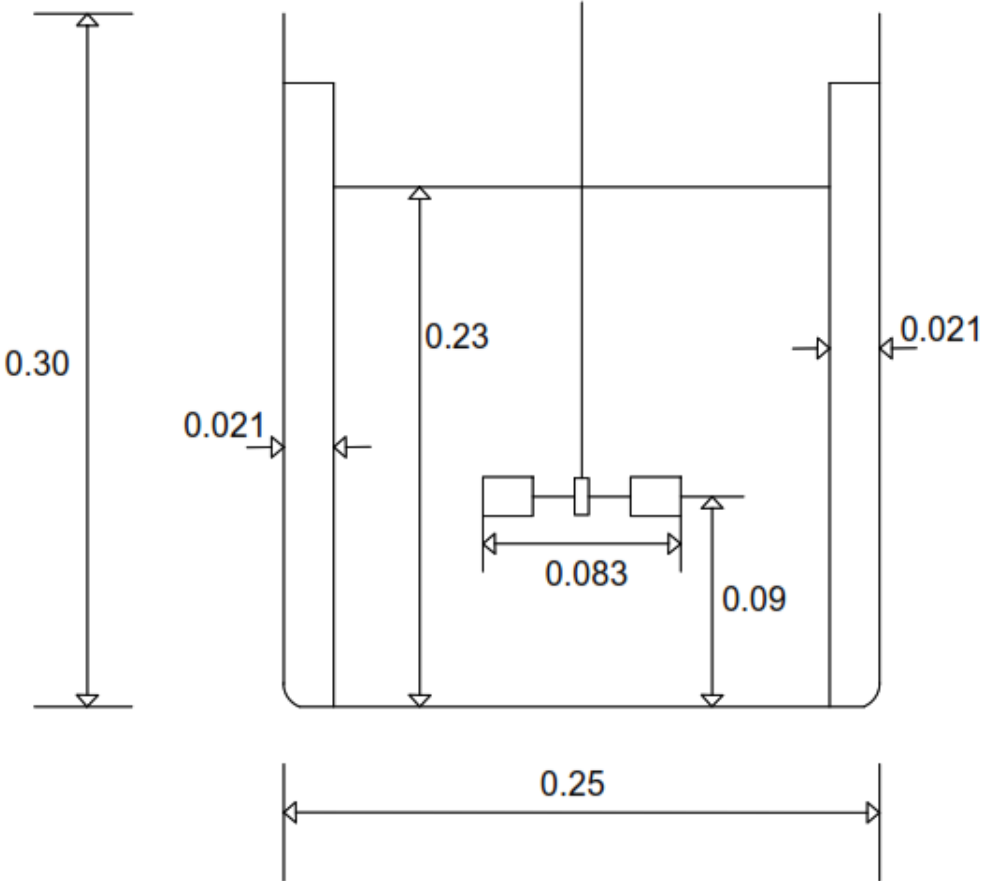
$$Q_l = \frac{VL}{t} = \frac{0.552 \text{ m}^3}{5 \text{ min} \times 60\text{s/min}} = 0.00184\text{m}^3/\text{s}$$

- El porcentaje de agua consumida en el lavado se determinó según la ecuación (III-42):

$$\% \text{ agua de lavado} = \frac{100 VL}{Q} = \frac{100 \times 0.552\text{m}^3}{22.46\text{m}^3/\text{d}} = 2.45\%$$

