



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Reducción de la concentración de metales pesados por
adsorción mediante cáscara de naranja en efluentes captados
por la PTAP Emapa Chancay S.A.C.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

Carbajal Olortegui, Henry Geanfranco (ORCID: 0000-0001-7531-423X)
Mendoza Bellido, Damaris (ORCID: 0000-0002-3486-518X)

ASESOR:

Dr. Munive Cerron, Ruben Victor (ORCID: 0000-0001-8951-2499)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

Lima – Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios, creador de todo, por guiar nuestros pasos rumbo al éxito frente a las adversidades. A nuestros amados padres, por ser partícipes en nuestra vida, darnos amor, comprensión y ser nuestra mayor fortaleza para el logro de nuestros objetivos; reconociendo el apoyo brindado por Diego Junnior Carbajal Olortegui, el cual influyo al desarrollo profesional de su hermano, que en paz descanse.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la universidad Cesar Vallejo que nos brinda la oportunidad de crecer como profesionales para un futuro mejor.

A nuestro asesor, Dr. Rubén Munive Cerrón, por sus orientaciones, conocimiento y guía hemos podido concluir esta tesis, logrando así brindar un aporte más a la educación.

A la empresa Emapa Chancay S.A.C que nos brindó el acceso a sus instalaciones; asimismo al Gerente General Edmundo Daniel Loyer Rubiera de la empresa Citros Wett Mills S.A.C quien nos proporcionó el uso de sus laboratorios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	17
3.5. Procedimientos:.....	22
3.6. Métodos de análisis de datos:.....	25
3.7. Aspectos éticos:.....	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Normativa ambiental peruana para calidad de agua	13
Tabla 2: Codificación de Puntos de Muestreo	18
Tabla 3: Recursos utilizados para la toma de muestra	18
Tabla 4: Instrumentos y métodos usados para la investigación.....	21
Tabla 5: Codificación de ensayos de adsorción de metales pesados.....	24
Tabla 6: Revisión de condiciones óptimas de operación.....	27
Tabla 7: Estadística Descriptiva de las condiciones óptimas de operación	28
Tabla 8: Condiciones Óptimas.....	29
Tabla 9: Concentración de Hierro y Plomo en muestras.	29
Tabla 10: Porcentajes de Remoción de Hierro y Plomo	30
Tabla 11: Análisis de la varianza entre el porcentaje de Remoción de Plomo y los puntos de muestreo.....	30
Tabla 12: Análisis de la varianza entre el porcentaje de Remoción de Hierro y los puntos de muestreo.....	30
Tabla 13: Agrupación de información mediante Tukey en Remoción de Plomo.	31
Tabla 14: Agrupación de información mediante Tukey en Remoción de Hierro.	31
Tabla 15: Estadística Descriptiva	32
Tabla 16: Análisis de Regresión Lineal % Remoción de Hierro vs Dosis Administrada	33
Tabla 17: Análisis de Regresión Lineal % Remoción de Plomo vs Dosis Administrada	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Diseño de investigación.....	14
Figura 2: Ecuación de Remoción.....	19
Figura 3: Reacción química del NaOH con los esteres metílicos de la cáscara de naranja	23
Figura 4: Reticulación de la pectina de cáscara de naranja. Tomado de «Bioadsorción de Cu (II) por biomasas que contienen pectina», por Tapia y Villanueva, 2005, p.13.....	23
Figura 5. Prueba estadística de Tukey para medias de remoción de plomo. Fuente: Minitab 19. Comparación Tukey.....	31
<i>Figura 6:</i> Prueba estadística de Tukey para medias de remoción de hierro. Fuente: Minitab 19. Comparación Tukey.....	32

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo estudiar la viabilidad de la adsorción de metales pesados como el Plomo y Hierro mediante la cáscara de naranja tratada. Para este fin se trató la cáscara de naranja (*Citrus x sinensis*) de las variedades San Luis y Tangelo con procesos convencionales de lavado y secado, para posteriormente desmetoxilar la cáscara con NaOH (2.0 M), luego se realizó el reticulado de las pectinas de cáscara de naranja obteniendo un bioadsorbente más efectivo. La investigación fue de tipo experimental puro con pre prueba, post prueba y grupo de control. Se aplicaron dosis de 2.5, 5 y 10 gramos de cáscara de naranja tratada a las muestras de aguas superficiales para potabilización que llegan a la PTAP EMAPA-Chancay para la adsorción de Plomo y Hierro, se realizó un test de jarras a diferentes masas de cáscara de naranja obteniendo una remoción máxima de 70% y 40% de Hierro y Plomo respectivamente con la dosis de 10 gramos de cáscara de naranja. Se concluye la viabilidad del uso de la cáscara de naranja tratada como adsorbente de metales pesados tales como el Hierro y el Plomo, debido al bajo costo de la materia prima, su bajo impacto ambiental y su alta eficiencia.

Palabras clave: Adsorción, metales pesados, tratamiento, filtración.

