

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Remoción de Plomo mediante un Biofiltro empleando
cáscara de mandarina (Citrus Reticulata) en aguas del
río santa –Ticapampa - 2020**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Pinedo Melgarejo, Mishel Lesly Lisset

Asesor

Flores Reyes, Gumercindo

0000-0002-2305-7339

Chimbote – Perú

2021

PALABRAS CLAVE:

Tema	Tratamiento de Agua
Especialidad	Hidráulica

KEY WORDS:

Topic	Water Treatment
Speciality	Hydraulics

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Programa	Ingeniería Civil
Línea de investigación	Hidráulica
Área	Ingeniería y Tecnología
Subarea	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería de la Construcción

TÍTULO

Remoción de Plomo mediante un Biofiltro empleando polvo de cáscara de mandarina (*Citrus Reticulata*) en las aguas del río Santa-Ticapampa.

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo con este proyecto que tuvo como propósito remediar el alto nivel de plomo presente en las aguas del Río Santa mediante un biofiltro empleando polvo de cáscara de mandarina en 4 y 8 gr/L.

El proyecto de investigación se realizó con las aguas del Río Santa, en el punto de monitoreo RSant2 ubicado en el distrito de Recuay, que se encuentra contaminado con una cantidad de plomo no apta para el consumo humano; lo que se puede llegar a cumplir con el uso de un biofiltro empleando polvo de cáscara de mandarina, y así poder cumplir los estándares según ECA (Estándares de Calidad Ambiental).

La investigación experimental se trabajó con el método de adsorción, que se encargó en la captación de diferentes especies químicas empleando polvo de cáscara de mandarina ubicándolo dentro del biofiltro con agua contaminada teniendo un comportamiento directo al metal, a través de mecanismos fisicoquímicos como la adsorción; el polvo de cáscara de mandarina tiene un gran porcentaje de calcio, potasio, sílice, magnesio, fósforo (sorbentes positivos) y de pectina lo cual se puede adherir al plomo (soluto negativo); propiedades que fueron activadas a las temperaturas sugeridas por el ensayo de ATD (800°C) y una vez activadas fueron confirmadas por el ensayo de FRX.

Se llevó a cabo la investigación mediante el método experimental utilizando las dosis de 4 gr/L de polvo de cáscara de mandarina mediante un biofiltro, con lo cual se obtuvo un 79.28% de remoción de plomo en referencia a la muestra patrón extraída del río Santa. Así mismo se empleó la dosis de 8gr/L de polvo de cáscara de mandarina a través del mismo método, con lo que se obtuvo un 89.94% de remoción de plomo en referencia a la muestra patrón extraída del río Santa.

ABSTRACT

The research was carried out with this project whose purpose was to remedy the high level of lead present in the water of the Santa River by means of a biofilter using mandarin peel dust in 4 and 8 gr/L.

The research project was carried out with the waters of the Santa River, at the RSant2 monitoring point located in the Recuay district, which is contaminated with an amount of lead not suitable for human consumption; what can be achieved with the use of a biofilter using mandarin peel powder, and thus being able to meet the standards according to ECA (Environmental Quality Standards).

The experimental research was carried out with the adsorption method, which was responsible for the capture of different chemical species using mandarin peel powder, placing it inside the biofilter with contaminated water, having a direct behavior to the metal, through physicochemical mechanisms such as adsorption; Mandarin peel powder has a large percentage of calcium, potassium, silica, magnesium, phosphorus (positive sorbents) and pectin which can adhere to lead (negative solute); properties that were activated at the temperatures suggested by the ATD test (480 ° C) and once activated were confirmed by the XRF test.

The research was carried out by means of the experimental method using the doses of 4 gr/L of mandarin peel powder through a biofilter, with which a 79.28% removal of lead was obtained in reference to the standard sample extracted from the Santa River. . Likewise, the dose of 8gr / L of mandarin peel powder was used through the same method, with which a 89.94% removal of lead was obtained in reference to the standard sample extracted from the Santa River.

INDICE GENERAL

TEMA	PAGINA N°
Palabras clave – Key words – Línea de investigación... ..	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice general.....	v
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	viii
Simbología y abreviaturas.....	xi
I. Introducción.....	1
II. Metodología	32
III. Resultado.....	41
IV. Análisis y discusión	49
V. Conclusiones	52
VI. Recomendaciones	53
VII. Referencias bibliográficas	54
VIII. Agradecimientos	58
IX. Anexos y apéndices	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límite permisible según el A1,A2 y A3	08
Tabla 2. Límites máximos permisibles del metal Pb para el agua según el EPA, OMS y UE.....	08
Tabla 3. Ventajas y desventajas de las principales tecnologías convencionales para la remoción de metales pesados del agua bebida.....	11
Tabla 4. Ventajas y desventajas de las principales tecnologías convencionales para la remoción de metales pesados del agua bebida - inmovilidad	12
Tabla 5. Ventajas y desventajas de las principales tecnologías convencionales para la remoción de metales pesados del agua bebida – intercambio ionico.....	13
Tabla 6. Ventajas y desventajas de las principales tecnologías convencionales para la remoción de metales pesados del agua bebida – procesos de película	14
Tabla 7. Ventajas y desventajas de las principales tecnologías convencionales para la remoción de metales pesados del agua bebida - adsorción.....	15
Tabla 8. Tipos de biomazas naturales usadas para la preparación de biosorbentes ...	17
Tabla 9. Bioadsorbentes provenientes de residuos agrícolas	23
Tabla 10. Composición química de la cáscara de mandarina	24
Tabla 11. Monitoreo de contenido de plomo del Río Santa, (RSant2)	27
Tabla 12. Variable dependiente: Remoción de Plomo.....	30
Tabla 13. Variables independientes: Polvo de Cáscara de Mandarina (4 y 8 gr/L) ...	30
Tabla 14. Resultados de barrido de metales en aguas del Río Santa – Rsant2	41
Tabla 15. Composición elemental del polvo de cáscara de mandarina en % de masa... ..	42

Tabla 16. Resultado de pH realizado a la muestra de polvo de cáscara de mandarina.....	43
Tabla 17. Resultados de presencia de plomo en aguas del Río Santa.....	43
Tabla 18. Resultados de parámetros físico-químicos de plomo en aguas del Río Santa.....	43
Tabla 19. Resultados de presencia de plomo en aguas del Río Santa añadiendo 4 gr/l de polvo de cascara d mandarina	44
Tabla 20. Resultados de parámetros físico-químicos de plomo en aguas del Río Santa – añadiendo 4gr/l de polvo de cascara de mandarina.....	44
Tabla 21. Resultados de presencia de plomo en aguas del Río Santa – añadiendo 8 gr/l de polvo de cascara de mandarina	44
Tabla 22. Resultados de parámetros físico-químicos de plomo en aguas del Río Santa añadiendo 8gr/l de polvo de cascara de mandarina	45
Tabla 23. Variación de parámetros físicos – químicos de las aguas del río Santa posterior al uso de polvo de cáscara de mandarina.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuenca monitoreada Río Santa – ALA Huaraz.....	26
Figura 2. Gráfico de barras representando la cantidad de pH obtenida por las muestras y el L.M.P. según ECA.....	46
Figura 3. Gráfico de barras representando la conductividad obtenida por las muestras y el L.M.P. según ECA.....	46
Figura 4. Gráfico de barras representando los sólidos totales obtenidos por las muestras y el L.M.P. según ECA.....	47
Figura 5. Gráfico de barras representando la turbidez obtenida por las muestras y el L.M.P. según ECA.....	47
Figura 6. Gráfico de barras representando la cantidad de plomo obtenidas por las muestras y el L.M.P. según ECA.....	48
Figura 7. Gráfico representando el porcentaje de plomo obtenidas por las muestras y el L.M.P. según ECA.z.....	48
Figura 8. Zona de recolección de muestras de aguas del río Santa, cercanías del puente Simmer, Ticapampa.....	70
Figura 9. Bidón de 20 litros en puente Simmer - Ticapampa.....	70
Figura 10. Zona de toma de muestras de cáscara mandarina, mercado “La Perla”, Chimbote.....	71
Figura 11. Recolección de muestra para método experimental ensayos físico-químico del agua.....	71
Figura 12. Ubicación de punto de toma de muestras con GPS.....	72
Figura 13. Cuarteo y limpieza con agua destilada de muestra de cáscara de mandarina	72
Figura 14. Acondicionamiento y esparcimiento de muestra para secado a temperatura ambiente, bajo techo para evitar la contaminación.....	73

Figura 15. La muestra fue expuesta a temperatura ambiente desde el día 01 de Noviembre hasta el día 15 de Noviembre, teniendo en cuenta un rango de temperatura máxima de 22°C-23°C (en su mayoría en horas de 11:30am-02:30pm) y un rango de temperatura mínima de 19°C-20°C (en su mayoría en horas de 21:00pm-04:00am).	73
Figura 16. Triturado de muestra de cáscara de mandarina con ayuda de una licuadora, la cual fue desinfectada para evitar contaminación del material.....	74
Figura 17. Tamizado de muestra de cáscara de mandarina seca y triturada Mallas N°200.	74
Figura 18. Pesado de muestra tamizada, 1773.2 gr.....	75
Figura 19. Se llevaron 5gr de muestra de cáscara de mandarina a la UNT, para poder realizar el ensayo de ATD y así activándola en la mufla.....	75
Figura 20. Muestra de polvo de cáscara de mandarina, resultado de activación a temperatura de 480°C durante 90 minutos con pérdida de 89% de material (peso final: 76gr).	76
Figura 21. Pesaje de muestras para realizar ensayos requeridos, muestra experimental 01 y 02.....	76
Figura 22. Baldes con capacidad de 4L. para biofiltro a escala.....	77
Figura 23. Ensamblaje de partes del biofiltro a escala y accesorios requeridos	77
Figura 24. Biofiltro culminado, en pleno proceso de remoción, con muestra de agua contaminada en primer balde	78
Figura 25. Inserción de muestra de polvo de cáscara de mandarina en el segundo balde (cámara de remoción).....	78
Figura 26. Apertura de llave de paso para iniciar remoción a 200 rpm	79
Figura 27. Velocidad de 200 rpm indicadas en la pantalla LED de la caja del motor.	79
Figura 28. Balde 2 con muestra en reposo de 30 minutos luego de la remoción y apertura de segunda llave de paso.....	80

Figura 29. Captando la muestra de agua tratada que se encuentra en el tercer balde, para llevar las muestras al laboratorio Colecbi S.A.C	80
Figura 30. Muestras embotelladas e identificadas para ser llevadas al laboratorio Colecbi S.A.C	81
Figura 31. Investigador en laboratorio Colecbi S.A.C.....	81
Figura 32. Presencia de la minería ilegal, la cual a través de sus relaves generan la contaminación de las aguas del río Santa en la provincia de Recuay	82
Figura 33. Ubicación geográfica de zona de estudio donde se tomaron las muestras de agua de las aguas del río Santa.....	84
Figura 34. Ubicación geográfica de zona de recolección de muestras de polvo de cáscara de mandarina para el desarrollo de la investigación.....	84
Figura 35. Red de puntos de monitoreo en la cuenca río santa - 2016	94
Figura 36. Resultados de análisis en la cuenca río santa - 2016	95
Figura 37. Resultados de análisis de barrido de metales pesados en la cuenca río santa punto rsant2 realizado por el ANA (autoridad nacional del agua) – 2019, resultado usado como antecedente.....	96

SIMBOLOGÍA Y ABREVIATURAS

LMP = Límite Máximo Permisible

ECA = Estándares de Calidad Ambiental

ATD = Análisis Térmico Diferencial

FRX = Fluorescencia de Rayos X

ANA = Asociación Nacional del Agua

OMS = Organización Mundial de la Salud

D.S. = Decreto Supremo

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto muestra el accionar del polvo de cáscara de mandarina (*Citrus Reticulata*) en contacto con aguas del Río Santa mediante un biofiltro, aguas las cuales se encontraron contaminadas con plomo.

El agua como principal medio natural, que consigue otorgarnos una superior eficacia de existencia o causarnos perjuicios, esta originado por su efusión por metales u otros elementos; produciendo una variedad de padecimientos aptos de ocasionar la defunción solo con emplearla sin un procedimiento de potabilización primero.

Aparecen diversas interrogantes ante este asunto, ya que es original y fundador, la principal es hallar la dosificación de polvo de cáscara de mandarina apropiada para que pueda actuar bien deduciendo el plomo, demás interrogante es la manera de activación en un tiempo definido, se puede activar de diferentes maneras; en esta investigación se activó con una mufla a 480°C.

El plomo posee propiedades negativas que al encontrarse en el agua son usadas sobrepasando el límite permisible de la ECA, esto origina enfermedades a la piel, pesadumbre en el cuerpo, incomodidad e inclusive puede ocasionar cáncer, por lo tanto se centra en la necesidad de pobladores que adquieren directamente dicha agua sin cierto tratamiento previo, por lo cual una gran complacencia poder utilizar el polvo de cáscara de mandarina como removedor de plomo.

Antecedentes

Internacionales

Verduro Vergara J., (2017), Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de mandarina. El objetivo principal es evaluar la capacidad de remoción de metales pesados presentes en aguas residuales a partir de residuos orgánicos cítricos. Se lavó en un tiempo de 30 min. a temperatura ambiente con constante agitación (se repitió tres veces el proceso) eliminando así impurezas. Se secó la muestra empleando una estufa Memmert a una temperatura de 60°C en 72 horas para alcanzar un peso constante. Para la reducción del tamaño de la cáscara se utilizó una licuadora industrial « Heavy duty bender » con el fin de obtener una harina

homogénea. Después se empleó un analizador de humedad halógeno Metter Toledo lo cual se colocó 3 gramos de la muestra como máximo. Se precalcina el crisol con la muestra en una estufa durante 20 min, se coloca el crisol tapado en la muffla durante dos horas a 200°C. El proceso de bioadsorción se llevó a cabo pesando 0.1 g de cáscara de mandarina de tamaño de partícula menor de 0.3mm lo cual se sumergió en 50 ml de agua contaminada con cromo y plomo.

Martínez H. (2016) en su tesis “REMOCIÓN DE CROMO, COBRE, NÍQUEL Y PLOMO EMPLEANDO RESIDUOS CÍTRICOS” (VALLE DE MÉXICO). El objetivo principal es evaluar la capacidad de remoción de metales pesados presentes en aguas residuales a partir de residuos orgánicos cítricos. Empleando el residuo de jamaica el indicador no tiñe la solución y por lo tanto no se puede determinar con exactitud el punto final de la valoración, se decidió no utilizar más este residuo, para evitar errores en las determinaciones. La cáscara de mandarina remueve en poca cantidad al cromo. Y finalmente podemos ver que la cantidad de plomo removido fue significativa, aproximadamente el 80% en presencia de cáscara de mandarina. Por lo que este residuo es efectivo para remover este metal.

Nacionales

Mendoza Q. (2018) con la tesis “Efecto de la granulometría y peso de la cáscara de naranja en la remoción de plomo en aguas de la laguna Pías-Pataz. En la tesis busca proponer un proceso que permita disminuir la concentración de plomos en aguas de la laguna de Pías ubicada en Pataz, lo cual se aplica un diseño experimental de tipo bifactorial donde la población estuvo conformada por el agua de dicha laguna siéndola muestra real utilizada de 27 litros. Por otro lado la determinación de la concentración de plomo durante y después de los procesos de tratamiento de remoción se determinó mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica.

Locales

Gil (2018) con la tesis “Diseño de un biofiltro de mucielago de tuna (*Opuntia Ficus – Indica*) para remover arsénico (Tesis de Titulación). El objeto principal en esta investigación fue el de comprobar la eficacia de un coagulante natural que tuviese la propiedad de remover metal pesado (arsénico), empleando agua del río Huandoval específicamente en el centro poblado Sacaycacha mediante un biofiltro, el cual contiene adaptado un motor que gira de 50 a 100 rpm tomando similitud a un juego de jarras, posterior a esto el resultado fue almacenado en un depósito y llevado a realizar los estudios requeridos.

El nivel de dicha investigación fue experimental, la cual llegó a las siguientes conclusiones:

Realizó el diseño hidráulico en base a las necesidades de los pobladores, los cuales eran un aproximado de 90 habitantes, además de tomar en consideración para el dimensionamiento ciertos estudios necesarios para la estructura, por ejemplo el caudal máximo empleado como caudal de diseño equivalente a 0.218 lt/s.

Empleó una escala 1/500 para el biofiltro en cuanto al volumen de capacidad portante de agua requerida para dicho diseño hidráulico. Además desarrolló una variación en cuanto a propiedades que pueden considerar cambios en el comportamiento de la biosorción, las cuales son la temperatura de activación de la biomasa, los tiempos de contacto con el agua a tratar y la velocidad graduada a la que se mezclaron las variables dependiente e independiente.

Como resultado del uso del material en cantidades de 50mg/l y 70mg/l de remediación para el arsénico, el cual fue el mucílago de tuna activado a 80°C se logró una bioadsorción de 98.65% y 97.39% respectivamente. A su vez al variar la temperatura de activación de la muestra a 100°C se obtuvieron resultados de biosorción entre los 99.24% y 98.89%. Cabe resaltar que estos porcentajes son referenciales ya que las propiedades físico-químicas de agua también sufrieron cambios considerables al llevarse a cabo este experimental.

Pinedo, M. (2018) en su tesis de pregrado llamada: “Remoción de plomo en el río Santa empleando 4 gr/L de polvo de cáscara de mandarina”, en la cual se buscó determinar la capacidad de remoción de plomo mediante el uso de polvo de cáscara de mandarina en una dosificación de 4 gr/L

El estudio se realizó con las aguas del Río Santa, en el punto de monitoreo RSant2 ubicado en la provincia de Recuay, las cuales se encuentran contaminadas con una cantidad de plomo, que es perjudicial para el consumo humano o la agricultura; la cual se puede remediar con el uso de polvo de cáscara de mandarina para reducir la cantidad de plomo, y así cumplir los estándares según ECA (Estándares de Calidad Ambiental).

Ensayo en el cual se propuso la factibilidad de que la dosis de 4g/l empleadas elimine más del 80% de plomo y se dé a cabo que el agua del río Santa cumpla con los estándares de calidad de plomo en el agua. Obteniéndose como resultado la remoción de un 98.57% de arsénico presentes en la muestra, y obteniendo una agua altamente alcalina, con este resultado alcanzado se concluyó que el agua puede ser apta para consumo humano, pero dicha muestra puede ser apta con un debido tratamiento según ECA.

Fundamentación Científica

1. El Agua

Es uno de los recursos naturales más corrompidos. La progresiva contaminación de aguas excedentes urbanas e industriales por iones tóxicos de metales pesados, aún a nivel de trazas, es un inconveniente ambiental preocupante. Estos microcontaminantes inorgánicos son de considerable interés, debido a que no son biodegradables y son crecidamente tóxicos. El agua es uno de los recursos más explotados, requerida para mantenernos con vida. Tenemos que cuidarla para que mantener abasto suficiente de agua de buena calidad para nosotros como población y conservar las funciones hidrológicas, biológicas y químicas de los ecosistemas, acoplando las labores humanas a los límites de la capacidad de la naturaleza y

combatiendo las causas de los males entrelazados con el agua. (Problemas Ambientales, 2014).

Hoy por hoy pasamos por la denominada crisis internacional del agua, originado a que gran parte de los patrimonios acuáticos del planeta se hallan expuestos a un alto grado de contaminación en diversos estados, a los resultados de la excesiva explotación de los patrimonios naturales y el constante agravio al medio ambiente, sumado a que el agua dulce manipulada por la humanidad para envolver sus necesidades de nivel primario entre lo cual se encuentra las actividades de agricultura, industrias y captación de energía en hidroeléctricas, indica sólo el 1 % del total de los patrimonios acuáticos en nuestro mundo. (Tello L. 2011).