ANEXO 09: Planos de Diseño

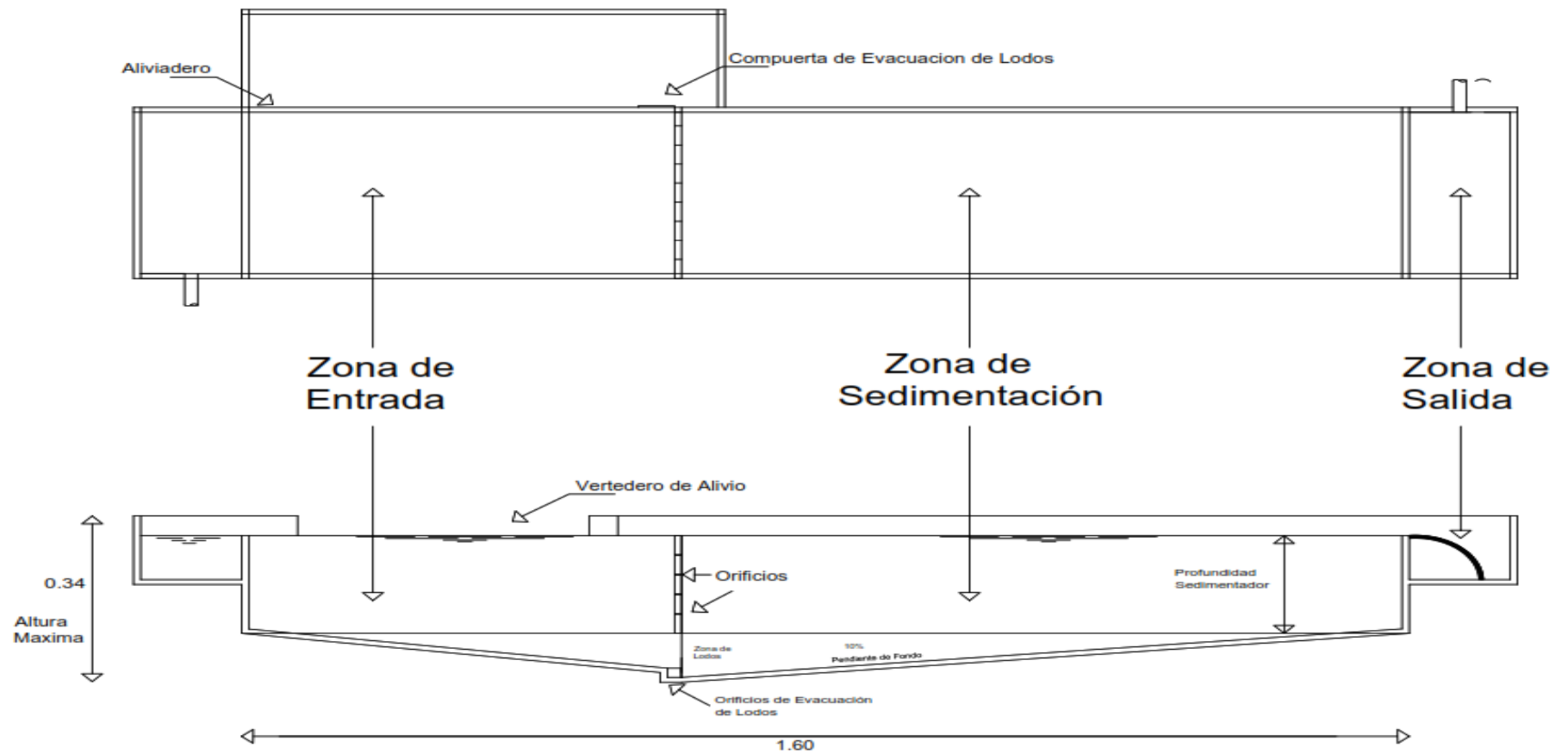
TANQUE DE MEZCLA RÁPIDA



Fuente: Elaboración propia, 2021

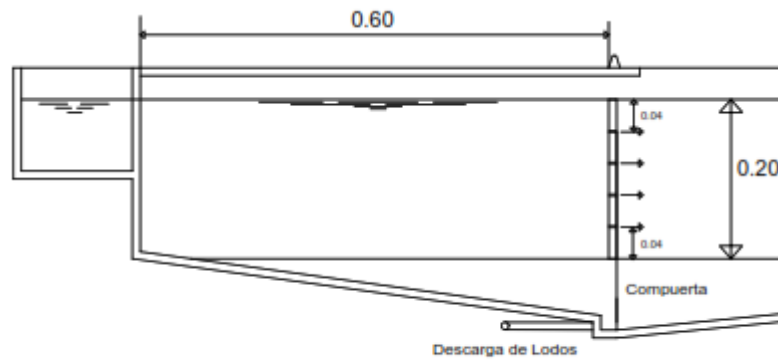
SEDIMENTADOR PRIMARIO RECTANGULAR

- Corte planta y longitudinal

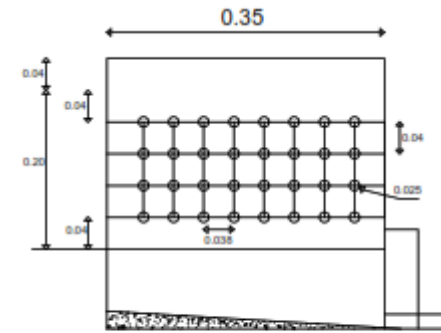


Fuente: Elaboración propia, 2021

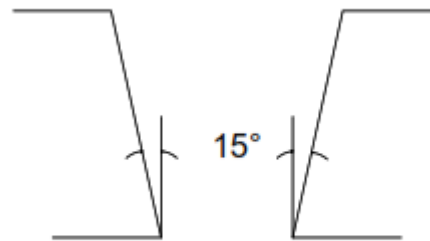
- Dimensiones y detalles



Dimensiones de la zona de entrada



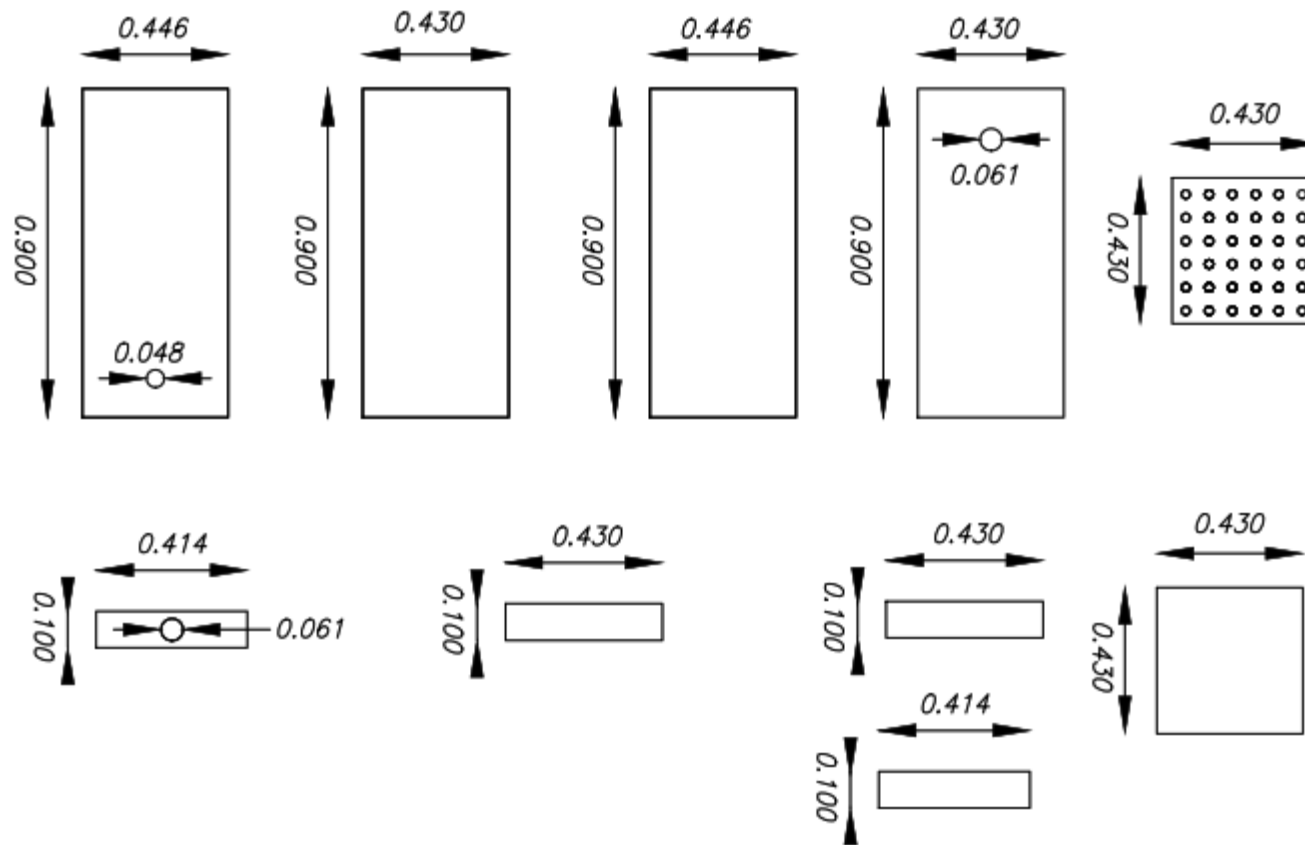
Orificios de la Pantalla difusora



Detalle de orificios aboquillados

Fuente: Elaboración propia, 2021.

FILTRO RÁPIDO



Fuente: Elaboración propia, 2021.

ANEXO 10. Densidad, viscosidad dinámica y cinemática del agua en función de la temperatura.

Temperatura (°C)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad dinámica η (10 ⁵ kg/m·s)	Viscosidad cinemática ν $10^6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = \text{cSt}$
0	999,8	178,7	1,787
2	999,9	167,1	1,671
4	1,000	156,2	1,562
6	999,9	146,4	1,464
8	999,8	137,6	1,375
10	999,7	130,5	1,307
12	999,4	122,6	1,227
14	999,2	116,1	1,163
16	998,9	110,4	1,106
18	998,5	105,2	1,053
20	998,2	100,2	1,0038
22	997,7	95,5	0,95
24	997,2	91,1	0,914
26	996,6	87,2	0,875
28	996,1	83,4	0,837
30	995,7	79,7	0,801
32	994,9	76,4	0,768
34	994,2	74,1	0,745
36	993,4	70	0,705
38	992,8	68	0,685
40	992,2	65,3	0,658
45	990,2	59,8	0,604
50	988	54,8	0,554
55	985,7	50,5	0,512
60	983,2	46,7	0,475
65	980,6	43,6	0,443
70	977,8	40,4	0,413
75	974,8	37,8	0,388
80	971,8	35,5	0,365
85	968,6	33,4	0,345
90	965,3	31,5	0,326
95	961,8	29,8	0,310
100	958,4	28,2	0,295
150	916,9	18,6	0,205
200	864,6	13,6	0,161
250	799,2	10,9	0,14
300	712,4	8,91	0,132

Fuente: Unidad I. Conceptos fundamentales y propiedades de los fluidos “Los Merengues”.

ANEXO 11. Coeficiente de Manning

Material	Coeficiente de Manning n	Coef. Hazen-Williams C_H	Coef. Rugosidad Absoluta e (mm)
Asbesto cemento	0.011	140	0.0015
Latón	0.011	135	0.0015
Tabique	0.015	100	0.6
Fierro fundido (nuevo)	0.012	130	0.26
Concreto (cimbra metálica)	0.011	140	0.18
Concreto (cimbra madera)	0.015	120	0.6
Concreto simple	0.013	135	0.36
Cobre	0.011	135	0.0015