ABSTRACT

The present research aimed to study the viability of the adsorption of heavy metals such as Lead and Iron through the treated orange peel. For this purpose, the orange peel (*Citrus x sinensis*) of the San Luis and Tangelo varieties was treated with conventional washing and drying processes, to later demethoxylate the peel with NaOH (2.0 M), then the pectin crosslinking was carried out. orange peel obtaining a more effective bioadsorbent. The research was of a pure experimental type with pre-test, post-test and control group. Doses of 2.5, 5 and 10 grams of treated orange peel were applied to the samples of surface water for purification that arrive at the EMAPA-Chancay PTAP for the adsorption of Lead and Iron, a jar test was carried out on different peel of orange obtaining a maximum removal of 70% and 40% of Iron and Lead respectively with the dose of 10 grams of orange peel. The viability of using the orange peel treated as an adsorbent for heavy metals such as Iron and Lead is concluded, due to the low cost of the raw material, its low environmental impact and its high efficiency.

Keywords: Adsorption, heavy metals, treatment, filtration

I. INTRODUCCIÓN

Sustancias contaminantes, como los metales pesados, representan graves amenazas para el ambiente. Dado a que estas sustancias se han encontrado con más frecuencia y en mayores concentraciones en cuerpos de agua, alterando la composición de los ecosistemas, afectando la salud humana, plantas y animales acuáticos (Alalwan, Kadhom, Alminshid, 2020, p.1).

La descarga de aguas residuales industriales, municipales y agrícolas se ha identificado como una importante ruta en como los metales pesados llegan hacia cuerpos de agua. Por lo general, los procesos comúnmente utilizados en tratamientos de aguas residuales no garantizan la remoción cuantitativa de muchos contaminantes metálicos como hierro, plomo, cobre y cadmio (Adefisoye, Agoro, Adeniji y Okoh, 2020, p.2).

No obstante, se debe recordar que no toda presencia de metales pesados en aguas y la biota indican presencia de contaminación antropogénica. Naturalmente, la meteorización química de los minerales y la lixiviación en los suelos son aportes naturales de este tipo de contaminante. Mientras que las fuentes antropogénicas de metales pesados pueden ser efluentes domésticos, escorrentía de agua, extracción de carbón y minerales, entre otras actividades. Ambas fuentes aportan, en menor o mayor cantidad, metales pesados a cuerpos de agua (El Bouraie, El Barbary, Yehia y Motawea, 2010, pp.1-12).

Tal es el caso del río Huaral, que comprende una extensión de 3 046 km², es de régimen irregular y recibe el aporte de varios afluentes como los ríos Carac, Huataya, Añasmayo, entre otros. A partir de la cuenca del río se desarrollan actividades de energía, como las Hidroeléctricas de Vichaycocha, Baños, y actividades agrícolas, ganaderas y domésticas (SENAMHI, 2015, pp. 10-11). Debido a su recorrido, es tomado como parte del punto de captación utilizado como efluente para el respectivo proceso de potabilización de agua de la empresa Emapa Chancay, quien brinda el abastecimiento del recurso hídrico a la población de dicho distrito. Es por este motivo, que la calidad de las aguas captadas para su potabilización gran preocupación debido a la posible presencia de contaminantes como el plomo y el hierro que si sobrepasaran los niveles permitidos podrían causar graves daños a la salud. Según la Organización

Mundial de la Salud (OMS) el plomo una vez ingerido puede desplazarse hasta alcanzar el hígado, cerebro, los riñones y huesos, donde se va acumulando con el paso del tiempo. Provocando graves daños al sistema nervioso central, en especial en niños (Datos y cifras, 2019, p.1). De igual manera ocurre con el hierro presente en el agua. Dado a que la mayoría de estos elementos son bioacumulables, los efectos a una larga exposición podrían ser devastadores (Tejada, Villabona y Garcés, 2015, pp.109-111).

Es frente a esta realidad problemática, que algunos autores proponen el uso de materiales de desecho agrícola como naranjas, cáscaras de coco, entre otras, para la remoción eficiente de metales pesados (Alalwan et al, 2020, pp.3-5), siendo en muchos casos un tratamiento de bajo costo comparado con otros tratamientos convencionales como aditivos químicos, que en la mayoría de casos son muy caros y riesgosos para el ambiente (Adefisoye et. al, 2020). Por ello se propone evaluar la aplicación del método de adsorción por cáscara de naranja para la remoción de Plomo y Hierro en aguas superficiales del río Huaral, mismas que serán potabilizadas en la PTAP Emapa Chancay S.A.C.

En base a estos hechos nos planteamos el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la viabilidad del uso de la cáscara de naranja (*Citrus X sinensis*) para la bioadsorción de los metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021?, asimismo se planteó los problemas específicos: ¿Cuáles serán las condiciones óptimas de operación para la bioadsorción de metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021?; ¿Cuál es la eficiencia en la remoción de hierro y plomo por bioadsorción utilizando cáscaras de naranja (*Citrus x sinensis*) en aguas del río Huaral, Chancay, 2021? y ¿Cuál es la dosis óptima de cáscara de naranja (*Citrus x sinensis*) para la bioadsorción de metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021?