Avalar el camino al agua y a su purificación como derecho humanitario compone un paso significativo para transformarlo en una realidad para todo el mundo. Esto significa que:

- El camino seguro a agua y a saneamiento es un derecho legal, más que una mercadería o asistencia suministrada en términos caritativos;
- Debería apresurar el compromiso de conseguir unos niveles básicos y corregidos de acceso;
- Se obtiene mejor a aquéllos con “peor servicio” y por tanto reducen las diferencias.
- Las colectividades y los grupos sensibles se percibirán aptos para participar en los métodos de toma de decisiones.

Composición Química del Agua: Es un elemento humilde hecho por átomos chicos (H_2O), fusionados por uniones covalentes muy fuertes formando que la molécula sea tremendamente firme. De repartición anormal de la consistencia electrónica, dado que el oxígeno, uno de los compendios con más electrones negativos, asume así mismo los electrones de ambos vínculos covalentes, de forma que cerca del átomo de oxígeno se convoca una mayor densidad electrónica (carga negativa) y junto de los hidrógenos la menor (carga positiva). (Carbajal, Á., & Gonzales, M., 2012).

Calidad del Agua: La propiedad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de elementos naturales como de la operación humana. Sin la operación humana, la eficacia del agua llegaría determinada por la degradación del substrato mineral, los métodos atmosféricos de evapotranspiración y asentamiento de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los sustentos del suelo por los factores hidrológicos, y los métodos biológicos en el medio acuático que pueden perturbar la composición física y química del agua.

El desperfecto de la calidad del agua se ha transformado en motivo de inquietud a nivel mundial con el desarrollo de la población humana, la expansión de la acción industrial y agrícola, y la intimidación del cambio climático como causa de significativas alteraciones en el ciclo hidrológico. (ONU-DAES, 2012)

Contagio de Agua en el Perú: El agua contaminada tanto en ríos, lagos y mares es ocasionado, básicamente, por 4 rutas: derrame de aguas servidas, derrame de basuras, derrame de desechos mineros y derrame de sustancias químicas.

Derrame de aguas servidas. En los centros urbanos la mayoría echan directamente los desechos (aguas servidas o residuales) en ríos, en lagos y al mar. Esta dificultad es extensiva y perjudica al mar peruano, a nuestros ríos y a nuestros lagos. Los desechos poseen inmundicias, lavazas de detergente, restos de industrias, residuos petroleros, aceite y más residuos infecciosos que dañan la vegetación y la fauna acuática. Cuando se lleva a cabo el derrame de desechos, libres de procesos, esparcimos centenares de creadores de padecimientos que afectan al bienestar de nuestra salud.

Derrame de basuras en las aguas. La mayoría del país estamos acostumbrados a arrojar la basura y desmonte de manera indiscriminada y sin tener algún tipo de cuidado para con las orillas de nuestro mar, nuestros ríos y lagunas. Ciertos desechos contienen la presencia de restos orgánicos y no orgánicos los cuales tienden a descomponerse con el tiempo como puede también que no se descompongan y produzcan ciertas sustancias tóxicas como óxidos ferrosos, ácidos nocivos, etc.

Derrame de desechos mineros. En el caso de la contaminación que generan los desechos mineros o relaves se debe a que se ejerce la explotación de minerales y no se llevan a cabo ciertos parámetros para poder cuidar el medio ambiente, o por otro lado se encuentran los que ejercen la minería ilegal la cual no cumple con leyes ni parámetros dañando con sus relaves y desechos las fuentes de agua en el Perú. Los relaves mineros contienen una serie de metales altamente tóxicos como fierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras sustancias las cuales en una considerada proporción pueden originar daños irreparables en la salud del ser humano.

Derrame de sustancias químicas. En su gran mayoría este tipo de contaminación es ejercida por las industrias y todas aquellas que utilicen sustancias químicas para poder realizar procesos industriales generando desechos como abono, ácidos, aceites, petróleo, harina y aceite de pescado, etc.

2. Plomo

El plomo (latín Plumbum) es un componente de la tabla periódica y su cifra atómica es 82. Este parte como contaminante tiene una entrada toxicidad en personas animales y todo ser orgánico. Puede generar avíos clínicos todavía hasta la doladera. En la naturaleza, el catión Pb^{2+} es la especie más equilibrada del plomo como integrante, sin embargo, existen formas o estructuras a nivel molecular que son insolubles o al menos no son solubles por la presencia de ciertos compuestos asimismo presentes como los carbonatos, sulfatos, hidróxidos o en perspectiva de sulfuros lo que permite la sedimentación de estos en los efluentes. (SchulzBaldes et al., 1983). La preocupación existe cuando el medio mojado está pestilente con plomo sumándole a esto las condiciones como el potencial de Hidrogeno, la brusquedad del licor la salinidad o la presencia de materias orgánicas que aprobarán el incremento de toxicidad de este ion agrandando el carácter contaminante de este catión y volviéndola peligrosa para la flora y fauna presente. El mantenimiento en algunos casos, igualmente se ve afectada por la presencia de otros cationes y el contenido en oxígeno en el agua. El plomo ingerido es transportado a la

hemoglobina y en mezquino término se deposita en los tejidos Blandos (casta, páncreas, hígado y Medula Ósea), la ingesta prolongada conduce a la despensa en el exoesqueleto en la que puede quedarse varias etapas. La despensa de este ion en animales, específicamente en los peces se da en los organismos como las branquias y el tiroides. También se menciona que el hígado y los músculos son fuera de afectados por la perspicacia de este contaminante a pesar de que después de varias semanas alcanzan una nivelación y se acumulan en todas las partes del compañía de los peces específicamente sobre las branquias, bazo, glándula y apunte. (Cousillas, p.19).

Tabla 1. Límite permisible según el A1, A2 y A3.

		A1	A2	A3
Parámetros	Unidad de medida	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizaras con tratamiento avanzado
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05

Nota: Fuente: Estándar de calidad ambiental.

Tabla 2. Límites máximos permisibles del metal Pb para el agua según el EPA, OMS y UE.

METAL	EPA	OMS	UE
Pb	0.015	0.01	0.01

Nota: Fuente: ECA(Estándares Nacionales de Calidad Ambiental)

Efecto del Plomo en la Salud

Según OMS (2017): Los niños de temprana edad son especialmente vulnerables a los efectos tóxicos del plomo, que puede tener consecuencias graves y permanentes en su salud, afectando en particular al desarrollo del cerebro y del sistema nervioso. El

plomo también causa daños duraderos en los adultos, por ejemplo aumentando el riesgo de hipertensión arterial y de lesiones renales. En las embarazadas, la exposición a concentraciones elevadas de plomo puede ser causa de aborto natural, muerte fetal, parto prematuro y bajo peso al nacer, y provocar malformaciones leves en el feto.

Para la flora el plomo ha demostrado ser un metal que no es beneficioso ya que no aporta en ningún sentido a su desarrollo, crecimiento y demuestra ser totalmente lo contrario al ser nocivo, en cuanto a la fauna resulta causar enfermedades y pesar a la salud de algunos seres” (SEMARNAT, 2014).

Las personas pueden verse expuestas al plomo en su puesto de trabajo o en su entorno principalmente a través de:

La inhalación de partículas de plomo generadas por la combustión de materiales que contienen este metal (por ejemplo, durante actividades de fundición, reciclaje en condiciones no seguras o al utilizar gasolina con plomo)

La ingestión de polvo, agua o alimentos contaminados (por ejemplo, agua del de los ríos que arrastran partículas de plomo, agua canalizada a través de tuberías de plomo o alimentos envasados en recipientes con esmalte de plomo o soldados con este metal)

Otra posible fuente de exposición al plomo es el uso de determinados productos cosméticos y medicamentos tradicionales.

Normatividad en el Perú

Según Minam (2008), en la última década el Perú ha manifestado una gran concentración de contaminación de sus recursos hídricos, por lo cual se crearon leyes que ayuden al control y manejo de derramamiento en algunos destinatarios. El gobierno inició a ocuparse de la misión integral de los recursos hídricos y del ambiente, obteniendo como consecuencia:

Ley de Recursos Hídricos. – Aquí se manifiesta ANA; Ministerio del Ambiente. - Donde se formulan los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de Calidad Ambiental. En la actualidad, existen leyes que tienen como objetivo mantener un

control y remediar la calidad de los recursos hídricos mejorando así la calidad del medio ambiente.

Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental (ECA) para el Agua

Para la consumación del D.S.: N° 002-2008-MINAM y de la contemporánea norma, se tiene en conocimiento las sucesivas precisiones de las Categorías de los ECA para Agua:

3. Remoción de Metales Pesados (Plomo)

Métodos convencionales para la remoción de metales pesados (plomo)

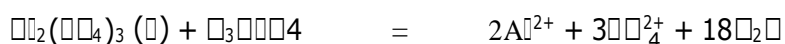
Kanamadi et al, (2006) indica que en tiempos anteriores se han llevado a cabo una serie de estudios con el fin de poder remediar la presencia de metales pesados en medios acuosos preparados y en terreno directamente en aguas de ríos y lagos basándose principalmente en el uso de propiedades físico y químicos de estos materiales innovadores empleados con el fin de la remediación del agua ante los metales pesados se encuentran.

Impresión sintética y destilación: La impresión en los metales es lograda a través de adicionar aditivos que cumplen la función de coagular como la sal de hierro y más polímeros orgánicos.

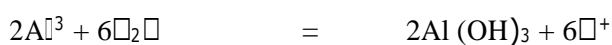
La absorción y co imprimación empleando metal hidrolizante (hierro, aluminio, etc.) llegó a ser usado mayormente buscando estos resultados. Las posibles ecuaciones de coagulación con aluminio y hierro se describen a continuación

Aluminio

Disolución de aluminio:



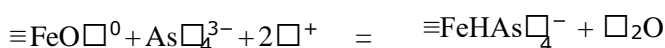
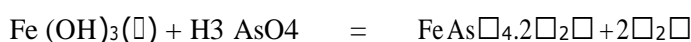
Precipitación de aluminio (acídico)



Co-precipitación (No estequiométrica, producto no definido):



Hierro



Donde [$\equiv\text{FeO}(\square)^0$] representa los sitios de la superficie del óxido.

El precipitado formado mientras del coagular el manganeso y tranca in situ que se encuentra en el agua casualidad sea magnificado sedimentado, postrero a esto se filtra de forma rápida con arenilla, u otros métodos de afueras.

Tabla 3

Ventajas y desventajas de las principales tecnologías convencionales para la remoción de metales pesados del agua bebida.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> - Su costo inicial correspondientemente bajo, cuando se usa en sistemas a gran escala puede ser una tecnología costo-efectiva. - Trabajo relativamente simple (cuando se compara con las otras tecnologías listadas). - Químicos comúnmente disponibles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pasividad limitada a las variaciones de pH. (para sulfuros) - Puede verse afectado por la apariencia de solidos suspendidos. - Producen lodos tóxicos. - Baja certeza, particularmente cuando las concentraciones son bajas (entre 1 y 100mg/L) y especialmente para el As (III). - En algunos casos solicita de pre-oxidación.

Fuente: Adaptado de Volesky, 2001; Ahmed, 2001; Kanamadi et al, 2006; Petrusevski, 2007; Wang y Chen, 2009.

Inmovilidad o ahorro química: La gran parte de procesos de remediación llegan a ser positivos al zarandar arsénico en su forma pentavalente, de allí que sea forzoso un proceso de entorpecimiento como pre-prescripción para redimir el arsenito a

arsenato. El arsenito consigue ser oxímoron con oxígeno, ozono, cloro, hipoclorito, permanganato, permoho de hidrógeno, entre otros; de los cuales el oxidado

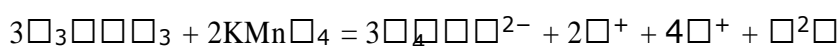
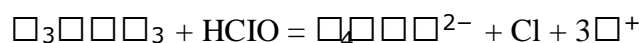
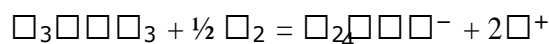


TABLA 4 : VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PRINCIPALES TECNOLOGIAS CONVENCIONALES PARA LA REMOCION DE METALES PESADOS DEL AGUA BEBIDA - INMOVILIDAD

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> - Proceso comparativamente simple, de bajo costo, pero lento. - Oxida otras impurezas y elimina contaminación microbiana (cuando se usa cloro o similar como agente oxidante). 	<ul style="list-style-type: none"> - Se solicita el uso de químicos. - Puede verse afectado por la presencia de sólidos suspendidos. - La remoción de arsénico es parcial. - Sensitivo a las condiciones ambientales.

Fuente: Adaptado de Volesky, 2001; Ahmed, 2001; Kanamadi et al, 2006; Petrushevski, 2007; Wang y Chen, 2009.

Intercambio iónico: Este recurso es habitualmente manoseado para la remoción de un catión o anión no deseado del líquido. Las resinas de intercambio iónico son primeramente polímeros sintéticos que contienen un grupo iónico trabajador como el SO₃H y se hallan disponibles de manera selectiva para ciertos iones metálicos; por el contrario otros materiales naturales como las zeolitas también pueden ser empleados como medio de intercambio iónico. A medida que la capacidad de la alquitrán se agota, esta necesita ser regenerada.

Las restricciones en el uso de intercambio iónico para el procedimiento de efluentes inorgánicos son primariamente su grande costo y los requerimientos de sistemas de pre-tratamiento adecuados. El intercambio iónico es capaz de presentarse concentraciones de

iones metálicos en el rango de partes por millón, sin embargo en perspectiva de altas cantidades de iones competidores mono y bivalentes como el sodio y calcio, el intercambio iónico es prácticamente inepto.

YTABLA 5: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PRINCIPALES TECNOLOGÍAS CONVENCIONALES PARA LA REMOCIÓN DE METALES PESADOS DEL AGUA BEBIDA – INTERCAMBIO IÓNICO

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> - Técnicas comparativamente conocidas, definidas y comercialmente disponibles. - Efluente de alta pureza. - Alta efectividad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tolerancia restringida a las variaciones de pH. - Puede verse afectado por la presencia de sólidos suspendidos. - Origina residuos tóxicos. - Se solicita de instalación y regeneración. - Solicita de operación y mantenimiento altamente tecnificado. - Costo relativamente alto.

Fuente: Adaptado de Volesky, 2001; Ahmed, 2001; Kanamadi et al, 2006; Petrushevski, 2007; Wang y Chen, 2009.

Procesos de película: Los procesos de película pueden zarandar toda tipo de sólidos disueltos, incluidas las sales de arsénico, a través de gotera, repulsa eléctrica, ósmosis inversa, electrodiálisis y adsorción de compuestos afines al arsénico. Estos procesos involucran la agrupación iónica mediante el uso de una laminilla selectiva con una fortaleza motriz específica.

La viabilidad del micro-afueras y la ultrafiltración como técnicas para la remoción de arsénico es en gran medida apasionado del tamaño y orden de las partículas afines al arsénico que se encuentren en el elixir. Las membranas de nano-mancha son capaces de tamizar porciones significativas de los compuestos de arsénico disueltos en aguas naturales.

En el casualidad de la osmosis inversa se emplea una crítica de presiones para empezar el envío de solventes a través de una laminilla semipermeable en respuesta

a una frecuente aplicada a electrodos. Esta es una tecnología probada y efectiva para la remoción de constituyentes disueltos (40).

TABLA 6 : VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PRINCIPALES TECNOLOGÍAS CONVENCIONALES PARA LA REMOCIÓN DE METALES PESADOS DEL AGUA BEBIDA – PROCESOS DE PELÍCULA

VENTAJAS	DESVENTAJAS
	- Tolerancia restringida a las variaciones de pH.
- Técnica bien definida y alta eficiencia en la remoción.	- Consigue verse afectado por la presencia de sólidos suspendidos.
- No origina residuos sólidos tóxicos.	- Costo de instalación y sustento altos.
- Capaz de destituir otros contaminantes.	- Operación y sustento altamente calificados.
	- Se originan aguas residuales tóxicas.

Fuente: Adaptado de Volesky, 2001; Ahmed, 2001; Kanamadi et al, 2006; Petrusevski, 2007; Wang y Chen, 2009.

Adsorción: La adsorción implica el uso de una atmósfera granular adsorbente para la remoción selectiva del arsénico en el elixir con o sin ajuste de pH y con o sin regeneración del adsorbente. Muchos rudimentos filtrantes granulares adsorbentes han manifestado una reincorporación eficaz en la remoción de arsénico del agua. Estos utensilios encierran la alúmina y brasa activados recubiertos con óxido de barreta y otros medios comerciales derivados. Estas tecnologías son consistentemente competentes de cerner arsénico del zumo por debajo de los niveles requeridos por los estándares nacionales e internacionales.

Confrontado con la aceleración, es más imaginario que la eficacia de la adsorción se vea deteriorada por las características y contaminantes en el néctar a relacionarse, por el contrario los costos de operación y sustento dilatan a ser menores y solicitan menor competencia técnica para procurar, tal como analizado en sistemas enana graduación que usan esta tecnología. Por ello, la adsorción y el intercambio iónico

suelen ser usados en sistemas de prescripción comparativamente chicos cuando el arsénico es el único contaminante a hablar.

TABLA 7 :VENTAJAS Y DESVENTAJASDE LS PRINCIPALES TECNOLOGIAS CONVENCIONALES PARA LA REMOCION DE METALES PESADOS DEL AGUA BEBIDA - ADSORCION

VENTAJAS	DESVENTAJAS
- Comparativamente conocida y comercialmente útil (uso de sorbentes convencionales).	- Tolerancia limitada a las transiciones de pH.
- Alta efectividad.	- Puede verse afectado por la presencia de solidos suspendidos.
- Se puede obtener un efluente de alta pureza.	- Origina materiales de residuo tóxicos.
	- Operación y sustento altamente calificados.
	- Costo comparativamente alto.

Fuente: Adaptado de Volesky, 2001; Ahmed, 2001; Kanamadi et al, 2006; Petrushevski, 2007; Wang y Chen, 2009.

Adsorción y Absorción

- Cuando una sustancia se aglutina a una superficie se nombra adsorción, es este caso, la sustancia se incrusta a la superficie interna del carbón activo.
- Cuando la sustancia es absorbida en un medio diferente se le nombra absorción.
- Cuando un gas es atraído dentro de una solución se llama adsorción.

La Bioadsorción como proceso varío para remediación de metales pesados en agua

La palabra ‘bio adsorción’ alcanza un intervalo paralizado de conquista de categorías, agregados o átomos féreos o metales de un ámbito marítimo por el toscos adsorbente de destemplado somático, determinados biomaterial. Durante el intervalo las especies metálicas son retenidas por ‘sitios’ químicos (‘grupos de captura’) consecuentemente presentes y eficaces inclusive cuando las biomasas están muertas.

Grandiosos valores de metales logran ser almacenados por una desemejanza de metodologías, arrimado o libremente del metabolismo. La cadencia de biomasa

viva como muerta, al igual que productos celulares como polisacáridos, logran ser utilizados para la remediación de metales en entorno acuoso.

Según Nilanjana Das, en aprovechamiento con los métodos convenidos de remediación de metales, la bio adsorción presenta las sucesivas mejorías relativas:

- Soez costo, debido a que a menudo los bio adsorbentes usados están compuestos de materiales naturales (como en el caso de las algas marinas) o despojos de instrucciones industriales (como residuos de fermentación o agroindustriales) que se encuentran disponibles en grandes cantidades.

- Gran provecho y capital selectivos: el rendimiento de la adsorción metálica de las disparejas características de biomasa logra ser selectiva en mayor o benjamín sumario a diferentes metales. Dependiendo de muchos componentes como el espécimen de biomasa, los métodos de logro (incluyendo pre-prescripción físico-fabricado), la mezcolanza de la posibilidad, entre otros.

- Regenerativos: unos bio adsorbentes logran ser nuevamente usados después que el metal es reconsiderado.