Acero corrugado	0.022	--	45
Acero galvanizado	0.016	120	0.15
Acero (esmalado)	0.010	148	0.0048
Acero (nuevo, sin recubrim.)	0.011	145	0.045
Acero (remachado)	0.019	110	0.9
Plomo	0.011	135	0.0015
Plástico (PVC)	0.009	150	0.0015
Madera (duelas)	0.012	120	0.18
Vidrio (laboratorio)	0.011	140	0.0015

Fuente: Computer Applications in Hydraulic Engineering, 5ta edition, Haestad Methods

ANEXO 12. Decreto Supremo N°. 004-2017 MINANAN

Categoría 1: Poblacional y recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Parámetros	Unidades de Medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS – QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/l	0.5	1.7	1.7
Cianuro Total	mg/l	0.07	**	**
Cianuro Libre	mg/l	**	0.2	0.2
Cloruros	mg/l	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100(a)	**
Conductividad	uS/cm	1500	1600	**
DBO	mg/l	3	5	10
Dureza	mg/l	500	**	**
DQO	mg/l	10	20	30
Fenoles	mg/l	0.003	**	**
Fluoruros	mg/l	1.5	**	**
Fosforo Total	mg/l	0.1	0.15	0.15
Materiales Flotantes de Origen		Ausencia de material flotante de origen	Ausencia de material flotante de	Ausencia de material flotante de
Antropogénico		antropico	origen antropico	origen antropico
Nitratos	mg/l	50	50	50
Nitritos	mg/l	3	3	**
Amoniaco	mg/l	1.5	1.5	**
Oxígeno Disuelto	mg/l	≥6	≥5	≥4
Potencial de Hidrogeno	Unidad de Ph	6.5 – 8.5	5.5 – 9.0	5.5 – 9.0
Solidos Disueltos	mg/l	1000	1000	1500
Totales				
Sulfatos	mg/l	250	500	**
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/l	0.9	5	5
Antimonio	mg/l	0.02	0.02	**
Arsénico	mg/l	0.01	0.01	0.15
Bario	mg/l	0.7	1	**
Berilio	mg/l	0.012	0.04	0.1
Boro	mg/l	2.4	2.4	2.4
Cadmio	mg/l	0.003	0.005	0.01
Cobre	mg/l	2	2	2
Cromo Total	mg/l	0.05	0.05	0.05
Hierro	mg/l	0.3	1	5
Manganeso	mg/l	0.4	0.4	0.5
Mercurio	mg/l	0.001	0.002	0.002
Molibdeno	mg/l	0.07	**	**
Níquel	mg/l	0.07	**	**
Plomo	mg/l	0.01	0.05	0.05
Selenio	mg/l	0.04	0.04	0.05
Uranio	mg/l	0.02	0.02	0.02
Zinc	mg/l	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	0.01	0.2	1.0
Trihalometanos	(e)	1.0	1.0	1.0
Bromoformo	mg/l	0.1	**	**
Cloroformo	mg/l	0.3	**	**
Dibromoclorometano	mg/l	0.1	**	**
Bromodiclorometano	mg/l	0.06	**	**