La investigación se justificó bajo el criterio de oportunidad, dado a que sirvió para proponer un método alternativo de remoción de metales pesados. De relevancia social, dado a que la investigación abarca una problemática social, descrita en las afecciones a la salud por metales pesados. Asimismo, en lo ambiental pues buscó brindar una solución a la contaminación ambiental, con un tratamiento a base de residuos orgánicos. Desde lo económico esta propuesta reducirá los

costos actuales de tratamiento, ya que ya no será por aditivos químicos, sino mediante material orgánico. Además, desde el criterio teórico, dado a que no hay consenso de cantidades y dosis óptimas de adsorbente y se permitirá la revisión de funciones para la estimación de las mismas.

De acuerdo a la realidad problemática la investigación estableció como **objetivo general**: Determinar la viabilidad de la cáscara de naranja (*Citrus x sinensis*) para la bioadsorción de los metales pesados (Hierro y Plomo) en aguas del río Huaral, Chancay, 2021, asimismo para llevar a cabo dicho objetivo se estableció los **objetivos específicos**: O₁: Determinar las condiciones óptimas de operación para la adsorción de Hierro y Plomo mediante cáscara de naranja; O₂: Determinar la eficiencia en remoción de la concentración de hierro y plomo en la bioadsorción utilizando cascaras de naranja (*Citrus x sinensis*) en aguas del río Huaral, Chancay, 2021; y por último O₃: Determinar la dosis óptima de cáscara de naranja para la bioadsorción de los metales pesados (Hierro y Plomo) en aguas del río Huaral, Chancay, 2021.

Finalmente se plantearon las **hipótesis** H₁: La adsorción por cáscara de naranja si es viable para la remoción de los metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021. La hipótesis nula H₀: La adsorción por cáscara de naranja no es viable para la remoción de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021. Además, se tiene las Hipótesis Específicas: H_i: Las condiciones óptimas halladas en la bibliográfica permiten una mayor remoción de los metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021. H₀: Las condiciones óptimas halladas en la bibliográfica no permiten una mayor remoción de los metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021. H_i: La adsorción por cascaras de naranja reducen las concentraciones de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021, H₀: La adsorción por cascaras de naranja no reducen las concentraciones de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021. H_i: El aumento de la dosis de cáscara de naranja permite mayor adsorción de los metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021, H₀: El aumento de la dosis de cáscara de naranja no permite mayor adsorción de los metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, Dukare, Bhoir, Raut y Parkar (2019, 3466-3473 pp.), en su artículo: remoción de metales pesados mediante la cáscara de plátano y naranja. Plantean como objetivo investigar el uso de adsorbentes ecológicos como cáscaras de fruta de banana y de naranja, encontrados como desperdicio en su realidad local y que fueron usados como tratamiento de metales pesados en soluciones acuosas con un impacto mínimo sobre el ambiente. El estudio fue de tipo aplicativo, con enfoque cuantitativo y de diseño experimental; los resultados demostraron que las cáscaras de naranja y banana secas fueron más eficaces en comparación con las que se hicieron polvo, porque pasaron de tener 5.62 a 8.50 (pH), de 41 a 1 (Turbidez) y de 180 a 86 (Dureza). La filtración removió el nitrato de plata de la solución. Concluyeron que la eficiencia máxima de remoción de metales pesados fue de 60% y 70%, para cáscaras de plátano y de naranja respectivamente.

Además, Hasan, Al-Tameemi y Abbas (2021, 25-35 pp.), en su investigación titulada “Las cáscaras de naranja como material sostenible para el tratamiento del agua contaminada con antimonio” (Baghdad, Iraq). Misma que tuvo como objetivo usar cáscaras de naranja tratadas con ácido acético como adsorbente para eliminar los iones de antimonio de una solución acuosa simulada. Fue un estudio de tipo aplicativo, con enfoque cuantitativo y de diseño experimental; los resultados revelaron que 5g de cáscaras de naranja tratadas tienen una eficacia de 98.5% para tratar el agua a un pH de 6, durante un tiempo de contacto de 150 min. a una velocidad de mezcla de 450 rpm. La conclusión mostró que las cáscaras de naranja con ácido acético (TOP) fueron más efectivas que las cáscaras de naranja crudas (ROP) en la remoción de Antimonio (Sb).