- Se forman una minúscula cuantía de fangos: se comprimen las dificultades secundarias, vinculados con la descendencia de fangos, que ocurren con otras metodologías como la precipitación química.

Sin embargo, estos mismos métodos de bio adsorción asimismo muestran indiscutibles decadencias como:

- Alígera hartura, puesto que pende de los lugares o conjuntos de presa mediante estos originan el contacto con el metal pesado (plomo).

- La capacidad de optimizar estos métodos orgánicos son restringidos debido a que el material pierde la propiedad de generar cambios físicos y químicos (siempre y cuando el biomaterial en masa se encuentre sucumbida).

- Se halla imposible perturbar las propiedades de los metales a través de métodos orgánicos (siempre y cuando el biomaterial en masa se encuentre sucumbida).

Tabla 8*Tipos de biomazas naturales usadas para la preparación de biosorbentes*

Categoría de biomasa	Ejemplos
Bacterias	Bacterias gram-positivas, gram-negativas y cianobacterias.
Hongos	Mohos, setas y levaduras.
Algas	Micro algas, algas marrones, algas marinas rojas, etc.
Despojos industriales	Despojos de fermentación, residuos de la industria de alimentos y bebidas, lodos activados, lodos anaeróbicos.
Despojos agroindustriales	Despojos de frutas y vegetales, cascarilla de arroz, salvado de trigo, vaina de soya, etc.
Despojos naturales	Despojos de plantas y vegetales, aserrín, cortezas de árboles, hierbas y maleza, etc.
Otros	Materiales con altos contenidos de quitina y celulosa.

Fuente: Acomodado de Park Yun y Park, 2010.

Parámetros que influyen en el desarrollo de bio adsorción

Para obtener mayores consecuencias en la remediación de metales pesados convenimos deber presente los primordiales fundamentos que intervienen en el desarrollo de la bioadsorción, entre ellos tenemos:

Propósito del Ph de la disolución: “El pH es el elemento de mayor importancia en el cambio de la biosorción, instituye la especiación del metal, cargo de protonación y desprotonación de los grupos eficaces que perturbara el intervalo de adsorción” (Sánchez, 2016). “La bioadsorción está valientemente conmovido por el pH debido a que los iones de hidrogeno constituyen un adsorbato émulo mano en la adsorción de cationes (pH mayor a 4,5), como en la adsorción de aniones (pH entre 1,5 y 4)” (Tejada, 2015).

Según los formación de (Schiewer, 1996) existen tres modales en las que el pH intercede en el transcurso de la bioadsorción; “después de esto el valor de pH puede trocar el estado químico de los sitios activos de esta manera grupos ácidos expiden protones en utensilios básicos y atraen protones en instrumentos ácidos” (Sánchez, 2016), posesiones extremos de pH podría roturar daños en la charpa del bioadsorbente y a continuación la especiación del metal pende del pH (Sánchez,

2016). “El jefe inadecuado en la conmutación del pH se origina a que los grupos utilizables del bioadsorbente (hidroxilo, carboxilo, sulfhidrilo), con un pH insignificante el homogéneo del bioadsorbente se obligación efectivamente y resiste cationes metálicos en mano que utilidad altos de pH llegan a difundir la aceleración del metal en la fusión” (Carro, 2012).

Efecto de la temperatura en la disolución: La temperatura es considerada una medida de menor importancia y no origina un gran impacto durante el proceso de bioremediación; “sin desmerecerlo, se han justificado en unos estudios que la temperatura tiene relación en cuanto a la velocidad y el grado de bioadsorción” (Tejada, 2015).

“El prospección del mismo se realizó a través de isotermas de adsorción que llegan a ser pilotos que apoyan a obtener las estables de cadencia adsorbente/adsorbato” (Carro, 2012). Van Ness & Abbott (1997) plantearon una ecuación en la cual se explica la jerarquía de la interminable de frugalidad presunta de adsorción (K_c) con la destemplanza.

Tamaño de la partícula: En la adsorción la dimensión y proporción del material desarrolla una función relevante originada ya que interfiere en las propiedades de absorción y además en la rapidez del resultado. “Esta presencia de una gran cantidad de focos eficaces que se pueden emplear para la reacción y la simplicidad con la que el material de absorción puede adherirse a ellos, con un mínimo de limitaciones a la propagación en el interior de poros, es causa de su ampliación de contenido de conservación con la baja de la dimensión de la partícula” (Buitrón, 2015).

Período de contacto: “El periodo en contacto o tiempo de equilibrio se refiere al instante en el que se satura el material de bioadsorción, el cual así se encuentre almacenado junto el metal con la variable biosorbente, el sorbente no variará la proporción de metal extraído” (Lee, 2004).

El tiempo que se encuentra en contacto es totalmente importante para desarrollar posteriormente estudios y poder reparar el proceso, este pende de la misma manera en la aglomeración del metal pesado o la dosis de remediación. Por lo general este procesos puede solicitar pocas horas, inclusive minutos pendiendo de las peculiaridades de la infusión y concentración del metal (Carro, 2012).

Tipo y concentración inicial del metal: “Los parámetros físicos y químicos de los metales estipulan su conducta en disolvente lo que conlleva a una interacción distinta con la revestimiento del elocuento. Como resultado, la plumazo de confiscación de los sólidos pende asimismo del variedad de metal, Allen y Brown (1995) concernieron la objeción de semejanza de algunos bioadsorbentes por la electronegatividad del metal.” (Zurdo, 2010).

“Exceptuado del organismo de metal, es alegórico conocer cuál es el acrecentamiento máximo de iones metálicos que logra adsorber el bioadsorbente a gobernar, esta validez vivirá sujeta a las contextos a realizarse en su ejecución, al igual que la temperatura a la que se porteará a cabo la fusión para poder tener en altar los resultados esperados y así poder conseguir novedad documentación concerniente al terapéutica de metales pesados” (Ordóñez, 2014).

Procedimiento de los ensayos a aplicarse

Ensayo de ATD: El ensayo se refiere a someter la muestra de algún material inerte en cuanto al ámbito físico, químico y térmico; a ciertas temperaturas durante un periodo de tiempos (temperaturas constantes) o temperaturas alcanzadas en cierto momento. Esta toma de medidas se realiza mediante un control de temperaturas para poder observar el comportamiento del material y saber si dan reacciones endotérmicas o exotérmicas de parte de la muestra, a través de este cambio constante de temperaturas podremos saber si el material de estudio sufre un aumento o disminución de sus propiedades y características originadas a su reacción a la temperatura que se le someta.

Fluorescencia de Rayos X: (Andía Cárdenas, 2000): La ceniza en polvo (0,5000 g) se funde con 6,0000 g tetraborato de litio (Spectromelt A1000), para demoler su composición de partículas y mineralógica, a 1200°C durante 11 minutos en una máquina de fusión (PERL X3 - Philipps).

El fundido resultante se somete a una colada en forma de perla de vidrio que consecutivamente se introduce en el espectrómetro de FRX (SRS 3000 Bruker). En la perla se calculan las intensidades de fluorescencia de los rayos x de los elementos solicitados y se analiza la composición química de las cenizas en relación a unas gráficas o ecuaciones de calibrado determinadas preliminarmente y aplicando correcciones para los efectos inter elementales. Las ecuaciones de calibrado y las correcciones inter elementales se instauran a partir de perlas elaboradas con materiales de referencia certificados.

Ensayo de cantidad de arsénico en el agua: El analizador portátil de metales pesados metalysen hm 1000 es el equipo principalmente planteado para exámenes en campo de manera sencilla, rápida y efectiva de metales pesados en niveles bajos de: Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio y Plomo; Suministra deducciones en parte de billón (ppb). Pueden ser manejados en laboratorio o en campo con resultados rápidos, menos de 10 minutos, además de poseer electrodos reemplazables.

• Aplicaciones

- ✓ Analizar la calidad de agua.
- ✓ Monitorear el medio ambiente y la contaminación presente en este.
- ✓ Efluentes industriales de agua tratada.

4. Biofiltro

Según Rodríguez, T. (2002) el Biofiltro es un reactor que tiene el proceso de filtración y biodegradación de agentes contaminantes que tienen las aguas en una sola etapa de tratamiento, es una opción económica y de mayor validez para el tratamiento de aguas superficiales y es más eficaz que otras alternativas técnicas.

Clasificación de los filtros:

Los filtros biológicos se archivan por las cargas orgánicas o hidráulicas aplicadas.

Las categorías en las que se parten son dinámico, grueso y lento. Mayormente se utilizan sistemas de filtros de dos etapas en los que se conectan en serie dos A menudo se utilizan sistemas de filtros de dos etapas en los que se conectan en inventario dos filtros.

Filtro dinámico: Consiste en echar tierra el agua por piedras de desiguales tamaños, las cuales efectúan con la costura de duchar con las materias gruesas que trae el líquido.

Estos tanques o filtros dinámicos son los que sujetan un veta puritano de fina grava (6 a 13 mm) en la revestimiento, adicionalmente de una sepultura corpulenta de grava (13 – 25 mm) y un sistema de drenaje en el choto.

Este mecanismo es manejado con el fin de dominar las cimias de turbidez y proteger de dicha forma el lugar de mejoramiento ante los sólidos con altas cargas transportados por su origen en horas reducidas.

Filtro grueso: Para la desinfección del licor es el goteo grueso y consiste en averiguar el jugo a través de piedras de desiguales tamaños, las cuales se inmovilizan asimismo más partículas.

Conforme va funcionando el filtro, los espacios vacíos se van colmatando con las partículas retenidas del agua, por lo cual se requiere una limpieza semanal controlada mediante las válvulas de apertura a la salida de la unidad.

Filtro lento: La bebida se introduce en un dornajo que contiene esta arenilla y es tiranizado por una roca fina dentro de la cual unos tubos recogen el claro.

El tratamiento de agua es una unidad de permeabilidad lenta en arenilla, siendo resultado de un acumulado de aparatos de umbralado físico y vivo, que interactúan de forma compleja para optimizar la operatividad del caldo a grado microbiológico. Radica en una cama de fina arena dentro de un pozo, instalado encima de un manto de grava que forma el sustentáculo de dicha arena que, a su vez, se halla encima de un régimen de conducciones caladas recogiendo agua depurada. La salida en bajada con una prontitud de permeabilidad en descenso que logra ser vigilada y preferible el acceso al pozo.

5. Uso de Cáscara de Mandarina

Tradicionalmente, las cáscaras de mandarina eran procesadas para obtener las fracciones volátiles y no volátiles de los aceites esenciales y aromas en las bebidas, gaseosas, helados, pasteles, ambientadores, perfumes y las mercaderías cosméticos. Hoy en día, se han reportado diversas aplicaciones en el ámbito boticario, gracias a sus propiedades antioxidantes germicida. Aunque, la constancia de estos componentes es pequeña porque que la exigencia popular de estos productos con audacia apéndice es relativamente insignificante. Ya que la bagazo de mandarina está compuesta básicamente de hemicelulosa, celulosa azúcares esenciales, celulosa y pectina.

Tabla 9. Bioadsorbentes provenientes de residuos agrícolas.

Bioadsorbentes	Adsorción Pb	Adsorción Cr
Cáscara de naranja	99.5%(Cardona, Cabañas y Zepeda, 2013)	64.6%(Pinzón-Bedoya y Cardona, 2010)
Cáscara del banano	80%(Castro,2015)	51.2%(Castro Pastor,2015)
Cáscara de tamarindo		94.65%(Acosta et al,2010)
Cascarilla de arroz	67%(Ahmed,2013)	
Cáscara de mamey		95%(Acosta et al, 2012)

Nota: Fuente: Verduro Vergara, 2017.

Celulosa: La celulosa es un polímero con grilletos largos sin ramificaciones de azúcar y se distingue del fécula por acontecer grupos - CH₂OH alternando por arriba y por debajo del igual de la molécula. La declive de prisiones laterales permite a las moléculas de celulosa hallarse unas a otras para formar estructuras rígidas. (Garces & Coava, 2012, p.31).

Hemicelulosa: Las hemicelulosas son polisacáridos que, excluyendo la celulosa, constituyen las paredes celulares de las plantas y se pueden desnudar con soluciones alcalinas diluidas. Las hemicelulosas forman en torno a una tercera elemento de los carbohidratos en las partes maderosas de las flora. El sostén químico de las hemicelulosas consiste de grilletos largos con una gran tipo de pentosas, hexosas y sus correspondientes ácidos úronicos. (Garces & Coava, 2012, p.32)

Pectina: Las pectinas son una mezcla de polímeros ácidos y neutros muy ramificados. Constituyen el 30% del volante accidentado de la barrera celular primaria de células vegetales. Determinan la porosidad de la pared, y por partida el cargo de disponibilidad de los sustratos de las enzimas implicadas en las

modificaciones de la misma. Las pectinas también proporcionan superficie cargadas que regulan el Ph y el balance iónico. (Garces & Coava, 2012, p.33).

Tabla N°10: Composición química de la cáscara de mandarina.

COMPONENTES QUIMICOS	UNIDADES
Energía	43 kcal
Proteína	0.8g
Hidratos de Carbono	9g
Fibra	1.9g
Calcio	36 mg
Hierro	0.3 mg
Yodo	Tr
Magnesio	11 mg
Zinc	0.4 mg
Sodio	2 mg
Potasio	160 mg
Fosforo	17.2 mg
Selenio	Tr
Tiamina	0.07 mg
Riboflavina	0.02 mg
Eq de niacina	0.3 mg
Vitamina B6	0.007
Vitamina A	56 ug
Folato	21 ug
Vitamina C	35 mg

Características de los minerales de la cáscara de mandarina:

- Calcio; El ion calcio, Ca^{++} , forma sales desde prudentemente solubles a muy insolubles. Lanza fácilmente como $CaCO_3$. Contribuye de forma muy especial a la dureza del agua y a la formación de incrustaciones. Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250 ppm o incluso 600 ppm. (Miguel R. Lapeña).
- Magnesio; El ion calcio, Mg^{++} , tiene patrimonios muy parejos a las del ion calcio. Las aguas dulces enlosen contener entre 1 y 100 ppm. Ayuda a la dureza del agua y a pH alcalino logra crear incrustaciones de hidróxido.
- Hierro; El ion hierro se puede mostrar como ion ferroso, Fe^{++} , o en la forma más oxidada de ion férrico, Fe^{+} . La permanencia de las diferentes formas químicas depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras del medio, composición de la solución, presencia de materias orgánicas acomplejantes.

- Sodio; El ion sodio, pertenece a sales de solubilidad muy elevada y difícil de precipitar. Suele estar coligado al ion cloruro. El contenido en aguas dulces suele ser entre 1 y 150 ppm.

6. Río Santa - Ticapampa

Ubicación: Región Hidrográfica del Pacífico - IV Autoridad Administrativa del Agua Casma-Huarmey, Situada en la parte noreste del territorio nacional, íntegramente ubicado en la región natural de la Sierra (parte alta de la cuenca del Río Santa). Con una superficie de 6,535.23 Km (17.61% de AAA)

Límites:

- *Norte: ALA - Santa Lacramarca – Nepeña (AAA Huarmey – Chicama) y la ALA Pomabamba (AAA Marañón).*
- *Este: ALA Pomabamba y Huari ambas pertenecientes a la (AAA Marañón).*
- *Sur: ALA Barranca (AAA Cañete – Fortaleza).*
- *Oeste: ALA Casma – Huarmey y Santa – Lacramarca – Nepeña ambas pertenecena la AAA Huarmey – Chicama.*

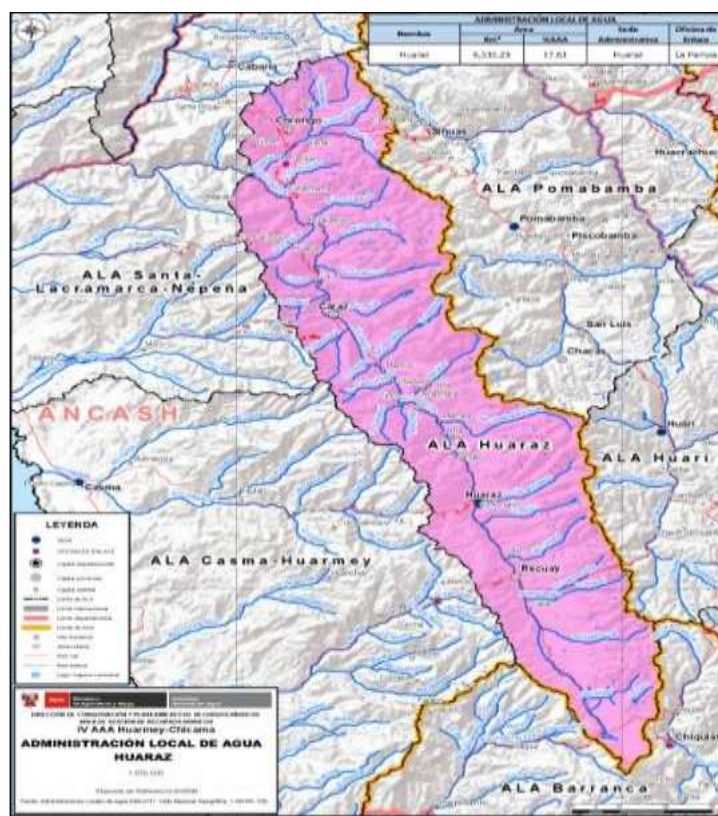


Figura 1. Cuenca monitoreada Río Santa – ALA Huaraz.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2016.

Plomo en el río Santa – ala Huaraz

Monitoreo realizado por ANA al río Santa, punto RSant2.

Tabla 11

Monitoreo de contenido de plomo del Río Santa, (RSant2)

METALES TOTALES (mg/L)	RIO SANTA - TICAPAMPA	LABORATORIO
PLOMO (ensayo 2019)	1.476	COLECBI SAC
PLOMO (ensayo2020)	0.227	COLECBI SAC

Fuente: Elaboración propia.

Justificación de la investigación

Esta investigación tiene por intención remover plomo usando un biofiltro empleando polvo de cáscara de mandarina activada térmicamente, debido a que gran parte del Río Santa tiene contaminante soberanamente infecto para la vida humana, flora y fauna muy próximas a los ríos, ya que engullen sus aguas por vía oral. Se llevó a cabo el modelo, con el que se puede confirmar si se genera la remediación de plomo en aguas del RSant2

El presente proyecto investiga la parte hidráulica ambiental y económica ya dado que es un proyecto innovador que beneficiara a los centros poblados que se colindan con las aguas del Río Santa, en especial al punto RSant2 ubicado en Ticapampa, el cuál beneficia a este pueblo y anexos, dado que la cáscara de mandarina es un biomaterial económico debido a su abundancia, no genera contaminación y sobre todo es un recurso natural renovable, se optó por el uso de la cáscara de mandarina como alternativa de adsorción de plomo.

Más allá de las recomendaciones para que los humanos no se expongan al contacto con metales pesados y tóxicos continúan, estos contribuyen un riesgo en la salud pública sobre todo en países que se encuentran en desarrollo.

Para reducir el daño que generan los metales tóxicos y prestar sus trastos o su reutilización estos logran ser sometidos a técnicas que generan cambios en su estado físico y/o en su etapa de enmohecimiento. En las aguas excedentes, los metales

pesados se pueden remover por reducción, precipitación química, adsorción e intercambio iónico y adición de un agente reductor, asimismo se ha asimilado el recogimiento de microorganismos invulnerables y su capacidad de remoción y/o disminución de metales pesados en sitios contaminados.

La piel de mandarina es un biomaterial que logra ser de segunda mano para la remoción de metales pesados por ámbito de adsorción, en este transcurso actúa en tiempos cortos de contactos que forman de raza, con la eventualidad de efectuar en un ancho grado de condiciones.

Problema

La contaminación por plomo cada vez es más alarmante ya que mayoría sucede en la minería que realiza la práctica errada de los relaves con exceso de minerales sulfúricos como en los ríos, lagos, etc.