Fuente: Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias.

ANEXO 13. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

ANEXO II LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L^{-1}	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{=} \text{ L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L^{-1}	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

Fuente: Reglamento de calidad del agua para consumo humano, D.S. N° 031-2010-SA.

ANEXO 14. Límites máximos permisibles D.S 031-2010-SA.

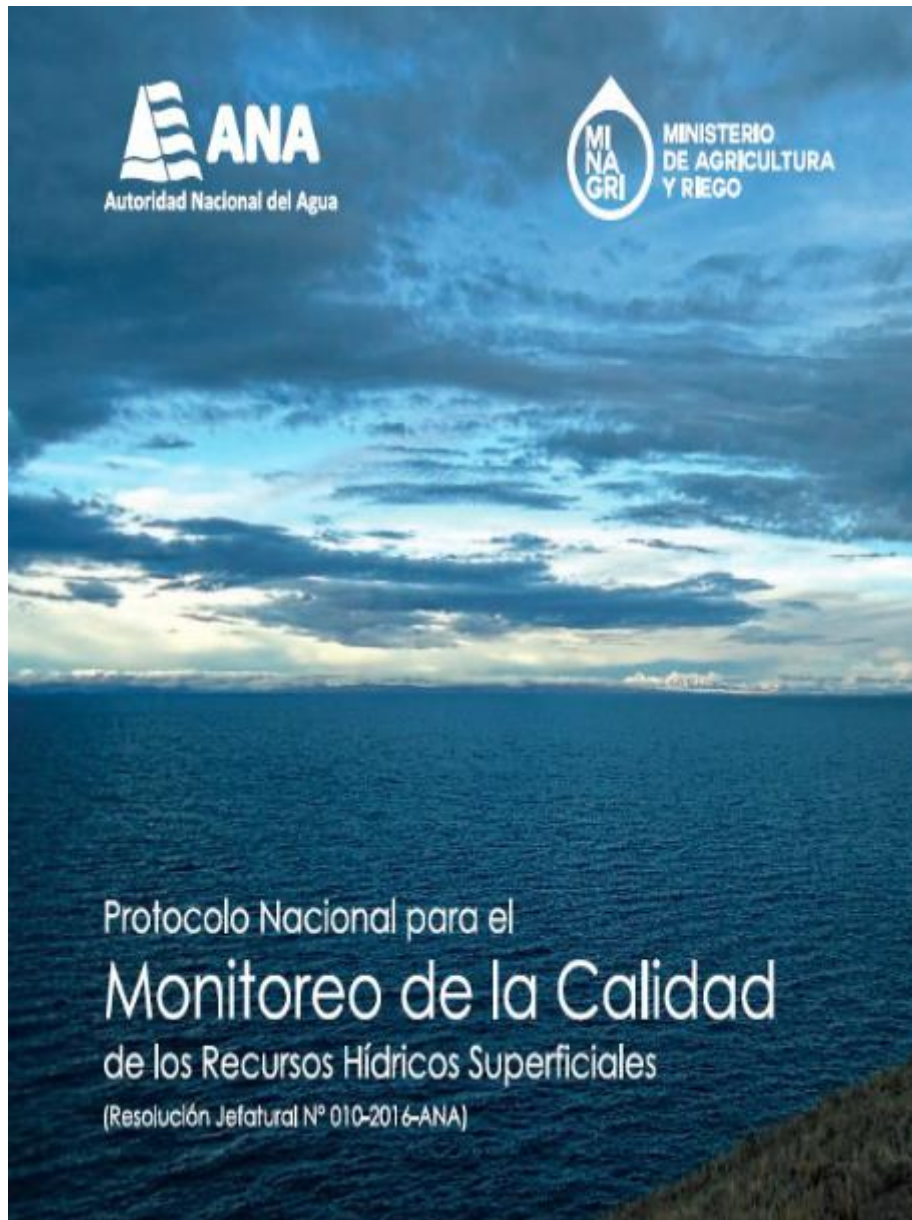
ANEXO III

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS**

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrín	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

Fuente: Reglamento de calidad del agua para consumo humano, D.S. N° 031-2010-SA.

ANEXO 15. Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales – R.J. N° 010-2016-ANA



Fuente: Resolución Jefatura N° 010-2016-ANA

6.14. Medición de los parámetros de campo

Los parámetros para medir en campo son pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. Para la medición de parámetros en campo se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal, se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.