Tadepalli, Murthy y Rakesh (2016, 290-299 pp.), en su artículo “Eliminación de Cu (II) y Fe (II) de aguas residuales industriales utilizando cáscara de naranja como adsorbente en batch mode”. Presentaron como objetivo eliminar el cobre y el hierro de residuos industriales usando adsorbentes no convencionales. Este trabajo fue llevado a cabo en un reactor de tipo discontinuo. Fue un estudio de tipo aplicativo, con enfoque cuantitativo y de diseño experimental; los resultados revelaron que la influencia de los parámetros de proceso como pH, velocidad de agitación, entre otros. La máxima remoción de iones metálicos para Cu (II) fue

de 87% a un pH de 6 y para el hierro es 85% a un pH de 5. Las condiciones óptimas de remoción fueron las de una concentración inicial de 10 ppm, con una dosis de 1.5 g de absorbente, a una temperatura de 35°C, a 180 rpm de agitación y con un tiempo ideal de contacto de 90 minutos, obteniendo porcentajes de remoción máximos de 96 y 94% para Cu (II) y Fe (II) respectivamente. La conclusión fue que el estudio de equilibrio de lotes mostró que las cáscaras de naranja naturales fueron capaces de remover metales pesados de soluciones acuosas.

Tejada, Villabona y Garcés (2015, 109-123 pp.), en su artículo científico tuvieron como objetivo estudiar la adsorción como proceso alternativo para la remoción de contaminantes como metales pesados encontrados en aguas residuales usando adsorbentes de origen biológico (Cartagena, Colombia). Fue un estudio de tipo aplicativo, con enfoque cuantitativo y de diseño experimental. Los resultados mostraron que el uso de la adsorción como proceso para la remoción de contaminantes en soluciones acuosas por medio del uso de biomasa es factible para procesos de descontaminación reduciendo problemas ambientales. Concluyeron que algunos factores como el pH inicial de la solución, la temperatura, el tamaño de partícula de biomasa y la concentración del metal inicial a remover influyen en este proceso.

A nivel nacional, Salas y Sarcco (2017, 179 pp.), en su tesis "Remoción del Pb (II) y Fe (II), por adsorción con cáscara de naranja en residuos líquidos procedentes del laboratorio de SOUTHERN Perú, en Arequipa". Tuvieron como objetivo estudiar el proceso de bioadsorción para la remoción de Plomo y Hierro, presentes en efluentes del laboratorio químico de Southern Perú, haciendo uso de la cáscara de naranja. Fue un estudio de tipo aplicativo, con enfoque cuantitativo y de diseño experimental. Los resultados determinaron que para la eliminación de ambos metales el pH usado fue de 5 y 6, para muestras sintéticas y reales, respectivamente. El tamaño de partícula ideal fue de 0.8 mm, además se demostró que el aumento de la fuerza iónica y la temperatura, consigue un aumento en la Capacidad de absorción y, por ende, el porcentaje de remoción. Por último, hicieron unas isothermas de bioadsorción, evaluadas en las ecuaciones Langmuir, y Freundlich. Obteniendo que la capacidad de adsorción

fue de 1.35 mg/g. Concluyeron que la cáscara de naranja, es un adsorbente ideal para la Eliminación de Pb y Fe en situaciones reales.

Collantes (2019, 1-79 pp.), en su tesis para medir la capacidad de los bioadsorbentes de la cáscara de naranja y la vaina de taya para remoción de Pb (Cajamarca, Perú). Fue un estudio de tipo aplicativo, con enfoque cuantitativo y de diseño experimental. Los resultados determinaron que con una masa de 60 g de bioadsorbente, un tamaño ideal de partículas que vario entre 0.6 mm y 0.4 mm, con un pH 4.5, manteniendo una velocidad de flujo en el reactor de 5 ml/min y por 120 min se mostraron porcentajes de remoción de plomo por encima del 95 % para la cáscara de naranja y mayores al 80 % para la vaina de taya. La conclusión fue que la cáscara de naranja presente la mayor capacidad de remoción. Así también la remoción de Pb con la cáscara de naranja fue mayor (99.70%) con 100 ppm en comparación a la de la vaina de taya que fue de 94.79% a 150 ppm.

Además, a nivel local, Fernandez, Florez, Yactayo, Lovera, Quispe, Landauro y Pardave (2019, 21-28 pp.) en su investigación titulada: "Eliminación de metales pesados en efluentes mineros, por medio de cáscaras de frutas" buscaron evaluar la eficiencia de remoción del Cobre, Hierro y Plomo de un efluente minero a escala de laboratorio a través de un filtro bioadsorbente con fibras lignocelulósicas (cáscaras de plátano, coco y naranja). Fue un estudio de tipo aplicativo, con enfoque cuantitativo y de diseño experimental; los resultados revelaron que los parámetros de pH 7.3, a un tiempo de 3 horas y con un tamaño de partícula de bioadsorbente de 0.25 mm, mostraron la mayor remoción de Cu (96.36%) con 100 gr de adsorbente de cáscaras de coco; para el Fe (92.05%) con cáscaras de coco-naranja (50 gr de cada uno); y para el Pb (97.34%) con el tratamiento utilizando 100 gr de naranja y coco- naranja (50 gr de cada uno). Concluyeron que, la metodología de superficie de respuesta triangular les permitió establecer qué tratamiento es el más eficiente en la remoción de Cobre, Hierro y Plomo. El aporte de este artículo a la investigación fue la metodología para la eliminación de metales pesados como lo son el Fe y el Pb por medio de la adsorción de cáscara de naranja.