Al averiguar en el Río Santa, uno de los ríos que arrastra grandes cantidades de agua, como se logrará reducir la contaminación ya que hay centros poblados que se suministran con las aguas del río santa que estarán expuestas a absorber cierta cantidad de plomo.

La colaboración del ANA ejecutando el control y seguimiento interactivo del agua en el punto RSant2 del río santa se encuentra infestada de metales pesados que cada vez aumentan debido a los relaves producidos por la minería, cambiando así las características de este río.

Por eso se elige por nuevos materiales alternos para la remoción de plomo en el agua que abastece a una parte de la zona costera de Ancash a través del polvo de cáscara de mandarina, de tal manera que se aproveche materiales residuales y a la vez ayude con el desarrollo sostenible en la investigación de diferentes métodos naturales.

El beneficio de realizar esta investigación es obtener soluciones de remoción de plomo que sea económico y realizable, por la falta de tratamiento de agua, ya que los pobladores de esa zona consumen directamente el agua tanto para el consumo como para sus cultivos por lo que no existen investigaciones en este rubro.

A NIVEL INTERNACIONAL

Al realizar estudios a nivel mundial sobre el agua, hicieron tratamientos para mejorar la calidad de agua ya que encontraron contaminantes con metales pesados.

Donde empezaron a innovar con materiales biodegradables, mediante sistemas de remoción, donde se realizó con efectividad.

Algunos investigadores realizaron estudios sobre la cascara de mandarina y encontraron propiedades que tienen probabilidades para la remoción de plomo, tales como es el calcio que tiene en abundancia.

Aquel estudio brindará una satisfacción global, la cual esto se está haciendo cada vez más preocupante.

A NIVEL NACIONAL

Al realizar un análisis sobre el problema existente en la remediación de agua para remediación de plomo, hallamos que tenemos varias dificultades originado a que no existe un control sobre minas informales y terrenos con plomo que desembocan sus aguas hacia los ríos.

Según antecedentes se ha comprobado que en nuestro país la cascara de mandarina tienen buenas propiedades para la purificación, coagulación y floculación de aguas contaminadas con metales pesados como el plomo.

A NIVEL LOCAL

La problemática en el Rio Santa – Ticapampa según estudios realizados es un rio muy contaminado por metales pesados, en esta investigación partiremos con una investigación buscando remover el plomo de las aguas del Rio Santa – Ticapampa.

- Para efecto se plantea el siguiente problema:

¿En qué medida la utilización de un biofiltro permitirá remover plomo en agua del Rio Santa – Ticapampa utilizando 4 g/l de polvo de cascara de mandarina?

Conceptuación y Operación de las Variables

Tabla 12
Variable dependiente: Remoción de Plomo

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Remoción de plomo	La remoción de plomo se puede definir como la acción de eliminar este químico del agua para lograr ser apta para el consumo humano.	Es la eliminación de plomo que se logra a través de una combinación adecuada de agua contaminada con plomo y el uso de 4 y 8 g/L de polvo de cáscara de mandarina según el proceso de adsorción.	Coagulación	Formación de partículas mayores
			Floculación	Agitación para permitir el crecimiento y aglomeración de los flocos recién formados
			Adsorción	Variación

Fuente: Propia del investigador, 2020.

Tabla 13
Variables independientes: Polvo de Cáscara de Mandarina (4 y 8 gr/L)

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Uso de polvo de cáscara de mandarina (4 y 8 gr/l)	Según VERDURO V. (20147): Es el resultado de la calcinación y tamizado de la cáscara de mandarina luego del proceso de selección, lavado y secado.	Consiste en comparar la cantidad de plomo en el contenido en el agua utilizando 4 y 8 g/L de polvo de cáscara de mandarina.	Dosificación de 4 y 8 g/L de polvo de cáscara de mandarina.	Variación

Fuente: Propia del investigador, 2020.

Hipótesis

El uso de un biofiltro con la dosificación de 4 y 8 gr/l de polvo de cáscara de mandarina removería la presencia de plomo en las aguas del Río Santa – Localidad Ticapampa.

Objetivos

A. Objetivo General:

Determinar la remoción de plomo mediante un biofiltro utilizando 4 y 8 gr/l de polvo de cáscara de mandarina removería la presencia de plomo en las aguas del río Santa – Localidad Ticapampa.

B. Objetivos Específicos:

- ✓ Localización y ubicación del punto de estudio.
- ✓ Caracterización físico – químico del agua del Río Santa.
- ✓ Realizar el análisis térmico diferencial a la cáscara de mandarina para determinar la temperatura de calcinación.(ATD)
- ✓ Realizar el ensayo de Efluorescencia de Rayos X (EFRX) al polvo de cáscara de mandarina para determinar su composición química.
- ✓ Determinar el nivel de pH del polvo de cáscara de mandarina.
- ✓ Diseño Hidráulico de un prototipo de Biofiltro.
- ✓ Comparar, analizar e interpretar los resultados

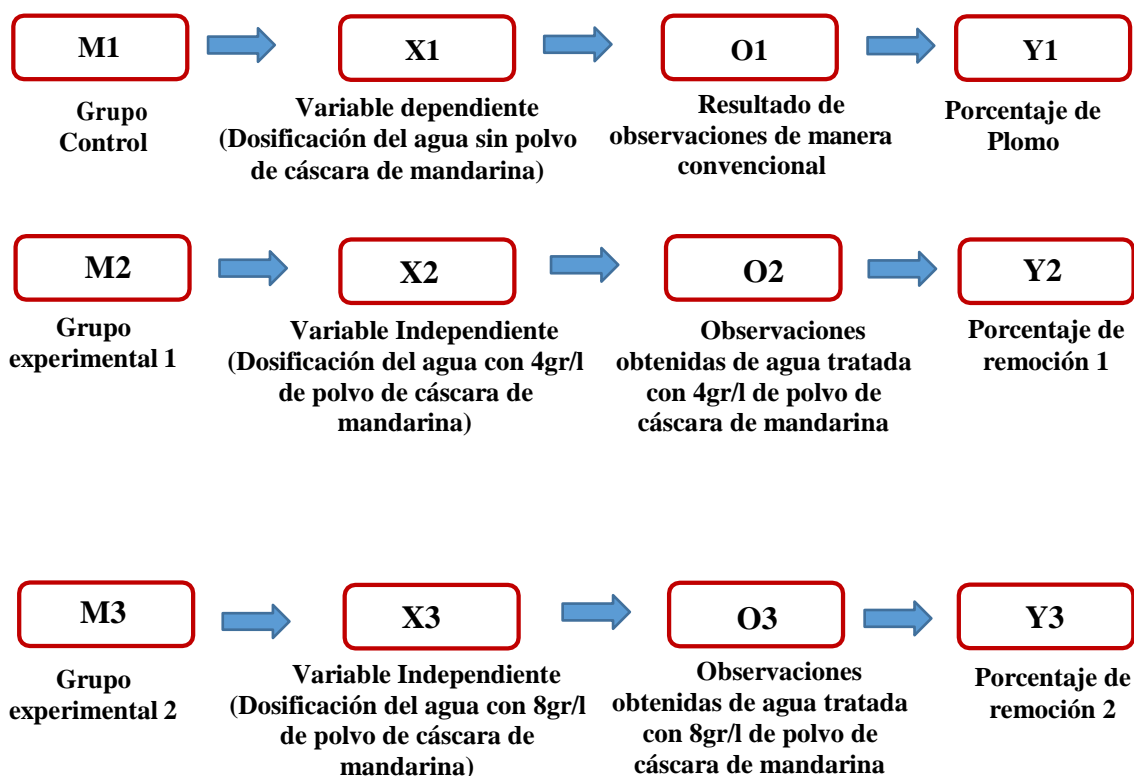
II. METODOLOGÍA

Tipo y Nivel de Investigación

Aplicada, ya que el resultado que se busca hallar en el proyecto, fueron empleados para solucionar incidencias ligadas al área de hidráulica, generando otra opción de remover plomo mediante un biofiltro empleando polvo de cáscara de mandarina en 4 y 8 gr/L, y buscar determinar la cantidad de remoción de plomo del agua esperando que cumpla los estándares de la norma de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), teniendo en cuenta que el polvo de cáscara de mandarina tiene componentes químicos como la pectina que permite que se adhiera al arsénico, lo cual indica que es un material adsorbente.

Diseño de Investigación

La metodología de investigación a la cual corresponde la presente encaja con el perfil de experimental en un grado cuasi experimental, ya que se llevó a cabo la evaluación de 03 modelos de un mismo material y clasificados según la adición de cantidad de la misma, teniendo el grupo 01 aguas del río santa sin adición de biomaterial activado, grupo 02 a las aguas del río santa con adición de 4gr/l de polvo de cáscara de mandarina y por último al grupo 03 conformado por agua del río santa adicionado de 8gr/l de polvo de cáscara de mandarina



M1: Muestra 1 de elementos en Grupo control (soluciones de agua del río Santa contaminadas con plomo).

M2: Muestra 2 de elementos en Grupo Experimental (soluciones de agua del río Santa como consecuencia de manipular la variable Independiente; adicionar 4gr/L. de polvo de cáscara de mandarina utilizando el método de adsorción).

M3: Muestra 3 de elementos en Grupo Experimental (soluciones de agua del río Santa como consecuencia de manipular la variable Independiente; adicionar 8gr/L. de polvo de cáscara de mandarina utilizando el método de adsorción).

X1: Variable Dependiente (dosificación del agua sin polvo de cáscara de mandarina).

X2: Variable Independiente (dosificación de 4gr/L. de polvo de cáscara de mandarina).

X3: Variable Independiente (dosificación de 8gr/L. de polvo de cáscara de mandarina).

O1: Observaciones Obtenidas por dicha muestra del Grupo Control, son los resultados anotados en la guía de observación concreta.

O2: Observaciones Obtenidas por dicha muestra del Grupo Experimental, son los resultados anotados en la guía de observación con adición de 4gr/L. de polvo de cáscara de mandarina.

O3: Observaciones Obtenidas por dicha muestra del Grupo Experimental, son los resultados anotados en la guía de observación con adición de 8gr/L. de polvo de cáscara de mandarina.

Y1: Variable Dependiente (Cantidad de arsénico en muestra sin polvo de cáscara de mandarina).

Y2: Variable Independiente (Cantidad de remoción de plomo con 4gr/l de polvo de cáscara de mandarina).

Y3: Variable Independiente (Cantidad de remoción de plomo con 8gr/l de polvo de cáscara de mandarina).

Método de Investigación

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que estudió las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando a través de ensayos a los que fué sometido la unidad de análisis que son las muestras de agua sin adición, como los que se adicionaron, polvo de cáscara de mandarina en 4 y 8g/L, empleando métodos de recolección de datos cuantitativos a través de observaciones y fichas técnicas de laboratorio que fueron relacionadas con las variables y los objetivos de la presente investigación.

Población

La cuál está conformada por las aguas del Río Santa, punto de monitoreo RSant2 que abastece el distrito de Ticapampa, Recuay, Ancash.

Muestra

Se realizó la extracción de las especímenes: 01 modelo patrón de agua con plomo previamente de la remediación mediante biofiltro y 02 modelos de aguas tratadas mediante un biofiltro empleando polvo de cáscara de mandarina en 4 y 8 gr/L.

Procesamiento y Análisis de la Investigación

Zona de Estudio:

Localización y caracterización de zona de estudio:

Datos de Zona de Estudio (Muestras de Agua):

Ubicación: Provincia de Recuay, Distrito de Ticapampa, C.P. Cayac

Coordenadas UTM: E231345.852m – N8922813.649m. Ver Figura 12.

Elevación: 3 386.10 M.S.N.M.

Zona de origen para toma de modelos de aguas: Río Santa – Provincia de Recuay, cerca al puente Simmer. Ver Figura 8.

Lugar de origen y toma de muestras de agua: Río Santa – Provincia de Recuay, cerca al puente Simmer, donde se visualiza que las rocas y sedimentos tenían un color amarillento, que significaba la presencia de metales pesados, a causa de las minerías ilegales, como el derrame del flujo minero para poder separar los metales pesados entre ellos el plomo y ello conlleva a que el derrame minero capte el recorrido del río y conecte a causa de las lluvias intensas causando de esta manera una gran cantidad de contaminación de arsénico.

Se recolecto las muestras ejecutando todos los protocolos de bioseguridad preventivos ante el covid 19, las muestras se almacenaron en un bidón de 20 Lt. previamente lavadas con agua destilada para evitar contaminación de la muestra.

Datos de Zona de Toma de Muestra (Muestras de Cáscara de Mandarina):

Ubicación: Mercado la Perla – Distrito de Chimbote

Coordenadas: 9°5'55"S – 78°33'21"W

Elevación: 1.40 m.s.n.m

Lugar donde fueron tomadas las muestras de cáscara de mandarina: Mercado la “La Perla” - Chimbote. Ver Figura 10.

Los 3 kg de muestra se almacenaron en bolsas herméticas.

Se recolectaron las muestras ejecutando todos los protocolos de bioseguridad para prevenir el covid 19.

Preparación de Muestras:

Muestras de las aguas del Río Santa (RSant2):

Muestras para Barrido de Metales:

Se extrajeron 20Lt. de las aguas del Río Santa con el fin de poder realizar el ensayo de barrido de metales y constatar si existía la presencia de plomo en sus aguas. Ver Figura 9.

Muestras para Experimentación:

Se procedió a tomar 3 muestras de 3Lt. del punto de monitoreo RSant2 para poder realizar el proyecto de investigación requerida, siendo estas:

- 3Lt. para la muestra patrón (sin adición de polvo de cáscara de mandarina).
- 3Lt. para la muestra experimental (adicionando 4gr/L de polvo de cáscara de mandarina).
- 3Lt. para la muestra experimental (adicionando 8gr/L de polvo de cáscara de mandarina).

Ver Figura 11.

Muestra de Cáscara de Mandarina:

Preparación del Polvo de Cáscara de Mandarina:

- Se procedió al cuarteo de la muestra y posterior a esto la cáscara de mandarina con el uso de agua destilada. Ver Figura 13.
- Se dejó escurrir durante 30 minutos la muestra con el fin de que no se pudra por el exceso de humedad.
- Se preparó un ambiente en el cuál la muestra estaba protegida de contaminarse por solidos externos del lugar. Ver Figura 14.
- La muestra fue expuesta a la temperatura ambiente durante 2 semanas, teniendo en cuenta un rango de temperatura máxima de 22°C-23°C (en su mayoría en horas de 12:00pm) y un rango de temperatura mínima de 19°C-20°C (en su mayoría en horas de 21:00pm-4:00am). Ver Figura 15.
- Se recolectó la muestra seca y se realizó el cuarteo correspondiente.
- Con ayuda de una licuadora de madera se procedió a triturar la muestra ya que la cáscara de mandarina cuenta con pequeñas fibras que hacen complicada su pulverización con otros equipos u herramientas. Ver Figura 16.
- Una vez triturada la muestra se hizo pasar por lo tamices N°200 con el fin de obtener pequeñas esferas de biomasa y facilitar su calcinación. Ver Figura 17.
- Se procedió a pesar la muestra del polvo resultante del tamizado. Ver Figura 18.
- Se llevaron 4 gr de muestra de polvo de cáscara de mandarina a la Universidad Nacional de Trujillo para realizar la prueba de ATD (Análisis térmico diferencial) y así activar la muestra obteniendo mayores propiedades. Ver Figura 19.
- Con el resultado de ATD se procedió a llevar la muestra de biomasa de cáscara de mandarina al horno para su calcinación y por ende su activación.
- Se obtuvo la muestra de polvo de cáscara de mandarina. Ver Figura 20.

- Se procedió a pesar en una balanza analítica y separar las muestras del polvo para poder realizar los estudios requeridos:

- ✓ 20 gramos de muestra para FRX (Fluorescencia de Rayos X) en la Universidad Nacional de Ingeniería.
- ✓ 20 gramos para pH de la muestra.
- ✓ 5 y 10 gramos de las muestras requeridas para el desarrollo experimental.

Ver Figura 21.

Elaboración de Biofiltro a escala para remover Plomo con Polvo de Cáscara de Mandarina:

Materiales Empleados:

- 03 baldes de plástico transparente de 4Lt. con grifo.
- 01 hélice de 10cm de diámetro
- 04 codos de 45° de 1/2"
- 02 llaves de paso de 1/2"
- 04 niples mixtos de 1/2"
- Malla organza (1m)
- Lija N°40 (1 plancha)
- Tubo PVC de 1/2" (2m)
- Teflón en cinta
- Oatey azul para PVC
- DC motor
- DC Fuente de 5 V
- Switch 01
- Jack 01
- Cable de poder 01

- Potenciómetro 01
- Caja contraplacada de 0.14x0.14 m (01)
- Sellador sikaflex 01
- Tacómetro digital 01
- Tuercas

Forma de Armado para Biofiltro:

Los 03 baldes de plástico tienen la capacidad de almacenar 4Lt. de agua, cuenta con un diámetro de 20cm y una altura de 30cm. Ver Figura 22.

A cada balde se le realizó un orificio circular del diámetro de la tubería de 1/2", según se requería. A dos se les perforó un orificio en la parte superior trasera a los filtros y otro orificio donde eventualmente se encontraban los grifos (después de retirarlos del balde). Al tercer balde sólo se le hizo un orificio en la parte superior trasera del grifo y no se le retiró el grifo para que se pueda controlar la salida de la muestra a un recipiente para extraer las muestras de agua tratada.

Luego se procedió a ensamblar los baldes con las tuberías, accesorios y el motor. Ver Figura 23.

El primer balde sirve para la recepción de la muestra, el segundo sirve para el contacto directo entre la muestra de agua con plomo y la muestra de polvo de cáscara de mandarina a través del movimiento circular que es generado por el motor y la hélice adaptada al motor girando a 200 rpm; el tercer balde recibe la muestra que pasa del segundo balde a través de la unión universal con la malla organza adaptada para poder retener sólidos, y luego ser depositado en un contenedor y ser llevado al laboratorio. Ver Figura 24.

Desarrollo Experimental de Remoción:

Iniciamos el desarrollo experimental ingresando la muestra de agua del río Santa con presencia de plomo al primer balde, que se encarga de almacenar la muestra, la cual

es controlada por una llave de paso que permitirá su ingreso al siguiente balde. Paralelo a esto se agrega la muestra de 4 gr/L y 8gr/L posteriormente del polvo de cáscara de mandarina al segundo balde. Ver Figura 25.

Luego de haber realizado esto se procede a abrir la llave de paso para que la muestra de agua tenga contacto directo con la muestra de polvo de cáscara de mandarina, continuamos encendiendo el motor que a través de la hélice adaptada transmitió un movimiento circular a 200 rpm, lo cual se llevó a cabo durante 2 horas. Ver Figura 26 y 27.

Posterior a esto se dejó reposar la muestra durante 15min para luego abrir la siguiente llave de paso que llevó a la muestra tratada por la unión universal, la cual poseía una malla organza adaptada, con el fin de filtrar sólidos resultantes de la remoción y luego dar acceso a la muestra tratada hacia el tercer balde el cual recibió y almacenó la muestra tratada, que a través del pequeño grifo con el que cuenta se vertió en un recipiente y se llevaron para realizar los análisis físico químicos al laboratorio Colecibi S.A.C. Ver Figura 28, 29, 30 y 31.

III. RESULTADOS

Barrido de Metales: Se realizó la toma de muestra de las aguas del río Santa.

Tabla 14

Resultados de barrido de metales en aguas del Río Santa – Rsant2.