- Medir los parámetros oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y temperatura (como mínimo), la lectura de los valores deberá ser realizada de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua.
- Si se producen variaciones significativas de medidas entre dos muestras, es necesario calibrar el equipo.
- Las mediciones deberán registrarse en el formato de registro de datos de campo (véase el anexo I).
- Se deberán limpiar los equipos de muestreo inmediatamente después de su uso y, adicionalmente, entre muestreo y muestreo, a fin de evitar posibles contaminaciones y deterioro. Para la limpieza exterior de los equipos de muestreo es recomendable lavarlos con suficiente agua destilada/desionizada, sin causar daños internos que puedan alterar las características de los diferentes componentes. Es importante llevar a campo las herramientas necesarias y apropiadas para efectuar la limpieza de los equipos que lo requieran.

6.15. Procedimiento para la toma de muestras

Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos o los reactivos de preservación, deberá colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras.

Nota: Medición de parámetros de campo y procedimiento para la toma de muestras.

Fuente: Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos Superficiales – Resolución Jefatura N° 010-2016-ANA

a. Toma de muestras en ríos o quebradas con bajo caudal

Es aplicable para ríos de bajo caudal o de poca profundidad, donde exista fácil acceso de ingreso al río. Se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.

Procedimiento:

- (a.1). El personal responsable deberá colocarse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (a.2). Ubicarse en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- (a.3). Medir los parámetros de campo directamente en el río o tomando un volumen adecuado de agua en un balde limpio y evitar hacer remoción del sedimento. Seguir los procedimientos indicados en el ítem 6.14 y registrar las mediciones en el formato de registro de datos de campo (anexo I).



- (a.4). Coger un recipiente, retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.

- (a.5). Antes de coleccionar las muestras, los frascos se deben enjuagar como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.



Nota: Procedimiento para la toma de muestras. **Fuente:** Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos Superficiales – Resolución Jefatura N° 010-2016-ANA

(a.6). Coger la botella por debajo del cuello, sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.

(a.7). Para los parámetros orgánicos (aceites y grasas, hidrocarburos de petróleo, etc.) la toma de muestras se realiza en la superficie del río.

(a.8). Considerar un espacio de alrededor de 1% aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieran preservación.



(a.9). Para muestras microbiológicas dejar un espacio del 10% del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.

(a.10). Para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), el frasco debe llenarse lentamente en su totalidad para evitar la formación de burbujas.

(a.11). Evitar coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.

b. Toma de muestras en ríos o lagos desde la orilla

Este procedimiento se realiza cuando la corriente del río es caudaloso o profundo y en el muestreo de lagos desde la orilla, utilizando un brazo muestreador.

Procedimiento:

(b.1). El personal responsable deberá colocarse las botas de jebes y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.

(b.2). Ubicarse en un punto donde exista fácil acceso, donde la corriente sea homogénea y poco turbulenta.

Nota: Procedimiento para la toma de muestras. **Fuente:** Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos Superficiales – Resolución Jefatura N° 010-2016-ANA

d. Toma de muestras desde puentes

Este procedimiento es aplicable para ríos caudalosos que tienen acceso de puentes, para ellos se debe emplear un balde transparente de 4 a 20 litros, según corresponde, y una cuerda de nylon.

- (d.1). Ubicarse en el centro del puente.
- (d.2). Amarrar y asegurar el balde con la cuerda de nylon.
- (d.3). Bajar el balde y llenarlo, evitando la remoción de sedimentos del fondo del cauce. Al momento de subir el balde, se debe evitar raspar estructuras del puente con la cuerda para no contaminar las muestras.
- (d.4). Enjuagar el balde y lavar los últimos metros de la cuerda de nylon.
- (d.5). Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en el formato de registro de datos de campo (anexo I).
- (d.6). Tomar otra muestra de agua con el balde para el lavado de los frascos dos veces y lavar la cuerda.



Nota: Medición de parámetros de campo y procedimiento para la toma de muestras.

Fuente: Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos Superficiales – Resolución Jefatura N° 010-2016-ANA

ANEXO 16. Informe de resultados de ensayos de laboratorio

INFORME DE CALCINACION DE MATERIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS



CALCINACION DE MATERIAL	
SOLICITANTE:	<i>Cueva Magan Paola stefany Lazarte Chavez Diego Alejandro</i>
UNIVERSIDAD:	<i>Universidad Cesar Vallejo</i>
MATERIAL:	<i>CASCARAS DE COCO</i>

RESULTADOS

TEMPERATURA DE CALCINACION	<i>730 °C</i>
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	<i>8 Horas</i>
PESO INICIAL	<i>1.800 Kg</i>
PESO FINAL	<i>0.153 Kg</i>
PERDIDA(%)	<i>91.5 %</i>



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R. C.P. N° 197384

Juan Pablo II s/n Ciudad Universitaria-Ing de Materiales- UNT/email:lab.ceramicos.unt@gmail.com

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo – Laboratorio de cerámicos y suelos

INFORME ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 09 de junio del 2021

INFORME N° 18 - JUN-2021

Solicitante: Paola Stefany Cueva Magan – Universidad César Vallejo
Diego Alejandro Lazarte Chavez – Universidad César Vallejo

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Cáscara de Coco (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CC-149 MA	27.3 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 27.3 mg.