Olivera (2017, 1-82 pp.), en su tesis de titulación, buscó realizar una comparación entre las cáscaras de dos variedades de naranja en la remoción del Pb en aguas contaminadas, todo ello a nivel laboratorio en San Juan de Lurigancho, 2017 (Lima, Perú). Utilizó las cáscaras de las variedades San Luis y Huando, para evaluar cuál sería la que elimina mejor el Pb de las aguas contaminadas. Fue un estudio de tipo aplicativo, con enfoque cuantitativo y de diseño experimental. Los resultados determinaron que estas variedades de cáscara tenían diferencias y éstas se vieron reflejadas en el análisis de varianzas ANOVA, se obtuvieron una remoción de 56.92% y de 42.25% para las cáscaras de naranja San Luis y Huando, respectivamente. Concluyendo que la variedad San Luis tuvo un mayor porcentaje de remoción que la pectina de la variedad Huando. Para ambas variedades se tuvo un pH inicial de 4.5 y después del ensayo, San Luis tuvo un promedio de pH de 3.52 mientras que la variedad Huando un pH de 3.63, lo que significó que la segunda variedad liberó más hidrógenos.

Salazar (2016, 1-16 pp.) en su tesis de titulación buscó investigar la capacidad de remoción de Pb con la cáscara de "*citrus aurantifolia*" (limón) en aguas contaminadas. Para ello llevo a cabo un tratamiento previo de la biomasa, en este caso el bioadsorbente fue la cascara de limón, así, se realizó un lavado con agua caliente bajo una temperatura de 60°C, luego se lavó con agua destilada y finalmente fue secado en un horno. El material seco se trituró hasta un tamaño de partícula de 180 um para lograr con esta masa una desmetoxilación con una solución NaOH. Los resultados mostraron que pH óptimo en la eliminación Pb vario entre 3.01 y 4.03, teniendo como capacidad de adsorción 49.97 mg de Pb/g de bioadsorbente, esto obtenido luego de realizar los modelos de Langmuir y Freundlich.

Por último, Villanueva y Tapia (2005, 11-15 pp.) en su investigación sobre adsorción de Cobre bivalente por biomasa tratada de cáscara de naranja, limón y nopal, hasta obtener unas pectinas para la remoción del contaminante. Para ello se trataron previamente las biomásas mediante el secado, triturado y desmetoxilación para mejorar la estabilidad mecánica de las biomásas. Luego, se evaluaron las capacidades de adsorción mediante ensayos de batch para así presentar isotermas de adsorción descritas por modelos de Langmuir y

Freundlich. Finalmente se observó una capacidad de adsorción máxima en la cáscara de naranja de 36.23 mg/g.

La contaminación del agua causada por los vertimientos de efluentes no tratados o con tratamientos deficientes hacia los cuerpos de agua, como ríos y lagunas, no solo causan problemas ambientales, sino también a la salud del ser humano. El desarrollo de muchas actividades depende del abastecimiento en calidad y cantidad del recurso hídrico (Quiroz, Izquierdo y Menéndez, 2018, p. 73). Industrias como la minería, energía, agricultura y ganadería son quienes más aportan de estos contaminantes a cuerpos de agua, principalmente en cuencas que por su ubicación geográfica permitan el desarrollo de actividades intensivas (Londoño F., Londoño M. y Muñoz, 2016, p. 146). De seguir con esta tendencia, tanto los animales que se sirven del río, como las personas que utilizan sus recursos para sus diferentes actividades, se verán amenazadas de detenerse (Kinuthia, Ngure, Beti Lugalia, Wangila, Kamau, 2020, p.1)

El Pb, es un metal pesado que puede ser encontrado en aguas superficiales debido a que son expulsados en aguas residuales sin recibir un tratamiento previo antes de ser vertidos (Rabiul, 2019, p. 504). Este metal se absorbe o se acumula en las especies vivas y posteriormente penetra en los sistemas humanos a través de las cadenas alimentarias. El plomo ingerido más allá de las concentraciones límites trae consigo graves trastornos de salud como: la anemia, disfunción renal, daño al tejido cerebral y muerte en intoxicaciones graves (Sukhadeorao, 2020, p.1).

De acuerdo a datos del Instituto de Sanimetría y Evaluación Sanitaria (citado por OMS) en el 2017, la exposición al plomo provocó aproximadamente 1,06 millones de muertes. Los más afectados corresponden a países en vía de desarrollo como el Perú. Por otro lado, se estimó que, en el 2016, esta exposición provocó al menos el 63,2% de los casos idiopáticos que provocan una insuficiencia del desarrollo neuronal e intelectual, así como el 5,6%; el 10,3% y el 6,2% del total de casos a nivel mundial de cardiopatía isquémica, hipertensiva y accidentes cerebrovasculares, respectivamente (Carga de morbilidad debida a la exposición al plomo, 2019, p.1).