METALES TOTALES	L.C. (mg/L)	RIO SANTA
Plata (Ag)	0,002	<0,002
Aluminio (Al)	0,02	17,42
Arsénico (As)	0,005	3,893
Boro (B)	0,003	1,520
Bario (Ba)	0,003	0,138
Berilio (Be)	0,0002	<0,0002
Calcio (Ca)	0,02	107,80
Cadmio (Cd)	0,0001	0,0247
Cerio (Ce)	0,009	<0,009
Cobalto (Co)	0,0006	0,0120
Cromo (Cr)	0,0003	0,0073
Cobre (Cu)	0,002	0,124
Hierro (Fe)	0,002	46,590
Mercurio (Hg)	0,001	<0,001
Potasio (K)	0,1	10,2
Litio (Li)	0,003	0,478
Magnesio (Mg)	0,02	12,47
Manganeso (Mn)	0,0003	5,3658
Molibdeno (Mo)	0,002	<0,002
Sodio (Na)	0,06	42,53
Niquel (Ni)	0,0006	0,0073
Fósforo (P)	0,01	0,76
Plomo (Pb)	0,002	0,227
Antimonio (Sb)	0,003	0,048
Selenio (Se)	0,005	<0,005
Silice (SiO ₂)	0,01	>100
Estaño (Sn)	0,003	<0,003
Estroncio (Sr)	0,0003	0,6828
Titanio (Ti)	0,0007	0,4754
Talio (Tl)	0,002	0,006
Vanadio (V)	0,001	0,031
Zinc (Zn)	0,002	7,092

Fuente: El investigador realizó los estudios en el laboratorio Colecbi S.A.C., 2020.

Análisis Térmico Diferencial (ATD):

Los resultados del análisis térmico diferencial indicaron que la muestra experimentó cambios endotérmicos en 100°C y 210°C; luego uno en 480°C, lo cual indicó una dable variación de etapa y variación en las propiedades en el biomaterial.

Con estos datos se llevó a cabo la calcinación de la muestra, con lo cual se obtuvo la muestra requerida de polvo de cáscara de mandarina al haber sido activada a 480°C durante 1 hora 30 min.

Ensayo de FRX:

En el ensayo de FRX se muestra la presencia en su mayoría de Calcio, Potasio, Silicio, Azufre, etc.

Tabla 15
Composición elemental del polvo de cáscara de mandarina en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Método Utilizado
K_2O	55.066	
CaO	15.026	
MgO	10.342	
SiO_2	8.036	
OFe_2O_3	4.996	
Al_2O_3	4.639	
P_2O_5	1.488	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva
TiO_2	0.124	
SO_3	0.111	
MnO	0.075	
SrO	0.062	
ZnO	0.015	
Rb_2O	0.010	
CuO	0.009	

Fuente: Propia, se realizó los estudios en el laboratorio Labicer de la UNI, 2020.

Ph de Polvo de Cascara de Mandarina:

El resultado del ensayo de pH realizado a la muestra de polvo de cáscara de mandarina nos indica su exceso de alcalinidad al sobrepasar el rango de entre 6,5 – 8,5 pH según ECA.

Tabla 16

Resultado de pH realizado a la muestra de polvo de cáscara de mandarina.

MUESTRA	ENSAYO DE pH
POLVO DE CÁSCARA DE MANDARINA	10,83

Fuente: Propia, se realizó los estudios en el laboratorio Colecbi S.A.C., 2021.

Muestra Patrón (*Muestra sin polvo de cáscara de mandarina*):

Metal Pesado (Plomo):

Tabla 17

Resultados de presencia de plomo en aguas del Río Santa.

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	MUESTRA PATRON DE AGUAS DEL RIO SANTA – RECUAY
Plomo (Pb)	0,002	0,473

Fuente: Propia, se realizó los estudios en el laboratorio Colecbi S.A.C., 2021.

Parámetros Físico – Químicos:

Tabla 18

Resultados de parámetros físico-químicos de plomo en aguas del Río Santa.

ENSAYOS	MUESTRA PATRON DE AGUAS DEL RIO SANTA - RECUAY
S.T.D. (mg/L)	264
Turbidez (NTU)	318
Conductividad (uS/cm)	426
Ph	3,48

Fuente: Propia, se realizó los estudios en el laboratorio Colecbi S.A.C., 2021.

Muestra Experimental N°01 (Tratada con 4 gr/L de polvo de cáscara de mandarina):

Metal Pesado (Plomo):

TABLA 19:

Resultados de presencia de plomo en aguas del Rio Santa- añadiendo 4gr/l de polvo de cáscara de mandarina

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	MUESTRA EXP. N°01 DE AGUAS DEL RIO SANTA - RECUAY
Plomo (Pb)	0,002	0,098

Fuente: Propia, se realizó los estudios en el laboratorio Colecibi S.A.C., 2021.

Parámetros Físico – Químicos:

TABLA 20:

Resultados de parámetros físico-químico de plomo en aguas del Rio Santa- añadiendo 4gr/l de polvo de cáscara de mandarina

ENSAYOS	MUESTRA EXP. N°01 DE AGUAS DEL RIO SANTA - RECUAY
S.T.D. (mg/L)	108
Turbidez (NTU)	117
Conductividad (uS/cm)	624
pH	9,25

Fuente: Propia, se realizó los estudios en el laboratorio Colecibi S.A.C., 2021.

Muestra Experimental N°02(Tratada con 8 gr/L de polvo de cáscara de mandarina):

Metal Pesado (Plomo):

TABLA 21:

Resultados de presencia de plomo en aguas del Rio Santa- añadiendo 8 gr/l de polvo de cáscara de mandarina

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	MUESTRA EXP. N°02 DE AGUAS DEL RIO SANTA - RECUAY
Plomo (Pb)	0,002	0,047

Fuente: Propia, se realizó los estudios en el laboratorio Colecibi S.A.C., 2021.

Parámetros Físico – Químicos:

TABLA 22:

Resultados de parámetros físico-químico^o de plomo en aguas del Río Santa- añadiendo 4gr/l de polvo de Cascara de mandarina

ENSAYOS	MUESTRA EXP. N°02 DE AGUAS DEL RÍO SANTA - RECUAY
S.T.D. (mg/L)	214
Turbidez (NTU)	128
Conductividad (uS/cm)	1806
pH	10,53

Fuente: Propia, se realizó los estudios en el laboratorio Colecibi S.A.C., 2021.

Tablas y figuras obtenidas por el desarrollo de pruebas experimentales

Tabla 23

Variación de parámetros físicos – químicos de las aguas del río Santa posterior al uso de polvo de cáscara de mandarina.

ENSAYOS	M1 MUESTRA PATRON (Agua del Río Santa, punto RSant2 sin polvo de cáscara de mandarina)	M2 MUESTRA EXPERIMENTAL N°01 (Agua del Río Santa, punto Rsant2 con 4gr/L de polvo de cáscara de mandarina)	M3 MUESTRA EXPERIMENTAL N°02 (Agua del Río Santa, punto Rsant2 con 8gr/L de polvo de cáscara de mandarina)
pH	3,48	9,25	10.53
Variación de pH	0	5,77	7.05
Conductividad (uS/cm)	426	624	1806
Variación de Conductividad	0	198	1380
Sólidos Totales (mg/L)	264	108	214
Variación de Sólidos Totales	0	-156	-50
Turbidez (NTU)	318	117	128
Variación de Turbidez	0	201	-190

Fuente: Propia, se realizó los estudios en el laboratorio Colecibi S.A.C., 2021.

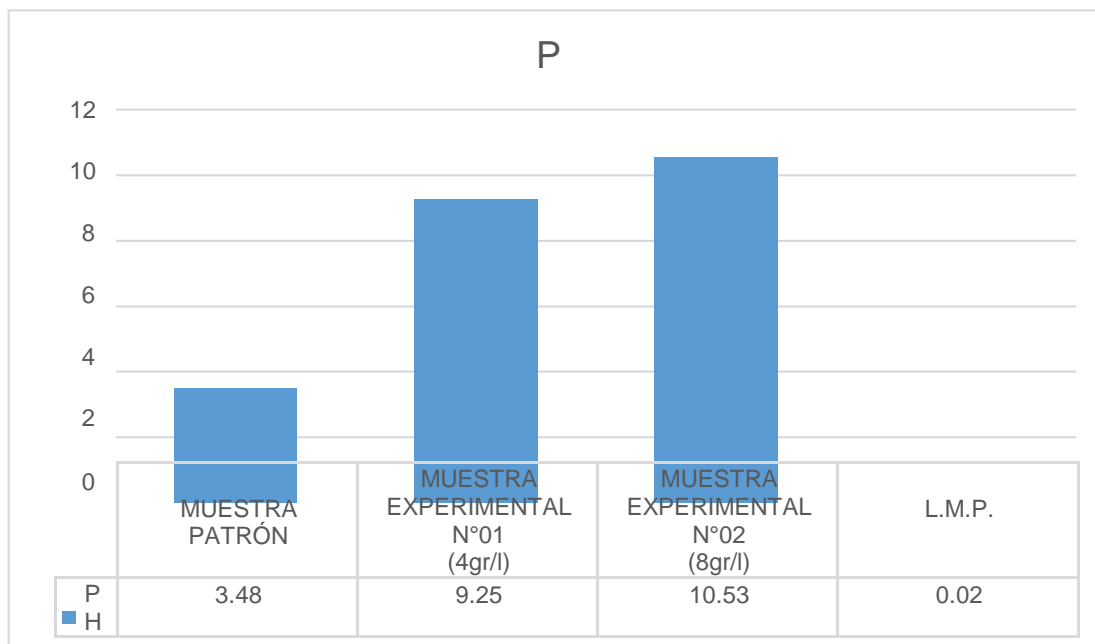


Figura 2. Gráfico de barras representando la cantidad de pH obtenida por las muestras y el L.M.P. según ECA.

Fuente: Propia, elaborada por el investigador, 2021.

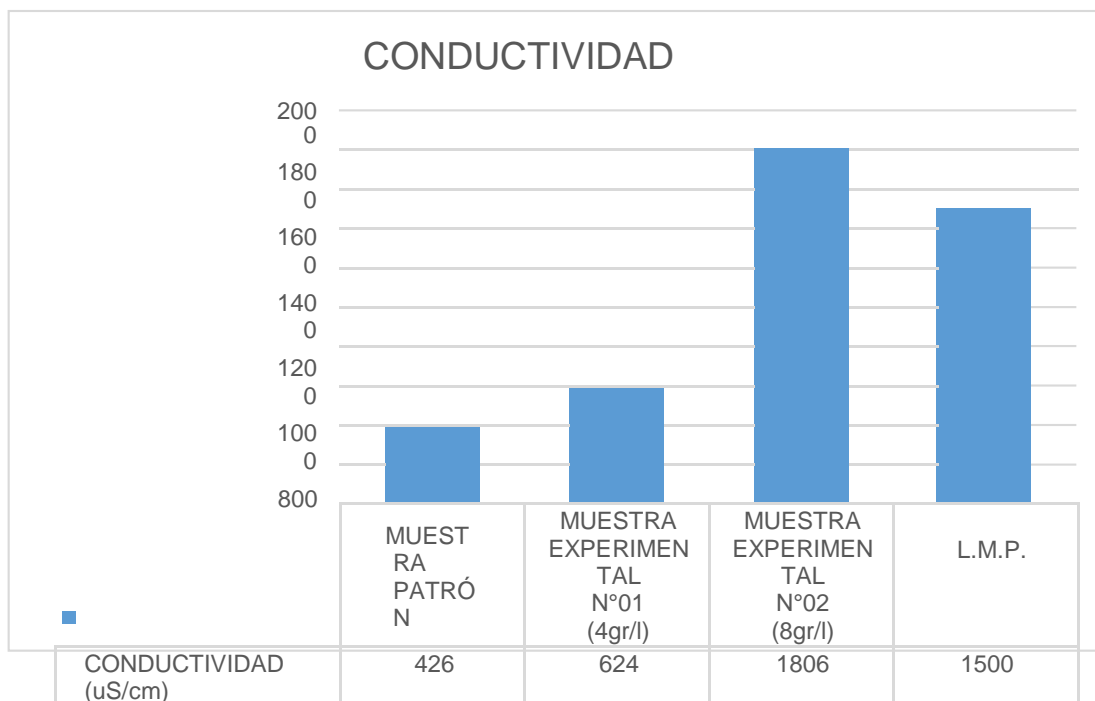


Figura 3. Gráfico de barras representando la conductividad obtenida por las muestras y el L.M.P. según ECA.

Fuente: Propia, elaborada por el investigador, 2021.

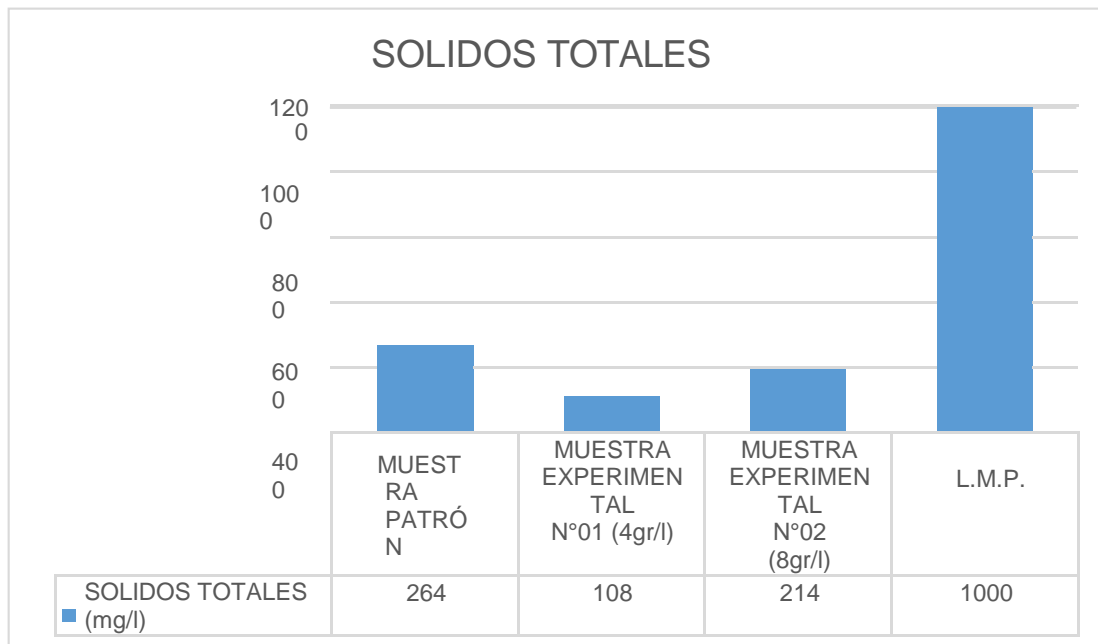


Figura 4. Gráfico de barras representando los sólidos totales obtenidos por las muestras y el L.M.P. según ECA.

Fuente: Propia, elaborada por el investigador, 2021.

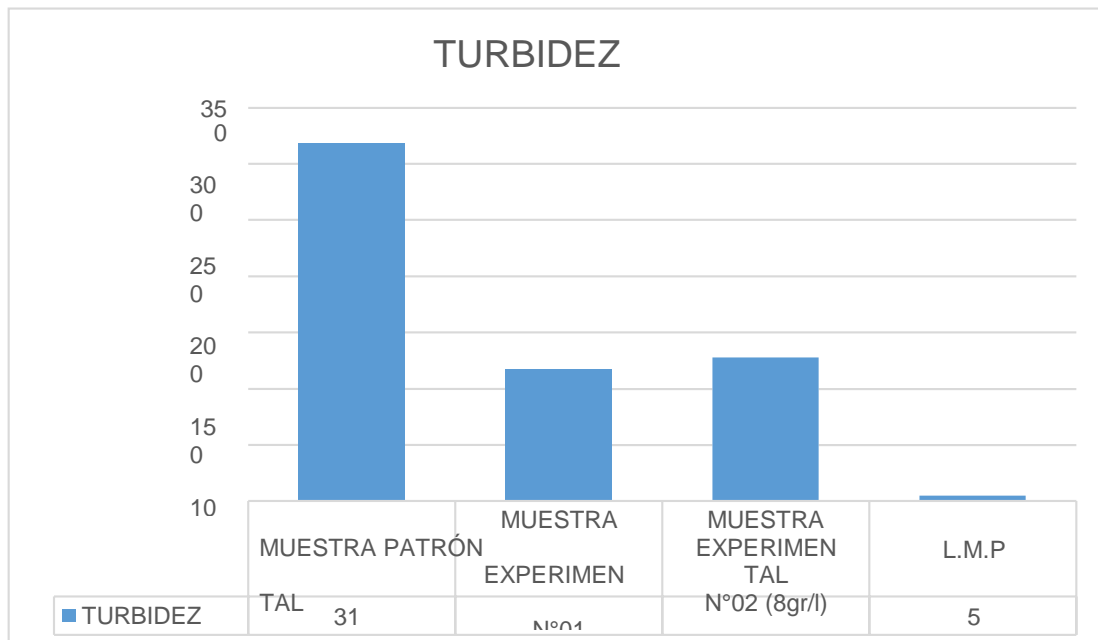


Figura 52. Gráfico de barras representando la turbidez obtenida por las muestras y el L.M.P. según ECA.

Fuente: Propia, elaborada por el investigador, 2021.

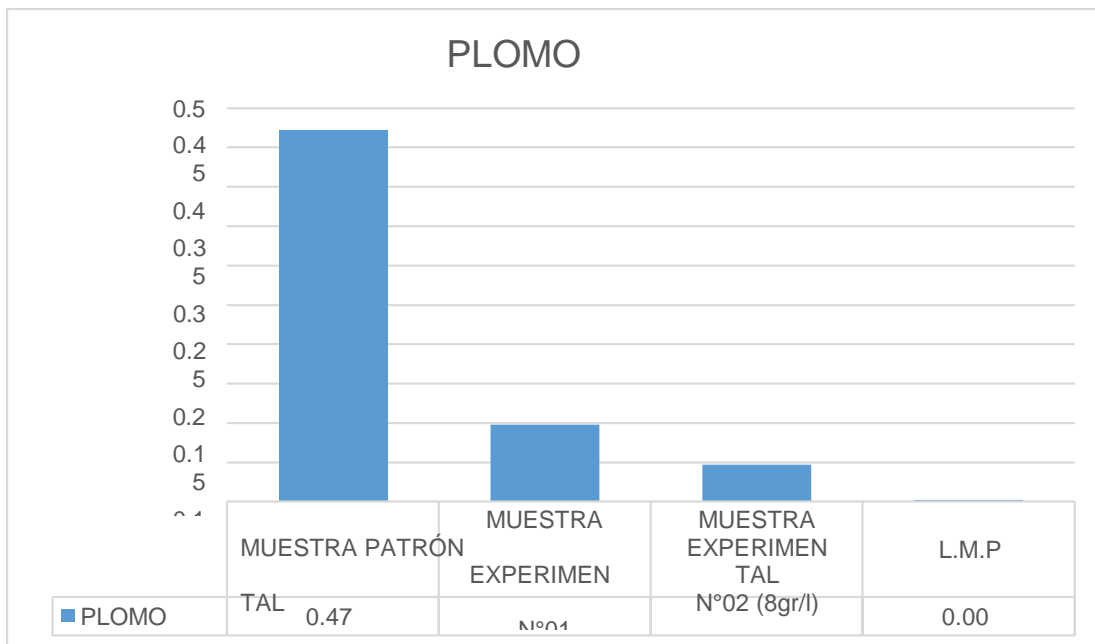


Figura 63. Gráfico de barras representando la cantidad de plomo obtenidas por las muestras y el L.M.P. según ECA.

Fuente: Propia, elaborada por el investigador, 2021.