Jefe de Laboratorio:

Analista responsable:



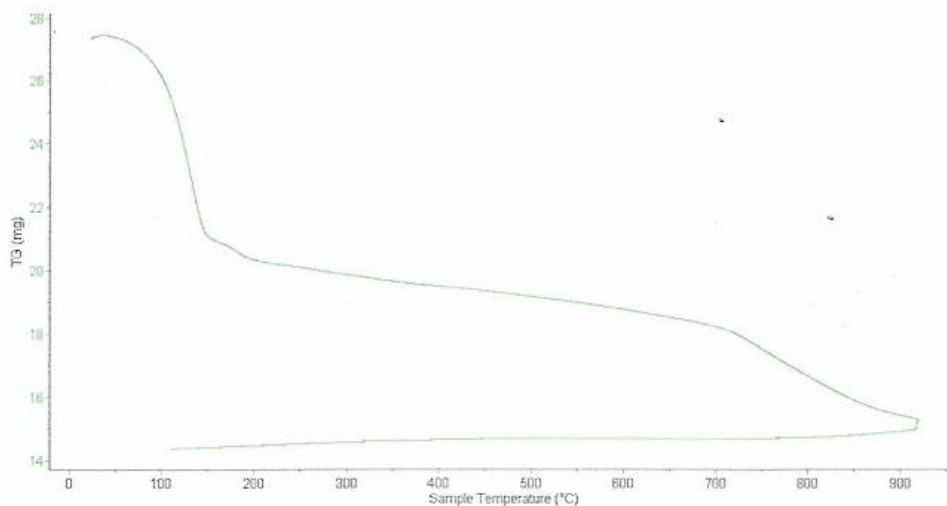


Trujillo, 09 de junio del 2021

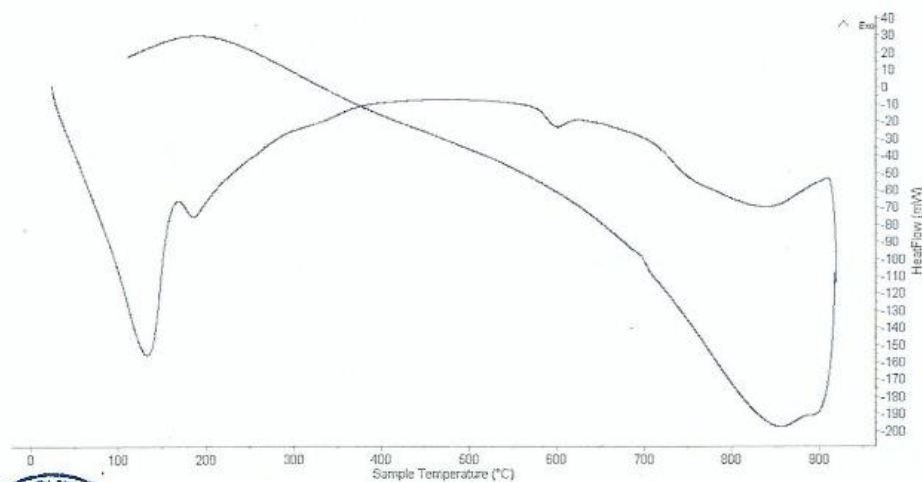
INFORME N° 18 - JUN-2021

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica DSC



Tel.: 44-20351049 / 790880 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú




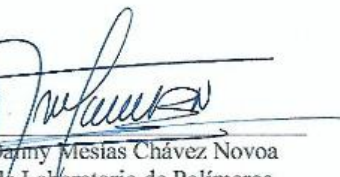
Trujillo, 09 de junio del 2021

INFORME N° 18 - JUN-2021

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos caídas de la masa, la primera se da en un rango entre 80 y 150°C y la segunda se da entre 710 y 870°C, en otras regiones la caída es gradual y lentamente, y llegar a perder un total de 41% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar picos endotérmicos en 140°C, 180°C y 800°C, además de una banda endotérmica entre 750 y 880°C, todas esas temperaturas involucrarían cambios estructurales y con ella, en las propiedades del material.

Trujillo, 09 de junio del 2021



Ing. Darmy Mesias Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

INFORME FLUORESCENCIA DE RAYOS - X



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°09-LAQ/2021

Análisis de ceniza de cáscara de coco por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de cáscara de coco a pedido de la Bach. **Cueva Magán, Paola Stefany y del Bach. Lazarte Chávez, Diego Alejandro**, egresados de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis para el título profesional, a ser sustentada en la Universidad César Vallejo, titulada:

“Biofiltro con carbón activado cáscara de coco ara remoción de Arsénico del agua del río Tablachaca, Ancash.2021.”

La muestra fue tratada a 730°C durante 8 horas y está en forma de polvo de grano fino de color gris oscuro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s sutilizand 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 7340 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro. La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes.





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arquimetría

principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

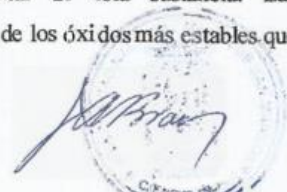
La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de ceniza de coco. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta sustancia. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg, que esta técnica no puede detectar, y/o diferentes de óxidos, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de cáscara de coco en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	3.945	5.025
SiO ₂	7.276	9,269
P ₂ O ₅	6.836	8.709
SO ₂	1.852	2.359
ClO ₂	13.445	17.129
K ₂ O	34.093	43.433
CaO	1.657	2.111
TiO ₂	0.027	0.035
MnO	0.036	0.046
Fe ₂ O ₃	0.514	0.655
Co ₃ O ₄	0.004	0.005
Ni ₂ O ₃	0.007	0.009
CuO	0.059	0.076
ZnO	8.642	11.010
As ₂ O ₃	0.007	0.009
BrO	0.029	0.037
Rb ₂ O	0.013	0.017
SrO	0.033	0.043
ZrO ₂	0.003	0.004
MoO ₃	0.015	0.019
Total	78.496	100.00



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax: 381 - 3842

INFORME N° S16-005

SOLICITANTE : CUEVA MAGAN PAOLA STEFANY / LAZARTE CHÁVEZ DIEGO ALEJANDRO

PROYECTO : BIOFILTRO CON CARBÓN ACTIVADO DE CASCARA DE COCO PARA REMOCIÓN DE ARSENICO DEL AGUA DEL RIO TABLACHACA, ANCASH-2021.