Pero el plomo no es el único metal pesado presente en aguas residuales no tratadas, otros metales pesados como el hierro llegan a las aguas residuales sobretodo por actividades industriales (Alimohammadi, Sedighi y Jabbari, 2017, p.91), el hierro es uno de los metales pesados menos problemáticos para la salud y el medio ambiente, debido a que se encuentra naturalmente en el ambiente y es consumido a diario por las personas (Contreras, Mendoza y Gómez, 2004, p.40). Pero los problemas del hierro se ven reflejados en que este cambia las características fisicoquímicas del agua, incrementando el color, la turbiedad, el olor y sabor, el daño a tuberías y si es ingerido en la dieta normal por las tuberías podría ocurrir altas concentraciones de hierro que de ser el caso podrían llevar a la hemocromatosis, una enfermedad que puede dañar algunos órganos. Entre los síntomas más frecuentes están la pérdida de peso, la fatiga y un dolor en articulaciones, de no ser tratada, puede conducir a enfermedades en el corazón, el hígado e incluso la diabetes (Lazcano – et al, 2021, p.373).

Así, surgen nuevas alternativas de solución para tratar estos y otros metales pesados, alternativas que incorporen tecnologías amigables con el medio ambiente, procesos que en primer lugar busquen eliminar estas contaminantes antes de ser vertidos a aguas superficiales y en segundo lugar lograr una recuperación de los mismos para otros procesos (Ochando, Víctor, Martínez, 2016, p.150). Así surge la adsorción de cáscara de naranja para la remoción de contaminantes, el mecanismo por el que actúa es la adsorción, también denominada bioadsorción, esto debido a la naturaleza del adsorbente, en este caso una biomasa (Romero, 2013, p.28). La cáscara de naranja es utilizada para este fin, investigaciones han mostrado que tiene la capacidad de remover los metales pesados, a través del proceso de adsorción, tal como ocurre cuando los cationes de los elementos metálicos se fijan por relaciones en los sitios aniónicos encontrados en los bioadsorbentes. Es de fácil tratamiento, bastante disponibilidad de adsorbente en medio natural, fácil procedimiento y representa un bajo costo (Tejada, Herrera y Núñez, 2016, p.170)

El proceso de sorción al que hace referencia la presente investigación consiste en la retención de contaminantes, en las superficies del adsorbente, retención lograda por la interacción del contaminante con los grupos funcionales del adsorbente, tales como: fosfatos, hidroxilos y otros. La adsorción de estos

contaminantes es estudiada a profundidad en los modelos matemáticos de Langmuir y Freundlich (Ho y McKay, 2003, p.1048). Además, la capacidad de adsorción de algunos bioadsorbentes como la biomasa de cáscara de naranja está determinada por una serie de factores, estos se pueden dividir en dos grupos: Condiciones iniciales de operación y las dosis óptimas de adsorbente. Para el análisis de condiciones de operación y para lograr la caracterización de los efluentes es necesario definir los conceptos de ciertos parámetros fisicoquímicos que se analizaran.

El potencial de hidrógeno o pH es una medida que nos permite determinar qué tan ácida o básica se encuentra un objeto de estudio, por ejemplo, el agua. Los rangos de pH van desde 0 a 14. Los pH inferiores a 7 indican la acidez del objeto, mientras más bajo sea el pH más ácido será la muestra, por otro lado, un pH superior a 7 indica que se trata de una base. (Salazar, 2016, p.3). El pH del agua suele ser un indicador muy importante en relación con la calidad del agua, además que puede interferir en el proceso de adsorción de contaminantes. Algunos estudios presentan a pH relativamente ácidos como aquellos que favorecen la adsorción de metales pesados como el plomo (Tejada, Herrera y Núñez, 2016, p.172).

El segundo parámetro es la temperatura, y ésta es importante conocerla ya que la temperatura del agua gobierna los tipos y de vida acuática que viven en un cuerpo de agua; la temperatura puede regular la concentración máxima de oxígeno en agua; además de influir en la velocidad en la que suceden las reacciones químicas y biológicas (Tomaszewski, Cema y Ziembinska, 2017, p.205). Al afectar los niveles de oxígeno disuelto el agua, también se afecta la fotosíntesis de las plantas acuáticas, el metabolismo de los organismos y la sensibilidad con las que estos organismos reaccionan frente a la contaminación, los parásitos y virus (Zapata, Moya y Figueroa, 2019, p.63).