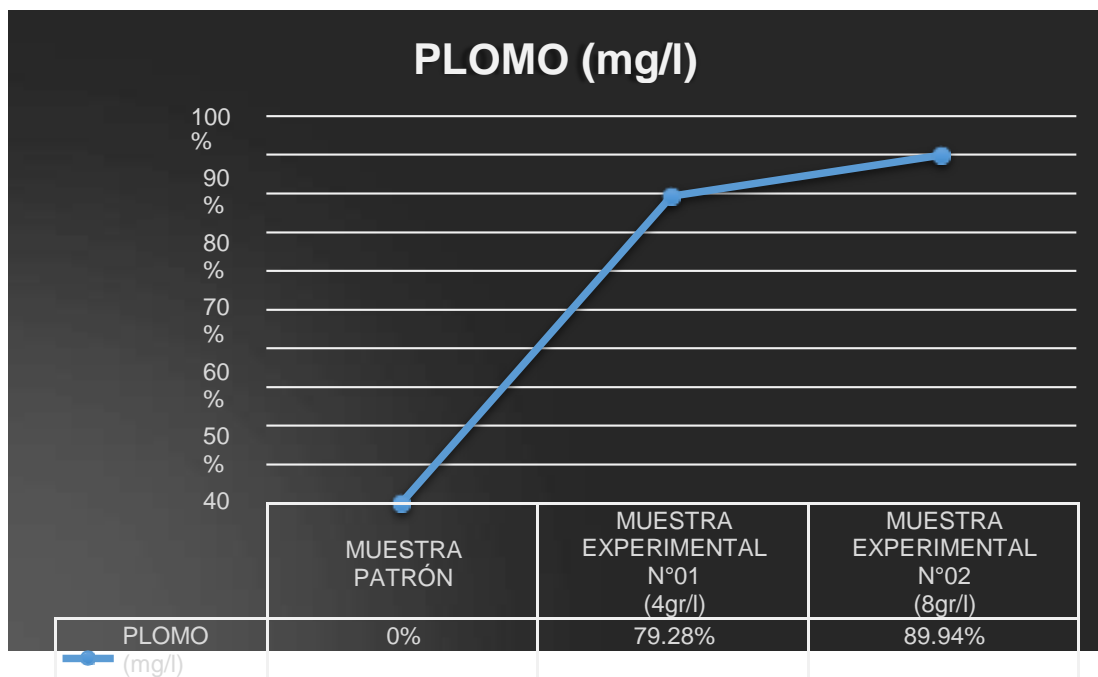


Figura 7. Gráfico representando el porcentaje de plomo obtenidas por las muestras y el L.M.P. según ECA.

Fuente: Propia, elaborada por el investigador, 2021.

Tabla 24: Cuadro comparativo, entre muestras experimentales, muestra patrón y estándares de calidad.

ENSAYOS	M1 MUESTRA EXPERIMENTAL N°01 (Agua del Río Santa, punto RSant2, añadiendo 10 gr/L polvo de càscara de naranja)	M2 MUESTRA EXPERIMENTAL N°02 (Agua del Río Santa, punto Rsant2 añadiendo 20gr/L de polvo de càscara de naranja)	M3 MUESTRA PATRON	M4 ESTANDARES DE CALIDAD ECA
Plomo	0.098	0.047	0.473	0.01
Ph	9.25	10,53	3,48	7.5
Conductividad (uS/cm)	624	1806	426	1500
Sólidos Totales (mg/L)	108	214	264	1000
Turbidez (NTU)	117	128	318	5

Fuente: *Elaboracion propia*

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Pinedo, M. (2018). Mediante su investigación nos indica que activo su cáscara de mandarina a 480°C, en la presente investigación se buscó desecar el material exponiéndola a temperatura ambiente durante dos semanas, por lo cual se decidió tomar como referencia la temperatura indicada en el antecedente y así activarla a los 480°C

Según Pinedo, M. (2018). Se llevaron a cabo ensayos para poder obtener ciertas propiedades de la muestra de polvo de cáscara de mandarina, sin embargo no se llevó a cabo el ensayo de pH para poder determinar la alcalinidad o acides de la muestra; en esta investigación vimos conveniente realizar el ensayo de pH, así que una vez activada la muestra de polvo de cáscara de mandarina se procedió a determinarla, contando con 10.83, siendo entonces altamente alcalino al sobrepasar el nivel neutro el cual es de 7 pH.

Gil L. (2018). Realizó el diseño de un biofiltro sin el uso de capas de arena o grava, empleando velocidades de contacto de entre 50 y 100 rpm; en esta investigación se realizó el diseño hidráulico de un biofiltro estándar, empleando 200 rpm como velocidad de contacto entre la muestra y las aguas a tratar, siendo esto pieza importante para la remoción del plomo al encontrarse a una mayor velocidad de contacto.

Diario el Peruano (2008). Mediante el decreto supremo N°002-2008-MINAM que indica cuales son los estándares de calidad ambiental, en el cuál se especifica cuáles son los parámetros que se deben respetar para poder clasificar el agua, por lo cual esta investigación se basa en esos datos para poder evaluar los resultados obtenidos de las características físicas y químicas de las muestras tratadas con polvo de cáscara de mandarina con lo cual se realizó la tabla , mediante la cual se puede observar los resultados, que en cuanto a los parámetros tuvieron ciertas variaciones:

pH: La muestra patrón muestra un nivel de 3,48 pH presente en las aguas del río Santa indicándonos un alto grado de acidez, mientras que la muestra experimental N°01 en la que se empleó 4gr/L de polvo de cáscara de mandarina tuvo una variación con respecto a la muestra patrón contando con 9.25 pH con lo que se encuentra en el rango

de agua alcalina; y la muestra experimental N°02 en la que se empleó 8gr/L de ceniza de polvo de cáscara de mandarina se elevó a 10.53 con lo que supera en pH a la muestra patrón y la muestra experimental N°01, siendo a su vez altamente alcalino al sobrepasar el rango de 9 pH, según ECA.

Conductividad (uS/cm): La muestra patrón muestra un nivel de 426 uS/cm de conductividad presentes en las aguas del río Santa, mientras que la muestra experimental N°01 en la que se empleó 4gr/L de polvo de cáscara de mandarina obtuvo un aumento a 624 uS/cm superando a la conductividad que poseía la muestra patrón; y la muestra experimental N°02 en la que se empleó 8gr/L de polvo de cáscara de mandarina incremento a 1806 uS/cm con lo que aumento mayor conductividad con respecto a la muestra patrón y la muestra experimental N°01. Cabe resaltar que los niveles de conductividad obtenidos son aceptables a excepción de la muestra experimental N°02 ya que no supera el límite máximo permisible de 1500 uS/cm de conductividad que nos indica ECA.

Sólidos Totales (mg/L): La muestra patrón muestra un nivel de 264 mg/L de sólidos totales presentes en las aguas del río Santa, mientras que la muestra experimental N°01 en la que se empleó 4gr/L de polvo de cáscara de mandarina tuvo un descenso a 108 mg/L de sólidos totales; y la muestra experimental N°02 en la que se empleó 8gr/L de polvo de cáscara de mandarina se elevó a 214 mg/L con lo que supera en sólidos totales a la muestra experimental N°01. Cabe resaltar que los niveles de sólidos totales obtenidos en la muestra patrón y la muestra experimental N°01 y la muestra experimental N°02, son aceptables ya que no superan el límite máximo permisible de 1000 mg/L de sólidos totales que nos indica ECA.

Turbidez (NTU): La muestra patrón muestra un nivel de 318 NTU de turbidez presentes en las aguas del río Santa, mientras que la muestra experimental N°01 en la que se empleó 4gr/L de polvo de cáscara de mandarina redujo a 117 NTU su turbidez; y la muestra experimental N°02 en la que se empleó 8gr/L de polvo de cáscara de mandarina redujo su turbidez a 128 NTU con lo que cuenta con menos turbidez que la muestra patrón. Cabe resaltar que los niveles de turbidez obtenidos en las muestras

experimentales no son aceptables ya que superan el límite máximo permisible de 5 NTU de turbidez que nos indica ECA.

Plomo (mg/L): Los resultados en cuanto a la remoción de arsénico fueron considerables teniendo en cuenta la gran cantidad de este metal en la muestra patrón la cuál fue de 0.473 mg/L; como resultado del uso de 4gr/L de polvo de cáscara de mandarina se redujo el plomo presente en la muestra patrón hasta alcanzar la cantidad de 0.098 mg/L y por su parte con el uso de 8 gr/L de polvo de cáscara de mandarina se obtuvo una mayor reducción de arsénico, obteniendo 0.047 gr/L como resultado, donde su uso sería destinado según los estándares de calidad MINAM (2017), para regadío sin restricción y bebidas de animales (Figura 38).

Con los resultados obtenidos pudo realizar la curva de variación de plomo en porcentajes, indicando y demostrando así cuál de las muestras logró mayor capacidad de remoción de plomo en las aguas del río Santa.

V. CONCLUSIONES

La localización de la zona se realizó sin problemas, donde se pudo obtener las muestras en épocas de lluvia, donde el caudal del río nos permitió acceder a retirar las muestras sin ningún inconveniente, donde se visualizó la caracterización de la zona, en las rocas y sedimentos amarillentos a causa de la contaminación de las minerías ilegales que se practica en Recuay Ticapampa .

La temperatura de calcinación a la que se llevó a cabo la muestra de cáscara de mandarina fue a los 480°C durante en un tiempo de contacto de 90 min, esto como resultado del ensayo del ATD.

La composición química de polvo de cáscara de mandarina obtuvo picos de elementos como calcio, potasio, silicio, entre otros; la cual se obtuvo mediante el ensayo de FRX.

Se realizó el ensayo de pH a la muestra de polvo de cáscara de mandarina con lo que se obtuvo un valor de 10.83, concluyendo que dicha muestra es altamente alcalino ya que supera el rango de 6,5-8,5 pH.

En el resultado del barrido de metales se comprobó el exceso de plomo con 0.473 mg/L.

El biofiltro se realizó con 3 baldes de 4L para aprovechar la figura circular que estos poseen, así generar que la gran mayoría de la muestra no se mantenga en asentamiento y entre en contacto con el agua a tratar con una velocidad de 200 rpm, provocando así un mayor aprovechamiento hidráulico para la remoción de plomo.

La muestra patrón nos confirmó la presencia de plomo en cantidad de 0.473 mg/L y los parámetros físicos-químicos de la muestra de agua; los cuales sufrieron variaciones al aplicar ciertas cantidades de las muestras para la remediación de las aguas. El diseño de 4 gr/L de polvo de cáscara de mandarina redujo la cantidad de arsénico a 0.098 mg/L removiendo así el 79.28% del metal pesado, mientras que el diseño de 8 gr/L redujo el plomo a 0.047 mg/L removiendo así el 89.94% del metal pesado obteniendo una mayor efectividad en cuanto a remoción; cabe destacar que aun habiendo removido considerables cantidades de plomo no se logró que el agua pueda ser apta

para el consumo humano ya que no alcanzó los límites máximos permisibles de 0.02 mg/L de plomo indicados por ECA.

El uso según los estándares de calidad del 2017 - MINAM del agua tratada en la muestra experimental 02 sería para bebidas de animales y riego de vegetales, ya que es inferior a 0.05 g/l de contenido de plomo.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar el monitoreo del río Santa – localidad Ticapampa durante las épocas de estiaje y sequía, esto debido a que los aumentos de plomo y demás metales pesados en el agua no suelen ser constantes y varían según las épocas.

Activar la cáscara de mandarina aumentando la temperatura de activación y desecarla a temperatura ambiente incrementando el lapso de tiempo, hasta obtener el polvo de cáscara de mandarina a una temperatura aumentada, así además de remover el plomo tal vez también se genera una variación en la claridad del agua del Río Santa, ya que como el polvo de cáscara de mandarina ayuda mucho en cuanto a la claridad del agua del Río.

Realizar nuevas dosificaciones mayores a 10 gr de polvo de cáscara de mandarina ya que se verifica en la investigación que la reducción de plomo va en descenso y así poder lograr potabilizar el agua tratada.

Trabajar con muestras que contengan un alto grado de alcalinidad como es el caso del polvo de cáscara de mandarina para poder compensar la acidez que posee el agua con plomo.

Analizar un mayor número de barrido de metales en distintos puntos dentro de la zona de estudio en este caso el río Santa – Rsant2 para poder tener un menor margen de error en el resultado de dicho ensayo y así poder tener un mejor promedio de la presencia de metales pesados en la zona.

Variar los tiempos y la velocidad de contacto entre el agua del río y las muestras de polvo de cáscara de mandarina en el biofiltro para obtener una variedad de resultados que nos facilite llegar a una conclusión en cuanto al tiempo y revoluciones ideales para una buena remoción de plomo.

Añadir algún tipo de filtrante y optar por un mayor tiempo de reposo para obtener una mejoría en sus propiedades físico-químicas del agua tratada.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahalya N., Kanamadi RD y Ramachandra T V., (2008). Biosorción de cromo (VI) por Conchas de vaina de *Tamarindus indica*, *Journal of Environmental Science Research Internacional*, 1 (2): 77-81. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/242253910_Biosorption_of_chromium_VI_by_Tamarindus_indica_pod_shells
- Autoridad Nacional del Agua (2019). *Monitoreo de calidad de agua en Cuenca del Río Santa y Afluentes*. Recuperado de <file:///F:/Monitoreos%20Rio%20Santa%202013-2019/Santa%202019/Ensayos%20Santa%202019/Informe%20de%/20Ensayo%2032254-2019.pdf>
- Buitrón Ortega, D. E. (2015). *Biosorción de cromo y níquel en aguas contaminadas usando quitosano*. Universidad Central del Ecuador.
- Carbajal, A. & González M. (2012). *Agua para la Salud. Pasado, presente y futuro*. Eds. CSIC recuperado de: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-Carbajal-Gonzalez-2012-ISBN-978-84-00-09572-7.pdf>
- Cribillero, Y. y Rodríguez J., (2015). *Propuesta de un biofiltro compuesto de choro - arcilla para el sistema de agua en el caserío de Tomeque* (Tesis de Pregrado). Escuela de Ingeniería Civil, Universidad San Pedro, Perú.
- C. Tejada-Tovar, A. Villabona-Ortiz y L. Garcés-Jaraba, (2015). “Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico”, *Tecnología*, vol. 18, no. 34, pp. 109-123, recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992015000100010

- Diario el Peruano (2008). *Decreto supremo N° 002-2008-MINAM*. Recuperado de file: http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/ds_002_2008_eca_agua.pdf
- Gil L. (2018). *Diseño de un biofiltro de mucílago de tuna (Opuntia Ficus-Indica) para remover arsénico* (Tesis de Pregrado). Escuela de Ingeniería Civil, Universidad San Pedro, Perú.
- Hina, K., Srinivasa, R., Vijaya, S., Jayakumar, S., Bondili, S. y Venkateshwar, P. (2007). Biosorción: una alternativa ecológica para la eliminación de metales pesados. *African Journal of Biotechnology*.6 (25), pp. 2924-2931. Recuperado de <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/58244>
- Jesús A. T., (2013). “Biosorción de arsénico en medio acuoso empleando biomásas vegetales inertes”, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Lee, M. Y., Hong, K. J., Kaujiuchi, T., & Yang, J. W. (2004). Determination of the efficiency and removal mechanism of cobalt by crab Shell particles. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 79 (12), 1388-1394. <http://doi.org/10.1002/jctb.1139>
- López Gonzáles, N., Borrego, J., Carro, B., Grande, J.A., De la Torre, M.L. & Valente, T. (2012). *Patrones de fraccionamiento de elementos de tierras raras en sedimentos de estuarina como consecuencia del drenaje de minas ácidas: Un estudio de caso en el suroeste de España*. Boletín Geológico y Minero, 123, 55-64. Recuperado de http://www.ehu.eus/sem/macla_pdf/macla20/Macla20_139-140.pdf
- Kanamadi RD., Ahalya N. y Ramachandra T V., (2008). Biosorción de cromo (VI) por Conchas de vaina de Tamarindus indica , *Journal of Environmental Science ResearchInternacional*, 1 (2): 77-81. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/242253910_Biosorption_of_chromium_VI_by_Tamarindus_indica_pod_shells
- Nava, R. y Méndez, A., (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio. Artículo de revisión, Arch Neurocién (Mex). Vol. 16,

- No. 3: 140-147. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2011/ane113f.pdf>
- Miguel R. Lapeña, (1999). Tratamiento de aguas industriales: agua de proceso y residuales. Barcelona, España. Recuperado de https://books.google.com.pe/books/about/Tratamiento_de_aguas_industriales.html?id=impkygAACAAJ&redir_esc=y
- Miliariun (2016). *INGENIERIA AMBIENTAL Calidad de las aguas*. Recuperado de file: http://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/11_Calidad-agua-y-control_v2015_resumen.pdf
- ONU-DAES. (2012). *Sustainable Development for the 21st Century Back to our Common Future*. Recuperado de https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml
- Ordóñez Romero, A. E. (2014). *Bioadsorción de Pb y Cr mediante la utilización de cáscara de naranja (Citrus sinensis) molida, Machala*. Universidad Técnica de Machala. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/4485/1/CD00736-2015-TRABAJO_COMPLETO.pdf
- Pinedo, M. (2018). Biosorción de plomo en el río Santa empleando 4gr/L de polvo de cáscara de mandarina. (Tesis de pregrado). Universidad Privada San Pedro, Chimbote, Perú.
- Sánchez-Díaz JS, Martínez-Rodríguez EA, Méndez-Rubio LP, Peniche-Moguel KG. (2016). *Equilibrio ácido-base- Puesta al día. Teoría de Henderson-Hasselbalch*. Med Int Méx. 32(6):646-660. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2016/mim166g.pdf>
- Sanga, Y. (2007). *Remoción de metales pesados utilizando la pectina como material biodegradable*. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/584>

Song, Williams, Edyveab (2004). *Tratamiento de aguas residuales de tenerías por coagulación química*. Australia, Volumen 164, Número 3, páginas 249-259. doi: [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(04\)00193-6](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(04)00193-6)

Van Ness & Abbott (1997). *Introducción a la termodinámica en Ingeniería Química*. Recuperado de https://www.academia.edu/38239345/Smith_van_ess_abbott_introduccion_a_la_termodinamica_en_ingenieria_quimica_5ta_edicion

Villanueva R. (2011). Diagnóstico hídrico rápido de la cuenca del río Santa como fuente de agua y servicios ecosistémicos hídricos para la EPS Sedalib S. A. Recuperado de <http://www.sedalib.com.pe/upload/drive/32019/20190305-8391163904.pdf>

VIII. AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar mis pasos firmes en mi vida y poder culminar esta etapa con mucho esfuerzo cumpliendo con mi meta soñada.

A mi Mamá Luisa Samudia Melgarejo Quispe por su amor incondicional, apoyo en las buenas y malas, por ser mi amiga, mi confidente; mi motor y mi inspiración para cumplir esta meta anhelada.

A mi Padre Nelson Amensor Pinedo Saavedra, por confiar siempre en mí, por ser mi ejemplo, mi consejero, siempre preocuparte por mi futuro y darme lo poco que tienes para poder terminar esta meta, por tu amor incondicional.

A mi Hermanos Angie y Brian por ser parte de mi motivación y permitirme ser más que su hermana, una amiga a la que permiten compartir momentos importantes en su vida, además del gran amor de hermanos que compartimos.

A mi Abuelo Bacilio Melgarejo Ramos darme enseñanzas y brindarme su amor, afecto y apoyo incondicional.

A Héctor Arturo Zapata Burgos por ser mi apoyo, mi confidente, brindarme tu tiempo, confianza y alegría para poder cumplir esta meta importante en mi vida, lo estamos logrando juntos y poco a poco gordo.

A todas y cada una de las personas que he conocido y sigo conociendo, sea para bien o para mal, cada una de ellas me han compartido y comparten enseñanzas en cada pasaje de lo que va de mi desarrollo como persona, porque lo bueno no es fácil y nunca lo será.