FECHA : 21 DE JUNIO 2021

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO – ASTM D 422

Muestra: Cantera Carapongo			Cantidad retenida parcial	Porcentaje pesos retenidos	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa
TAMIZ						
N°	Pulg.	Milim.				
4	0.0555	4.76	0.00	0.0000	0.0000	100.00
10	0.0469	2.00	0.30	0.0070	0.0070	99.99
20	0.0331	0.840	1120.85	26.07	26.08	73.92
30	0.0234	0.590	2632.90	61.24	87.32	12.68
40	0.0165	0.426	129.23	3.01	90.32	9.68
60	0.0098	0.250	239.90	5.58	95.90	4.10
100	0.0059	0.149	110.50	2.57	98.47	1.53
200	0.0029	0.074	55.99	1.30	99.77	0.23
FONDO			9.69	0.23	100.00	0.00
TOTAL			4299.4	100		
PESO ANTES DEL ENSAYO				4500.00	gr.	
PESO DESPUES DEL LAVADO				4299.4	gr.	
MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ N° 200:				0.23	%	

$$D_x = a - \frac{(a - c) * (\log(b) - \log(x))}{\log(b) - \log(d)}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.556}{0.446} = 1.30$$

Dx	X	a	b	c	d	Resultado
D10	10	0.590	12.68	0.426	9.68	0.446
D60	60	0.840	73.92	0.590	12.68	0.556265



Nota: Muestra remitida e identificada por el solicitante
Ejecución: Téc. R. Travezaño Q.
Revisión: Ing. Hector Espinoza CCente



ING. HECTOR ESPINOZA CCENTE
JEFE DEL LABORATORIO N° 02 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS UN - FIC

INFORME CARACTERISTICAS DEL AGUA



INFORME DE ENSAYO IE0721023

Identificación del Cliente			
Cliente:	PAOLA CUEVA MAGAN / DIEGO LAZARTE CHAVEZ	Dirección:	S. PEDRO CALLE MONTERREY MZ 48 LT 04
Ensayo solicitado por:	PAOLA CUEVA MAGAN / DIEGO LAZARTE CHAVEZ	email:	paocmagan@gmail.com
Teléfonos:	912294962	Fax:	

Identificación de la Muestra	
Dirección de Punto de muestreo o procedencia:	MACATE - DEL SANTA - ANCASH
Tipo de muestra:	SIMPLE Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:
tipo de toma de muestra:	MANUAL La muestra debe preservarse con HNO₃ a pH<2 y Refrigerarse a una T° < 0°C
Responsable del muestreo:	PAOLA CUEVA MAGAN / DIEGO LAZARTE CHAVEZ (cliente)

Identificación de la Muestra por Laboratorio			
Recepción de la muestra:	05 DE JULIO DE 2021	Inicio de Análisis:	5 JULIO 2021
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	13 JULIO 2021
Número de Orden de Trabajo:	070721021	Emisión de Informe:	14 JULIO 2021
Tipo de ensayo realizado:	FISICO QUIMICO	Condición de ambiente ensayo:	Temp: 24.4 Oc Humid: 51 %
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:			

Objeto de petición de los ensayos	
Tipo de Ensayo	Norma de referencia
ARSENICO PH CONDUCTIVIDAD TURBULENCIA STD	Metals by flame Atomic Absorption Spectrometry, Manual Hydride Generation / Atomic Absorption Spectrometric Method. 3114B y C.APHA-AWWA-WEF, 23ra Edition, 2017



INFORME DE ENSAYO
IE0721023

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:			
Código de cliente		Muestra Patron	
Código de Laboratorio		721021.001	
Tipo de Matriz		Agua Superficial	
Descripción		RIO TABLACHACA	
Fecha de muestreo		04/07/2021	
Hora de muestreo		17:30	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		
	Agua		
Ensayos	Unidad	LDM	Resultados
ARSENICO	mg As/L	<0.0006	0.0376
pH	-	-	5.2
CONDUCTIVIDAD	us/cm	-	1158
TURBULENCIA	NTU	-	17.6
STD	mg/L	-	420

OBSERVACIONES

- * El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC- SEDALIB S.A., 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.
- * La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- * Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- * La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- * El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- * Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- * Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservan en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación el parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Director del LCC- SEDALIB S.A.

INFORME DE ENSAYO
IE0721024

Identificación del Cliente

Cliente: PAOLA CUEVA MAGAN / DIEGO LAZARTE CHAVEZ **Dirección:** S. PEDRO CALLE MONTERREY M2 48 LT 04
Ensayo solicitado por: PAOLA CUEVA MAGAN / DIEGO LAZARTE CHAVEZ **email:** paocmagan@gmail.com
Teléfonos: 912294962 **Fax:**

Identificación de la Muestra

Dirección de Punto de muestreo o procedencia: MACATE - DEL SANTA - ANCASH
Tipo de muestra: SIMPLE **Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:**
tipo de toma de muestra: MANUAL La muestra debe preservarse con HNO₃ a pH=2 y Refrigerarse a una T° < 6°C
Responsable del muestreo: PAOLA CUEVA MAGAN / DIEGO LAZARTE CHAVEZ (cliente)

Identificación de la Muestra por Laboratorio

Recepción de la muestra:	05 DE JULIO DE 2021	Inicio de Análisis:	5	JULIO	2021
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	13	JULIO	2021
Número de Orden de Trabajo:	OTO721022	Emisión de Informe:	14	JULIO	2021
Tipo de ensayo realizado:	FISICO QUIMICO	Condición de ambiente ensayo:	Temp. Hume.ref.	24.4 51	Oc %

Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:

Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de referencia
ARSÉNICO	Metals by flame Atomic Absorption Spectrometry, Manual Hydride Generation / Atomic Absorption Spectrometric Method. 3114B y C.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition. 2017
PH	
CONDUCTIVIDAD	
TURBULENCIA	
STD	