El tamaño de partícula del material adsorbente influirá en muchas de sus propiedades y puede indicar la calidad del material y su rendimiento. Ya sea para estabilidad en suspensión, reactividad, apariencia, viscosidad, flujo, empaquetamiento densidad, textura y sabor o muchas otras características (Liu et-al, 2020, p.1). El análisis del tamaño de partículas puede ser tan simple como

medir el diámetro de una esfera, o medir la cantidad de material que pasará a través de una malla de un tamaño específico. También puede ser un análisis muy complejo que examina la forma de las partículas, su textura, y el rango de distribución de los distintos tamaños de partículas. La información que necesita determinará qué tipo de técnicas de prueba emplear (Ikenyiri y Ukpaka, 2016, p.2).

Otro importante factor es la velocidad de agitación en el reactor, la influencia entre la velocidades menores y mayores determinan su influencia en la remoción de contaminantes. En un reactor tipo batch la agitación de la solución acuosa genera una mezcla homogénea y con ello aumenta la transferencia de calor y masa dentro del mismo (Ramirez, Moreno, Curbelo y Crespo, 2016, p.99). La velocidad de agitación adecuada permite un aumento en la productividad del proceso de descontaminación además que favorece la suspensión de sólidos, evitando que estos se precipiten, también permite que las grasas y demás agentes puedan interactuar con los iones que se desprenden de actividades que se produzcan dentro del reactor, tales como la hidrólisis. Siempre se debe evitar altas tasas de agitación dentro del reactor pues esto podría provocar daños en la estructura celular del objeto de estudio (Gómez y Zapata, 2017, p.51).

El tiempo de contacto ideal es fundamental para obtener mayores porcentajes de remoción, Ibrahim, Hassan y Azab explican que la determinación del tiempo de contacto se da mediante la realización de ensayos a diferentes tiempos, pero con las mismas condiciones a fin de determinar una relación entre ellos y obtener aquel tiempo que mayores beneficios trae para la investigación y se pueden aplicar modelos matemáticos a fin de encontrar teóricamente aquel tiempo de contacto ideal que obtenga mejores resultados. Algunos consideran que el tiempo de contacto es el factor más importante para la bioadsorción de contaminantes (2016, p.242).

Finalmente, la dosis óptima de adsorbente es un parámetro clave que afecta la cantidad de adsorbato adsorbido. La superficie aumenta con el aumento de la dosis de adsorbente. Para evitar consumir una cantidad excesiva de adsorbente, es necesario encontrar una dosis óptima (Dobrosz, Gómez y Santa, 2018, p.48). Varios grupos de investigación han tratado de determinar la influencia que tiene

la dosis o cantidad de adsorbente en la eliminación de tintes, metales u otros contaminantes, para ello se varia la concentración de la dosis de adsorbente. Comúnmente, la eficiencia de eliminación aumenta al aumentar la cantidad de dosis de adsorbente, esto como consecuencia del aumento en el número de sitios activos del adsorbente. Sin embargo, después de una determinada dosis de adsorbente, la capacidad de adsorción permanece constante. Esta constante se debe generalmente a la presencia de un gran número de grupos tensioactivos accesibles en comparación con la cantidad de adsorbato (Chen, 2019, p.512).

La optimización de la dosis de adsorbente es una de las acciones más importantes en la determinación de la capacidad de adsorción del adsorbente con condiciones operativas específicas (Tounsadi et al, 2016, p. 4550). Esto también es valioso desde un punto de vista económico, ya que proporciona la idea de una máxima adsorción de tinte utilizando una dosis mínima de adsorbente. Generalmente, con un aumento en la cantidad de adsorbente en las aguas residuales, la tasa de adsorción del contaminante también suele ser mayor. Para optimizar la concentración ideal del adsorbente, se agregan diferentes concentraciones de adsorbente a la solución con una cantidad fija de contaminante del agua y se agita hasta que se establezca el equilibrio entre los procesos de adsorción y desorción del adsorbato. (Sinha, Gusain y Kumar, 2020, p.380).

La remoción o reducción de la concentración de contaminantes como Plomo y Hierro en aguas tienen como finalidad no alterar los ecosistemas acuáticos, ni causar riesgos para la salud del ser humano. Cuando el agua se encuentra en un cuerpo de agua, como un río, la normativa peruana indica evaluar los niveles de contaminantes según la normativa vigente peruana (ECA) y según la disponibilidad del recurso hídrico para ciertas actividades se categorizan rangos permitidos. Para la cuenca del río Huaral que en parte de su recorrido sirve como alimentador para agua potable, se categoriza como agua con fines poblacionales y recreacionales, y de acuerdo a la naturaleza de las actividades de la planta de tratamiento Emapa Chancay, esta agua pasaría por un proceso de potabilización con tratamiento convencional (D.S. 004-2017-MINAM, 2017). Cuando el agua ha sido tratada para ser potable y se dispone el abastecimiento de la misma a las poblaciones, el Ministerio de Salud, proporciona unos Límites Máximos

Permisibles (LMP) a fin de garantizar la calidad del agua brindada a los usuarios y poder declararla como agua de consumo humano.