IX. ANEXOS Y APENDICE

ANEXO N°01
DISEÑO HIDRÁULICO DE BIOFILTRO

MEMORIA DE CÁLCULO DE AGUA POTABLE

1.- NOMBRE DEL PROYECTO: "Remoción de plomo mediante un biofiltro utilizando polvo de cascara de mandarina (citrus reticulata) en las aguas del Rio Santa – Ticapampa "

2.- FECHA: 01/01/2021

3.- UBICACIÓN:

DEPARTAMENTO	ANCASH
PROVINCIA:	RECUAY
DISTRITO:	TICAPAMPA
CENTRO POBLADO	CAYAC

1.- POBLACION DE DISEÑO Y DEMANDA DE AGUA

1.1 POBLACION FUTURA

A.- PERIODO DE DISEÑO :

Periodo de diseño (t) en años : 20 Años

B.- METODOS DE CÁLCULO :

a. Método Analítico

b. Método Comparativo

c. Método Racional

Datos :

Numero de Viviendas	=	45	Viviendas
Periodo de Diseño	t =	20 años	
Numero de Habitantes Promedio/ Viv.	=	5	(Promedio según encuesta)

Población Actual (Pa) = Numero de Viviendas x Numero de Habitantes promedio por Viviendas

Pa = 225 habitantes

*** 2do Caso**

(Cuando no existe información consistente, se considera el valor de " r " en base a los coeficientes de Crecimiento lineal por Departamento , que se presenta en el siguiente Cuadro)

COEFICIENTE DE CRECIMIENTO LINEAL POR DEPARTAMENTO " r "

DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HAB. " r "
Tumbes	20
Piura	30
Cajamarca	25
Lambayeque	35
La Libertad	20
Ancash	10
Huanuco	25
Junin	20
Pasco	25
Lima	25
Prov. Const Callao	20
Ica	32
Huancavelica	10
Ayacucho	10
Cuzco	15
Apurimac	15
Arequipa	15
Puno	15
Moquegua	10
Tacna	40
Loreto	10
San Martín	30
Amazonas	40
Madre de Dios	40

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r * t}{1000} \right)$$

DATOS :	Población Actual (2020)	=	225	habitantes
	Coficiente de Crecimiento :	=	10	
	Periodo de Diseño (t)	=	20	años

r = 10 por cada 1000habitantes (10 o/oo)

*** Población Futura :**

$$Pf (2037) = Pa (2020) * (1 + \frac{r * t}{1000})$$

Pf = **270** habitantes

Se diseña con la población futura debido al periodo de vida útil del biofiltro

1.2 DEMANDA DE AGUA

DEMANDA DE DOTACIONES

POBLACION (Habitantes)		DOTACION (l/hab./dia)	
Hasta	500	60	
501 -	1000	60	- 80
1001 -	2000	80	- 100

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

REGION	DOTACION (l/hab./dia)
COSTA	60
SIERRA	50
SELVA	70

Fuente: Ministerio de Salud (1984)

NOTA :

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m2, las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y calido. (NORMA OS.100 -RNE)

Para el Proyecto se ha Considerado una Dotacion Diaria por Habitante de = **120** l/hab/día

VARIACIONES PERIODICAS

CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (Qm)

Formula :

$$Qm = \frac{Pf * dotación (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde :

Qm = Consumo Promedio Diario (l/s)

Pf = Poblacion Futura (Hab)

D = Dotacion (lt / Hab/dia)

= 270 habitantes

= 120 lt/hab/día

$$Qm = \frac{Pf * dotación (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Qm = 0.375 \text{ l/s}$$

CONSUMO MAXIMO DIARIO (Qmd)

$$Qmd = 1.3 * Qm \quad \text{RNE}$$

$$Qmd = 0.488 \text{ l/s}$$

CONSUMO MAXIMO HORARIO (Qmh)

$$Qmh = 2.5 * Qm$$

$$Qmh = 0.938 \text{ l/s}$$

CAUDAL DE CAUDAL PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA EXISTE

CONSUMO DOMÉSTICO

$$\text{Consumo domestico (Cd)} = 0.488 \text{ l/s}$$

CONSUMO EN EDUCACIÓN

Dotación: 50 Lt/persona/día

Área: 50 personas

$$\text{Consumo en educación (Ce)} = 0.029 \text{ l/s}$$

CAUDAL DE DISEÑO:

$$Qd = Cd + Ce$$
$$Qd = 0.516 \text{ l/s} \quad \text{Caudal que necesita la población para que se abastezca de agua}$$

CALCULO DEL CAUDAL DE LA FUENTE DE CAPTACIÓN

Fórmula de Manning:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)
 R = radio hidráulico (m)
 S = pendiente
 n = coeficiente de Manning
 Q = caudal (m3/s)
 A = area (m2)

Tirante del canal:	0.30 m
Base del Canal:	0.40 m
Talud (z):	0.00
Pendiente:	0.001
Coefficiente de Manning:	0.027

Area Hidraulica:	0.12 m2
Perimetro Mojado:	1.00 m
Radio Hidraulico:	0.12 m
Velocidad:	0.28 m/s
Caudal:	0.03 m3/s

Caudal: 34.19 l/s

TABLA 6.2
VALORES DEL COEFICIENTE n DE KUTTER QUE GENERALMENTE SE USA EN LOS DISEÑOS.

SUPERFICIE	n
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0,012
Superficie metálica, lisa, pintada	0,013
Superficie metálica, corrugada	0,025
Cemento liso	0,011
Mortero de cemento	0,013
Madera cepillada	0,012
Madera sin cepillar	0,013
Tablones sin cepillar	0,014
Concreto liso	0,013
Concreto bien acabado, usado	0,014
Concreto frotachado	0,015
Concreto sin terminar	0,017
Gunita (sección bien terminada)	0,019
Gunita (sección ondulada)	0,022
Superficie asfáltica lisa	0,013
Superficie asfáltica rugosa	0,016
Tierra, limpia, sección nueva	0,018
Tierra, limpia, sección antigua	0,022
Tierra gravosa	0,025
Tierra, con poca vegetación	0,027
Tierra, con vegetación	0,035
Tierra, con piedras	0,035
Tierra, con pedrones	0,040
Para secciones circulares (trabajando como canal)	
Metal, liso	0,010
Acero soldado	0,012
Acero riveteado	0,018
Fierro fundido	0,013 – 0,014
Cemento	0,011 – 0,013
Vidrio	0,010

NOTA :

Este Caudal Minimo es Calculado desde la Fuente

Q = 34.19 l/s **(Caudal Minimo)**

Q min =	34.19 l/s	>	Qmd =	0.488 l/s	OK
----------------	-----------	---	--------------	-----------	-----------

2.- CAPTACIÓN

2.1 TIPO DE CAPTACION

A.- CAPTACION SUPERFICIAL (CANAL DE TIERRA)

2.2 DISEÑO HIDRAULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPTACION

(Para el dimensionamiento de la Captación es necesario conocer el **Caudal (Q) Maximo de la Fuente**), dicho canal es utilizado para el consumo humano y la zona agrícola, es por ello que se utilizará el 15% del caudal del canal

DATOS :	Caudal Maximo	=	7.18	l/s	OK
	Caudal Mínimo	=	5.13	l/s	
	Gasto Máximo diario	=	0.52	l/s	

DISEÑO HIDRAULICO DEL BIOFILTRO

Caudal de Diseño de la Población: $Q_d =$ 7.18 l/s (según hojas de cálculo de sistema existente)

EN EL PRESENTE PROYECTO SE HA DECIDIDO:

DISEÑAR UN FILTRO DINÁMICO, EL CUAL TRABAJARÁ CON EL 70% DEL CAUDAL DE LA DEMANDA DE LA POBLACIÓN

PARÁMETROS DE DISEÑO

Caudal de diseño (Q_d)	=	7.180	l/s
Caudal por filtrar:	70%	=	5.026 l/s
		=	0.005026 m ³ /seg
Velocidad de filtración (V_f)	=		0.50 - 3.00 m-h
Velocidad adoptada	=	1.200	m/h
	=	0.000333	m/seg

CALCULO DEL AREA SUPERFICIAL

$$A_s = \frac{Q_f}{V_f}$$

Donde :

Q_f = Caudal a filtrarse (m³/seg)

V_f = Velocidad de filtración (m/seg)

A_s = 15.10 m²

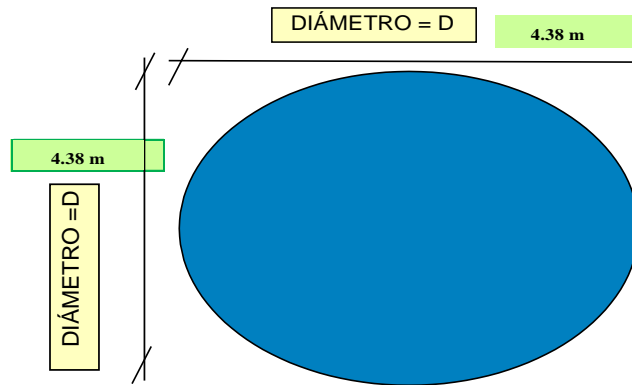
CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL BIOFI

Diámetro (impuesto) d = 4.38 m

MEDIDAS ADOPTADAS DEL BIOFILTRO DINÁMICO:

DIÁMETRO DEL FILTRO: D = 4.38 m

Area de Filtración $\pi D^2/4$ = 15.10 m²



MPROBACION DE LA VELOCIDAD SUPERFICIAL DE LAVAD

$$b = 3.40 \cdot \frac{QL}{V_s^3}$$

$$V_s = \sqrt[3]{\frac{3.40 \cdot QL}{b}}$$

Donde :

b = Ancho del biofiltro = **4.38** m
Q = Caudal disponible para el lavado superficial
V_s = Velocidad superficial de lavado = **0,15 - 0,30 m/s**

NOTA :

Adoptamos el caudal de lavado igual al caudal de ingreso al biofiltro = **5.026** l/seg

V_s = **0.16** m/s

ATENCIÓN ----->>>

DENTRO DE NORMA
ENTRE 0.15 - 0.30 m/seg.
ES ACEPTABLE

CAMARA DE ENTRADA Y SALIDA DEL BIOF

NOTA :

El valor de la cámara de entrada y salida debe ser 1/5 (20%) de la longitud del filtro.

Cámara de entrada y salida: **20%**

LARGO DE CÁMARA DE ENTRADA Y SALIDA = **0.88** m

Adoptamos : = **0.40** m

Considerando las cámaras de entrada y salida de sección cuadrada, tenemos :

LARGO DE LA CÁMARA **L (caja)** = **0.40** m
ANCHO DE LA CÁMARA **B (caja)** = **0.40** m
ALTURA DE LA CÁMARA **H_{cam} (caja)** = **0.40** m

CALCULO DE LA ALTURA DEL BIOFILTRO

Hf =	$H_{ls} + H_{le} + H_{al} + H_{bl}$
-------------	-------------------------------------

Donde :

Hf =	Altura total del Biofiltro	(m)	
Hls =	altura del lecho de soporte (sedimentos)	0.20	m
Hal =	altura del agua	0.60	m
Hbl =	altura del borde libre	0.20	m

$$Hf = H_{ls} + H_{le} + H_{al} + H_{bl}$$

$$Hf = 0.20 \text{ m} + 0.60 \text{ m} + 0.20 \text{ m}$$

$$Hf = \mathbf{1.00} \text{ m}$$

ANEXO N°02
PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 8. Zona de recolección de muestras de aguas del río Santa, cercanías del puente Simmer, Ticapampa



Figura 9. Bidón de 20 litros en puente Simmer - Ticapampa



Figura 10. Zona de toma de muestras de cáscara mandarina, mercado “La Perla”, Chimbote.



Figura 11. Recolección de muestra para método experimental ensayos físico-químico del agua.



Figura 12. Ubicación de punto de toma de muestras con GPS.



Figura 13. Cuarteo y limpieza con agua destilada de muestra de cascara de mandarina.



Figura 14. Acondicionamiento y esparcimiento de muestra para secado a temperatura ambiente, bajo techo para evitar la contaminación.



Figura 15. La muestra fue expuesta a temperatura ambiente desde el día 01 de Noviembre hasta el día 15 de Noviembre, teniendo en cuenta un rango de temperatura máxima de 22°C-23°C (en su mayoría en horas de 11:30am-02:30pm) y un rango de temperatura mínima de 19°C-20°C (en su mayoría en horas de 21:00pm-04:00am).



Figura 16. Triturado de muestra de cáscara de mandarina con ayuda de una licuadora, la cual fue desinfectada para evitar contaminación del material.



Figura 17. Tamizado de muestra de cáscara de mandarina seca y triturada Mallas N°200.



Figura 18. Pesado de muestra tamizada, 1773.2 gr .



Figura 19. Se llevaron 5gr de muestra de cáscara de mandarina a la UNT, para poder realizar el ensayo de ATD y así activándola en la mufla.



Figura 20. Muestra de polvo de cáscara de mandarina, resultado de activación a temperatura de 480°C durante 90 minutos con pérdida de 89% de material (peso final: 76gr).



Figura 21. Pesaje de muestras para realizar ensayos requeridos, muestra experimental 01 y 02

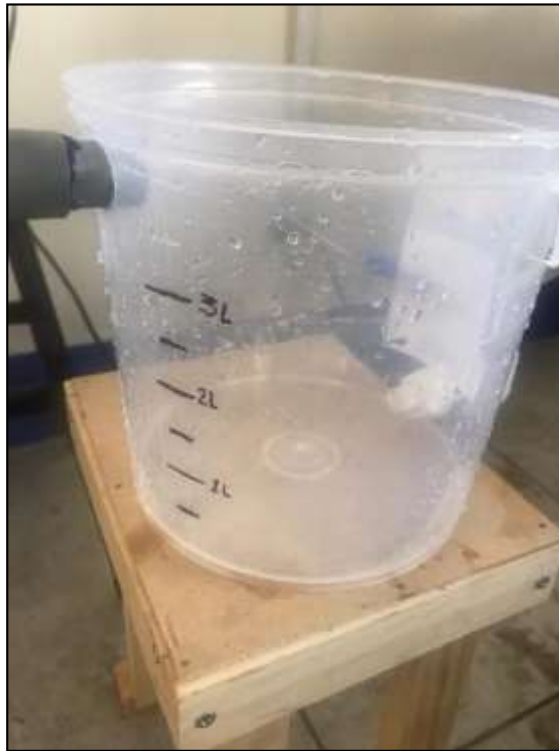


Figura 22. Baldes con capacidad de 4L. para biofiltro a escala.



Figura 23. Ensamblaje de partes del biofiltro a escala y accesorios requeridos.



Figura 24. Biofiltro culminado, en pleno proceso de remoción, con muestra de agua contaminada en primer balde.



Figura 25. Inserción de muestra de polyp de càscara de mandarina (cámara de remoción).



Figura 26. Apertura de llave de paso para iniciar remoción a 200 rpm.



Figura 27. Velocidad de 200 rpm indicadas en la pantalla LED de la caja del motor.



Figura 28. Balde 2 con muestra en reposo de 30 minutos luego de la remoción y apertura de segunda llave de paso.



Figura 29. Captando la muestra de agua tratada que se encuentra en el tercer balde, para llevar las muestras al laboratorio Colecibi S.A.C.



Figura 30. Muestras embotelladas e identificadas para ser llevadas al laboratorio Colecibi S.A.C.



Figura 31. Investigador en laboratorio Colecibi S.A.C.



Figura 32. *Presencia de la minería ilegal, la cual a través de sus relaves generan la contaminación de las aguas del río Santa en la provincia de Recuay.*

ANEXO N°03

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ZONA DE ESTUDIO Y ZONA DE
OBTENCIÓN DE MUESTRA DE CÁSCARA DE MANDARINA



Figura 33: Ubicación geográfica de zona de estudio donde se tomaron las muestras de agua de las aguas del río Santa.
Fuente: Propia a través de Google Maps.



Figura 34: Ubicación geográfica de zona de recolección de muestras de cáscara de mandarina para el desarrollo de la investigación.
Fuente: Propia a través de Google Maps.

ANEXO N°04

BARRIDO DE METALES DE LAS AGUAS DEL RIO SANTA – RSANT2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-003

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR : MISHEL LESLY LISSET PINEDO MELGAREJO
BRIAN DJORKAEFF PINEDO MELGAREJO.
DIRECCION : Pasaje Los Olivos N° 230 Miraflores Alto Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO : AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE RIO).
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CAANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frascos de plástico con tapa.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-11-04
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-11-04
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-11-13
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico e Instrumental.
CÓDIGO COLECBI : SS 201104-3

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	RIO SANTA RECUAY TICAPAMPA
(*) pH	3,62

(*) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060-1: SMEWW-APHA-AWWA-WEP
ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO SANTA RECUAY TICAPAMPA
Plata (Ag)	0,002	<0,002
Aluminio (Al)	0,02	17,42
Arsenico (As)	0,005	3,893
Boro (B)	0,003	1,520
Bario (Ba)	0,003	0,136
Berilio (Be)	0,0002	<0,0002
Calcio (Ca)	0,02	107,80
Cadmio (Cd)	0,0001	0,0247
Cerio (Ce)	0,009	<0,009
Cobalto (Co)	0,0006	0,0120
Cromo (Cr)	0,0003	0,0073
Cobre (Cu)	0,002	0,124
Hierro (Fe)	0,002	46,580
Mercurio (Hg)	0,001	<0,001
Potasio (K)	0,1	10,2
Litio (Li)	0,003	0,478
Magnesio (Mg)	0,02	12,47
Manganeso (Mn)	0,0003	5,3658

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - | Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe | medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-003

Pág. 2 de 2

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO SANTA RECUAY TICAPAMPA
Molibdeno (Mo)	0,002	<0,002
Sodio (Na)	0,06	42,53
Niquel (Ni)	0,0006	0,0073
Fósforo (P)	0,01	0,76
Plomo (Pb)	0,002	0,227
Antimonio (Sb)	0,003	0,046
Selenio (Se)	0,005	<0,005
Silice (SiO2)	0,01	>100
Estahno (Sn)	0,003	<0,003
Estroncio (Sr)	0,0003	0,0026
Titanio (Ti)	0,0007	0,4754
Talio (Tl)	0,002	0,006
Vanadio (V)	0,001	0,031
Zinc (Zn)	0,002	7,062

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH: SMO/WW-APHA/AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.2017. pH Value. Electrometric Method.

Metales Totales: EPA Method 200.7, Rev. 4.4 EMMC Version / 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
 - Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra(s) ensayada(s).
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dimensión por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 16 del 2020.
GVR/ys

ICAF - HREVO
Rev. 05
Fecha 2019-07-01

A. Gustavo Paredes Ramos
Ingeniero de Laboratorio
0011 00000000000000000000
C. E. P. S. S.
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - LL 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2693 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medicambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO N°05
ATD DE CÁSCARA DE MANDARINA




MSc. Danny Chávez N.
CIP: 84953

Trujillo, 19 de noviembre del 2020

INFORME N° 05 - NOV-20

Solicitante: Pinedo Melgarejo Mishel – Universidad San Pedro
RUC/DNI:
Supervisor:

1. MUESTRA: Cáscara de mandarina (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CN-150 MA	14.8 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 – 800 °C.
- Masa de muestra analizada: 14.8 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa
Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



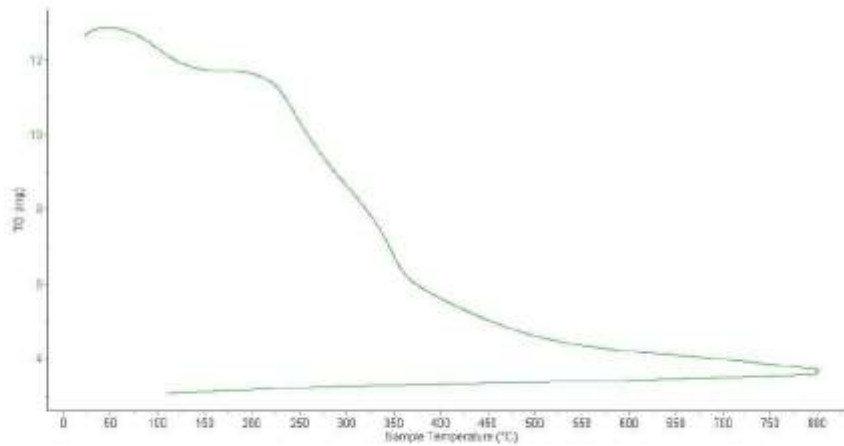
MSc. Danny Chávez N.
CIP: 84953

Trujillo, 19 de noviembre del 2020

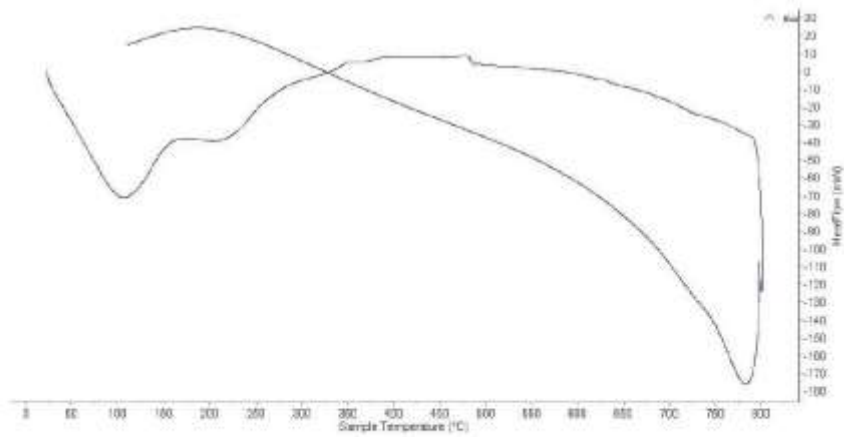
INFORME N° 05 - NOV-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD





MSc. Danny Chávez N.
CIP: 84953

Trujillo, 19 de noviembre del 2020

INFORME N° 05 - NOV-20

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 120°C y la segunda se da entre 210 y 370°C, posteriormente la caída es gradual y lentamente, y llegar a perder un total de 76% 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 100°C y 210°C, también se puede evidenciar un pico endotérmico muy ligero a 480°C, todas esas temperaturas involucrarían cambios estructurales y con ella, en las propiedades del material.