INFORME DE ENSAYO
IE0721024

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:					
Código de cliente	M1-35mg/L		M2-40mg/L	M3-50mg/L	
Código de Laboratorio	721022.001		721022.002	721022.003	
Tipo de Matriz	Agua Superficial		Agua Superficial	Agua Superficial	
Descripción	RIO TABLACHACA		RIO TABLACHACA	RIO TABLACHACA	
Fecha de muestreo	04/07/2021		05/07/2021	06/07/2021	
Hora de muestreo	19:40		21:10	23:35	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		-	-	-
	Agua		-	-	-
Ensayos	Unidad	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
ARSÉNICO	mg As/L	<0.0006	0.0015	0.0021	0.0083
pH	-	-	7.1	6.9	6.7
CONDUCTIVIDAD	us/cm	-	408	583	697
TURBULENCIA	NTU	-	1.36	1.41	6.02
STD	mg/L	-	205	265	321

OBSERVACIONES

- * El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC- SEDALIB S.A., 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.
- * La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- * Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- * La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- * El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- * Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado el sistema de calidad de la entidad que la produce.
- * Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservan en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación el parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar, se deberá ejercer en el plazo indicado.


 Director del LCC- SEDALIB S.A.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANALISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : Cueva Magan Paola Stefafy
Lazarte Chávez Diego Alejandro
ASUNTO : Calcinación de Muestras

FECHA DE RECEPCION : 10/06/2021

FECHA DE ENTREGA : 11/06/2021

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Ceniza de Cascara de coco	Calcinación	800	60 min	105.7	33.80

Chimbote, 14 de julio de 2021


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
Cabeza de lista
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Universidad San Pedro – Laboratorio de Mecánica de suelos y ensayos de materiales.

ANEXO 17: Panel fotográfico



Imagen 1, 2 y 3. Punto de recolección del agua superficial.



Imagen 4 y 5. Extracción del endocarpio de coco para su secado.



Imagen 6,7 y 8 . Pesaje de las dosis de carbón activado.

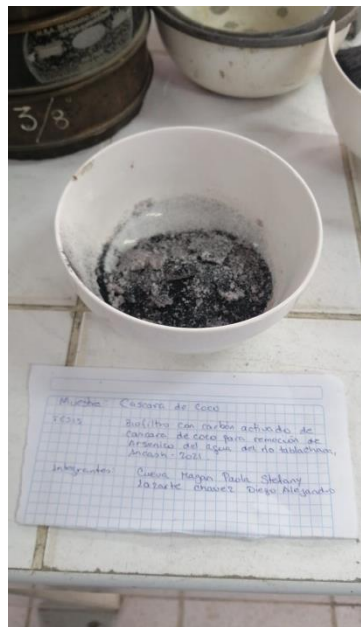


Imagen 9,10y11. Temperatura, tiempo y resultado de la activación de la cascara de coco.



Imagen 12. Grava de 3/4, 3/8 y de 1/2 luego de ser lavada y secada.

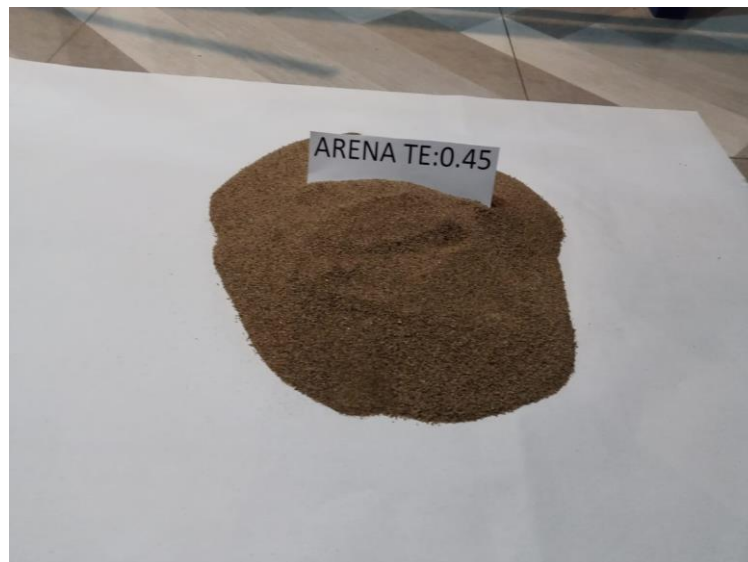


Imagen 13. Arena de tamaño efectivo de 0.45mm, luego de ser lavada y secada.



Imagen 14. Elaboración de la estructura hidráulica.



Imagen 15. Tanque de mezcla rápida.



Imagen 16. Sedimentador.



Imagen 17. Filtro.



Imagen 18. Tanque de almacenamiento.



Imagen 19. Estructura Hidráulica - Biofiltro.



Imagen 20. Inicio de la ejecución del proyecto de investigación.



Imagen 21. Agua tratada para ser analizada en el laboratorio de SEDALIB.

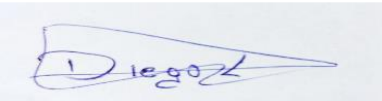
Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo Lazarte Chávez Diego Alejandro, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, filial Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la tesis titulado:” Biofiltro con carbón activado de cascara de coco para remoción de Arsénico del agua del río Tablachaca, Ancash – 2021”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la tesis:

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

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

Lima, San Juan de Lurigancho 02 de agosto del 2021.

Lazarte Chávez Diego Alejandro	
DNI: 72178045	Firma 
ORCID: 0000-0002-2207-0486	


Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo Cueva Magan Paola Stefany, egresada de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, filial Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la tesis titulado: " Biofiltro con carbón activado de cascara de coco para remoción de Arsénico del agua del río Tablachaca, Ancash – 2021", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la tesis:

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

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

Lima, San Juan de Lurigancho 02 de agosto del 2021.

Cueva Magan Paola Stefany	
DNI: 48581553	Firma 
ORCID: 0000-0001-5611-0020	