Trujillo, 19 de noviembre del 2020



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

ANEXO N°06
CALCINACION DE CÁSCARA DE MANDARINA A 480°C



CALCINACION DE MATERIAL	
PROYECTO:	REMOCION DE ARSENICO MEDIANTE UN BIOFILTRO UTILIZANDO POLVO DE CASCARA DE MANDARINA (CITRUS RETICULATA) EN AGUAS DEL RIO SANTA – LOCALIDAD DE TICAPAMPA
SOLICITANTE:	MISHEL LESLY PONEDO MELGAREJO
MATERIAL:	CASCARAS DE MANDARINA

DATOS DE PRECALCINADO

PESO INICIAL	2.459 Kg
PESO FINAL (DESPUES DE PRECALCINADO)	0.854 Kg

RESULTADOS

TEMPERATURA DE CALCINACION	480 °C
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	1 Hora 30 min
PESO INICIAL	0.854 Kg
PESO FINAL	0.076 Kg
PERDIDA(%)	89 %



[Signature]
Juan Alejandro Blanes Vilaverde
ING. DE MATERIALES
R. C.P. N° 197384

ANEXO N°07

FRX DE OLVO DE CÁSCARA DE MANDARINA ACTIVADA 480°C



INFORME TÉCNICO N° 0070 – 21 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : MISHEL LESLY LISSET PINEDO MELGAREJO
 - 1.2 DNI : 71726509
2. **FECHA DE EMISIÓN** : 18 / 01 / 2021
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE POLVO DE CÁSCARA DE MANDARINA
 - 4.2 TESIS : Remoción de plomo mediante un biofiltro utilizando polvo de cáscara de mandarina (*Citrus reticulata*) en las aguas del Río Santa- Localidad Ticapampa.
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25.0°C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. **RESULTADOS**
 - 8.1 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	31.627	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Potasio, K	30.474	
Silicio, Si	14.163	
Magnesio, Mg	8.944	
Hierro, Fe	6.651	
Aluminio, Al	4.192	
Fósforo, P	1.674	
Azufre, S	1.601	
Titanio, Ti	0.240	
Estroncio, Sr	0.187	
Manganeso, Mn	0.116	
Zinc, Zn	0.058	
Cobre, Cu	0.038	
Rubidio, Rb	0.036	

⁽¹⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de potasio, K ₂ O	55.066	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Óxido de calcio, CaO	15.026	
Óxido de magnesio, MgO	10.342	
Óxido de silicio, SiO ₂	8.036	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	4.996	
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	4.639	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	1.488	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.124	
Óxido de azufre, SO ₃	0.111	
Óxido de manganeso, MnO	0.075	
Óxido de estroncio, SrO	0.062	
Óxido de zinc, ZnO	0.015	
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.010	
Óxido de cobre, CuO	0.009	

⁽¹⁾ Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

Bach. Nadia Rodríguez
Analista
LABICER –UNI

M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de polvo de cáscara de mandarina.



FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva.

ANEXO N°08

pH DE POLVO DE CÁSCARA DE MANDARINA ACTIVADA A 480°C



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PEQUENO - PRODUCE

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° 20210203-017

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	MISHEL PINEDO MELGAREJO.
DIRECCIÓN	Passaje Los Olivos 230 Miraflores Alto Mc Q Lote 7 Chimbo.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO	ABAJO INDICADOS
LUGAR DE MUESTREO	NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021-02-02
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2021-02-02
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2021-02-03
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	SS 210203-0

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
POLVO DE CÁSCARA DE MANDARINA	10.83

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
 - Proporcionadas por el Solicitante ()
 - Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No aplica al proceso de Derivencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: SI () NO ()
- Quando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbo, Febrero 04 del 2021.
GVR/jms

LCAP/HRE
Rta. 06
Fecha 2019-07-01

A. Gustavo Vargas Ramos
Ingeniero en Alimentos
REGISTRADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE PROFESIONES
C.O.P.A. 118
COLECBI S.A.C. EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbo - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO N°09
RESULTADOS DE MUESTRA PATRÓN Y EXPERIMENTALES
(Plomo – pH – Conductividad – Sólidos Totales – Turbidez)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



Reporte N° 046

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20210202-002A

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	MISHEL PINEDO MELGAREJO.
DIRECCIÓN	Passaje Los Olivos 230 Miraflores Alto Mz Q Lote 7 Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	NO APLICA.
PRODUCTO DECLARADO	AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE RIO).
LUGAR DE MUESTREO	NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO	NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO	NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	NO APLICA.
FECHA DE MUESTREO	NO APLICA.
CANTIDAD DE MUESTRA	12 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	Frascos de plástico con tapa.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	En buen estado. Refrigerada.
FECHA DE RECEPCIÓN	2021-02-02
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	2021-02-02
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	2021-02-14
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	SS 210202-2

RESULTADOS

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRAS		
	M - 01 adicionando 4g de polvo de cáscara de mandarina	M - 02 adicionando 8g de polvo de cáscara de mandarina	Río Santa - Ticapampa
(*) pH	9,25	10,53	3,48
Conductividad (µS/cm)	624	1806	426
Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	108	234	264
(*) Turbidez (NTU)	117	128	318

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) Fuera del alcance de la acreditación por vigencia de muestra.

ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	M - 01 adicionando 4g de polvo de cáscara de mandarina	M - 02 adicionando 8g de polvo de cáscara de mandarina	Río Santa - Ticapampa
Plomo (Pb)	0,002	0,098	0,047	0,473

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.
Sólidos Suspendedos Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.
Turbidez : APHA, AWWA and WEF-ISM 23rd. Edition 2017 2130B
Plomo: EPA Method 200.7, Rev. 4.4 EMMC Version / 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras **Proporcionadas por el Solicitante (X)** **Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()**
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Diminencia por su perechibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: **SI ()** **NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.
- Este informe reemplaza al Informe de Ensayo Oficial N° 20210202-002.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 18 del 2021.
GVR/jms
LCHREVO
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

(Firma)
A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorio
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Elapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

ANEXO N°10
FICHA TÉCNICA DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA -ANCASH

FICHA CNICA

Administración Local de Agua Huaraz

Aprobado por: Resolución Jefatural N° 043-2017-ANA

1. Ubicación. Región Hídrográfica del Pacífico.
IV Autoridad Administrativa del Agua Casapampa-Huarmey

Situada en la parte noreste del territorio nacional, íntegramente ubicada en la región nortista de la Sierra (parte alta de la cordillera del Inca).

2. SQ: 6,535.23 kms (17.61% de AAA)

3. Limites.

Norte: ALA Santa Lacramarca Nepeña (AAA Huarmey Chicama) y la ALA Pomabamba (AAA Marañón).
Este: ALA Pomabamba y Huaraz pertenecientes a la AAA Marañón.
Sur: ALA Barranca (AAA Cañete Fortaleza).
Oeste: ALA Casapampa-Huarmey y Santa-Lacramarca-Cajamarca-Nepena ambas pertenecientes a la AAA Huarmey-Chicama.

4. Oficinas Administrativas.

Sede Administrativa: Huaraz (Dpto. Ancash)
Oficinas de Enlaces: La Pampa (Pro Cuzco, Dpto Ancash)

5. Unidades hidrográficas que la conforman.

Ced.	Unidad Hidrográfica	Superficie	
		km²	% ALA
1318b	Cuzco Manta	793.50	12.14
137a1	Medio Alto Santa	421.25	6.45
13708	Cuzco Driaraca	384.08	5.88
13709	Alto Santa	4935.90	75.52
Total		6.535.23	100.00

6. Recursos Hídricos Superficiales.

El sistema hidrográfico natural del ámbito de la ALA, esta formada por el área de drenaje de la cuenca del río GBH@ SP FIO pBFICI dl 95 9l Cll fl 5 0 5 ll g @ ION d Bri 0 Sama y es denominado como Tramo I del río Sama. Sus características principales son:

R Tramo km O fm*/sl
Alto Santa I 2W 0 S/D

El ámbito de este SLA se caracteriza por tener la mayor red natural de aguas de ice, se debe a la presencia de la Cordillera Blanca, donde destaca el Huascarán (5,969 m) el más alto del Perú.

7. Recursos Hídricos Regulados.

En el ámbito no dispone de sistemas regulados.

8. Recursos Hídricos Subterráneos.

No presenta aprovechamiento de aguas subterráneas.

9. Referencia Cartográfica de Límites:

Se han establecido 81 puntos de referencia (cotas) que delimitan los límites del ámbito de la Administración Local de Agua Huaraz.

Ámbito Político-Administrativo.

Administración Local de Agua			Departamento		Provincia	
Ced.	Superficie (km²)	% ALA	Superficie (km²)	% ALA	Superficie (km²)	% ALA
Huaraz	6,565.26	17.61	Anna sh	5,741.76	100.0	
					Huaraz	1168.00 20.37
					Ayo	1.91 0.03
					Carhuaz	608.97 9.32
					Corongo	43.22 0.66
					Huan	3.37 0.05
					Huayllabamba	1179.79 18.05
					Pomabamba	1.9 0.03
					Recayma	1310.78 20.06
					Santa	0.78 0.01
					Suyos	1.20 0.02
					Tarma	501.01 7.67
					Huaraz	1168.00 20.37

FUENTE: ANADGPRH 2017

ANEXO N°11

**ANTECEDENTES DE PRESENCIA EXCESIVA DE METALES PESADOS
(PLOMO) EN EL RÍO SANTA - ANCASH**

N°	Punto de Monitoreo	Descripción	Localidad /Distrito Provincial/ Departamento	Coord. TM WGS 84			Altura (msnm)	Observación
				Zona	Este	Norte		
Ámbito ALA - Huaraz								
1	LCono1	Vaciante del Río Santa a 100 m aguas abajo Laguna Conococha	Conococha/ Catac Recuay/Ancash	18L	250027	8880899	4025	Anteriormente se le asignó el código LCono
2	RYana1	Río Yanayacu, 150 m antes de tributar al río Santa	Conococha/ Catac Recuay/Ancash	18L	232744	8918418	3433	Anteriormente se le asignó el código RYana
3	RSant1	Río Santa, 100 m aguas arriba de los pasivos mineros de Ticapampa, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash	Ticapampa/ Ticapampa Recuay/Ancash	18L	232085	8920443	3470	
4	RSant2	Río Santa, 100 m aguas abajo de los pasivos mineros de Ticapampa, distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash	Ticapampa/ Olleros Recuay/Ancash	18L	231756	8921564	3448	
5	RNegr1	Río Negro, 100 m aguas arriba del puente Olleros (margen izquierda), distrito de Olleros, provincia de Huaraz, departamento de Ancash	Bedoya/ Independencia/ Huaraz/Ancash	18L	228037	8929847	3320	Anteriormente se le asignó el código RNegr
6	RPar1	Río Paria, antes de la captación de agua para consumo humano de Huaraz e Independencia	Yarush/ Huaraz/ Huaraz/Ancash	18L	226287	8946755	3273	Anteriormente se le asignó el código RPar1
7	RAuqu1	Río Auqui, antes de la captación de agua para consumo humano de Huaraz	Auqui/ Huaraz/ Huaraz/Ancash	18L	227835	8946532	3307	Anteriormente se le asignó el código RAuqu
8	RQuil1	Río Quilcay, 150 m antes de tributar al río Santa	PTAR Huinaç/ Huaraz/Huaraz/Ancash	18L	221603	8946115	3028	Anteriormente se le asignó el código RQuil
9	RSant5	Río Santa, 25 m aguas arriba del puente San Gerónimo ó puente Calicanto (margen izquierda)	Puente Calicanto-Los Olivos/ Huaraz/Huaraz/Ancash	18L	221601	8945820	3039	
10	RSant6	Río Santa, 70 m aguas abajo del puente Silvia Marac (margen derecha) - zona Monterrey	Puente Silvia Marac/ Independencia/ Huaraz/Ancash	18L	221342	8950825	2951	
11	RChuc1	Río Chuc Chuc, antes de la captación de agua para consumo humano de Carhuaz	Pampa/ Carhuaz/ Shonquill/ Carhuaz/Ancash	18L	216374	8977963	3573	Anteriormente se le asignó el código RChuc

Figura 35: Red de puntos de monitoreo en la cuenca río santa - 2016

Fuente: ANA (Autoridad Nacional del Agua – Perú 2016).

N°	Recurso Hídrico	Punto de muestreo	Categoría ECA-AGUA	Parámetros que incumplieron los ECA - Agua
Cuenca del Río Santa				

29	Río Santa	RSant1	1-A2	Oxígeno disuelto, Escherichia coli , y arsénico (3 parámetros)
		RSant2		Oxígeno disuelto, Escherichia coli , aluminio, arsénico y hierro (5 parámetros)
		RSant5		Oxígeno disuelto, aluminio, arsénico y hierro (4 parámetros)
		RSant6		Oxígeno disuelto, aluminio, fósforo total y hierro (4 parámetros)
		RSant7		Oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes, Escherichia coli, aluminio, arsénico y hierro (6 parámetros)
		RSant8		Aluminio y hierro (2 parámetros)
		RSant9		Oxígeno disuelto, Escherichia coli, demanda química de oxígeno, aluminio, y hierro (5 parámetros)
		RSant10		Oxígeno disuelto, Escherichia coli, aluminio, arsénico y hierro (5 parámetros)
		RSant11		Escherichia coli, aluminio, arsénico y hierro (4 parámetros)
		RSant12		Oxígeno disuelto, Escherichia coli, demanda química de oxígeno, aluminio, arsénico y hierro (6 parámetros)
		RSant13		Oxígeno disuelto, Escherichia coli, aluminio, arsénico, fósforo total y hierro (6 parámetros)
		RSant14		Aluminio y hierro (2 parámetros)
		RSant15		Aluminio y hierro (2 parámetros)

Figura 36: Resultados de análisis en la cuenca río santa - 2016

Fuente: ANA (Autoridad Nacional del Agua – Perú 2016).

Nº ALS LS					265865/2019-1.0	265866/2019-1.0
Fecha de Muestreo					16/05/2019	16/05/2019
Hora de Muestreo					15:00:00	15:30:00
Tipo de Muestra					Agua Superficiales	Agua Superficiales
Identificación					RSant2	RSant17
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Resultado
003 ENSAYOS FISIQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	3,0	< 1,0	< 1,0
Cianuro Wad	11597	mg/L	0,001	0,004	< 0,001	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	3	< 2	3
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	3	< 2	14
Fenoles	11593	mg/L	0,001	0,01	< 0,001	< 0,001
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Cloruro, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	6,160	19,50
Nitrato, NO3-	8100	mg NO3-/L	0,009	0,023	0,110	1,230
Nitrato, (como N)	8100	mg NO3-N/L	0,002	0,005	0,023	0,278
Nitrito, NO2-	8100	mg NO2-/L	0,015	0,038	< 0,015	< 0,015
Nitrito, (como N)	8100	mg NO2-N/L	0,004	0,010	< 0,004	< 0,004
Sulfato, SO4-2	8100	mg/L	0,050	0,200	22,83	66,92
Nitrato, (como N) + Nitrito, (como N)*	7427	mg/L	0,006	0,015	0,023	0,278
007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,467	0,440
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,04917	0,04351
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,164	0,409
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0165	0,0169
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	< 0,00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	17,31	26,11
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00055	0,00239
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00124	0,00407
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00358	0,00823
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	1,073	0,8014
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	1,35	2,51
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0547	0,1372
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	2,385	3,825
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,11639	0,6667
Moibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00122	0,00108
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	6,002	13,99
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0013	0,0015
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0055	0,0063
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00075	0,00099
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	< 0,0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0,2	0,3	4,5	6,1
Estañio (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,1209	0,1754
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0084	0,0029
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	< 0,00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0,000003	0,000050	< 0,000003	< 0,000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0009	0,0004

Figura 37: Resultados de análisis de barrido de metales pesados en la cuenca río santa punto rsant2 realizado por el ANA (autoridad nacional del agua) – 2019, resultado usado como antecedente.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua – Perú, 2019.

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	46,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,023
15	68,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,016
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,013
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,012
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,011

Nota:

(*) El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS-QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L		5	30
Bicarbonatos	mg/L		518	**
Canuro Wad	mg/L		0,1	0,1
Cianuro	mg/L		500	**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co		100 (a)	100 (a)
Conductividad	(µS/cm)		2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Desinfectantes (SAAM)	mg/L		0,2	0,5
Fosfatos	mg/L		0,002	0,01
Fluoruros	mg/L		1	**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L		300	100
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L		10	30
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L		≥ 4	≥ 6
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L		1 000	1 000
Temperatura	°C		Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L		5	5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Antimonio	mg/L		0,1	0,2
Bario	mg/L		0,7	**
Berilio	mg/L		0,1	0,1
Boro	mg/L		1	5
Cadmio	mg/L		0,01	0,05
Cobre	mg/L		0,2	0,5
Cobalto	mg/L		0,05	1
Cromo Total	mg/L		0,1	1
Hierro	mg/L		5	**
Litio	mg/L		2,5	2,5
Magnesio	mg/L		**	250
Manganeso	mg/L		0,2	0,2
Mercurio	mg/L		0,001	0,01
Níquel	mg/L		0,2	1
Plomo	mg/L		0,05	0,05
Selenio	mg/L		0,02	0,05
Zinc	mg/L		2	24
ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L		0,04	0,045
PLAGUICIDAS				
Peratión	µg/L		35	35
Organoclorados				
Aldrin	µg/L		0,004	0,7
Clordano	µg/L		0,006	7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDE)	µg/L		0,001	30
Deltrin	µg/L		0,5	0,5
Endosulfán	µg/L		0,01	0,01
Endrin	µg/L		0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L		0,01	0,03
Lindano	µg/L		4	4
Carbamato				
Aldicarb	µg/L		1	11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminetos	Huevo/L	1	1	**

(a) Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de filtración simple.

(c) Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Figura 38: Estándares de Calidad 2017, destinadas para uso de bebidas de animales y regadío de vegetales

Fuente: ECA (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental), (Perú - 2017).