En ese sentido, de acuerdo al ECA agua, la concentración de plomo máxima puede ser de 0.05 mg/L para aguas superficiales de la categoría A2, mientras que la concentración de hierro no debe superar 1 mg/L, en aguas que pueden ser potabilizadas con un tratamiento convencional (MINAM, Parámetros y Valores Consolidados, 2017). En cuanto a los LMP de agua potable los niveles de hierro no pueden superar los 0.3 mgFe/L, mientras que la concentración máxima permitida de plomo presente en muestra no debe ser mayor a 0.01 mgPb/L. Esta información se puede notar en la Tabla 1, que recopila ambas normativas.

Tabla 1: Normativa ambiental peruana para calidad de agua.

Normativa ambiental		ECA		LMP
Categorías		Aguas Superficiales Destinadas a la producción de agua potable		Aguas aptas para consumo humano
Subcategorías		A1	A2	Anexo 2 y 3
Parámetros	Unidad de medida	Aguas que puede ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden potabilizadas con tratamiento convencional	LMP de parámetros de calidad organoléptica y química
Hierro	mg/L	0.3	1	0.3
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.01
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	6.5 - 8.5
Turbiedad	UNT	5	100	5

Nota: ECA = Estándares de Calidad Ambiental; LMP = Límites Máximos Permisibles; UNT = Unidades Nefelométricas de Turbidez. Tomado de D.S. 004-2017-MINAM, 2015 y D.S. 031-2010-SA.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación:

De acuerdo a la descripción de las características de esta investigación en base a lo detallado por Sampieri, Fernández y Baptista (2010) esta investigación es aplicada, debido a que busca resolver el problema de la viabilidad de bioadsorbentes, particularmente de la cáscara de naranja en la remoción de Hierro y Plomo.

Diseño de investigación:

El diseño de investigación, de acuerdo con el marco de estudio de la investigación, esta se catalogó como experimental pura, dado que no pretende que los resultados obtenidos de esta se apliquen a las actividades de la empresa, aportando únicamente un marco referencial sobre una alternativa de tratamiento. De diseño con preprueba – posprueba y grupo de control como lo define Hernández et al (2010). La investigación fue transversal, ya que analizó y estudios matrices en un momento específico.

RG ₁	0 ₁	X ₁	0 ₂
RG ₂	0 ₃	X ₁	0 ₄
RG ₃	0 ₅	X ₁	0 ₆
RG ₄	0 ₇	–	0 ₈

Figura 1: Diseño de investigación.

Este diseño está compuesto por 3 grupos de experimentación, siendo los 2 primeros los pertenecientes a las muestras de los puntos de muestreo. Mientras que el último grupo es el grupo de control. A cada grupo se le aplica el método de adsorción por cáscara de naranja y se realizan mediciones antes y después de cada intervención.

3.2. Variables y operacionalización:

En la investigación se estudiaron las siguientes variables: la adsorción por cáscara de naranja y la concentración de Pb y Fe en aguas superficiales. Siendo la variable adsorción de cáscara de naranja la variable independiente y la concentración de Plomo y Hierro la variable dependiente.

Definición conceptual:

La variable independiente: Adsorción por cáscara de naranja es la capacidad que tiene la cáscara de naranja para reducir las concentraciones de contaminantes, como el Plomo y el Hierro en aguas residual (La Salas y Sarcco, 2017, 179 pp.)

La variable dependiente de concentración de Pb y Fe en aguas superficiales alteran su composición y provocan graves daños a la salud humana, ecosistemas y las cadenas tróficas que se desprenden de ello (Collantes, 2019, p. 5).

Definición operacional:

La adsorción por cáscara de naranja es la capacidad de sorción de las pectinas reticuladas de cáscara de naranja para adsorber iones de Fe y Pb en la solución tratada. Esta capacidad de adsorción está determinada por las condiciones de operación, la dosis del adsorbente y los tratamientos previos de la biomasa. En la investigación se manipuló esta variable en la dosis administrada a la muestra. Las dimensiones de esta variable son: Dosis del adsorbente y Condiciones óptimas de operación.

La variable dependiente de concentración de Pb y Fe será evaluada con el registro de las concentraciones iniciales y post tratamiento del contaminante, además del porcentaje de remoción de dichos metales. En las dimensiones de esta variable se encuentran: Análisis de parámetros físicos, químicos y Porcentaje de Remoción de Metales Pesados.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación:

De acuerdo a la descripción de las características de esta investigación en base a lo detallado por Sampieri, Fernández y Baptista (2010) esta investigación es aplicada, debido a que busca resolver el problema de la viabilidad de bioadsorbentes, particularmente de la cáscara de naranja en la remoción de Hierro y Plomo.

Diseño de investigación:

El diseño de investigación, de acuerdo con el marco de estudio de la investigación, esta se catalogó como experimental pura, dado que no pretende que los resultados obtenidos de esta se apliquen a las actividades de la empresa, aportando únicamente un marco referencial sobre una alternativa de tratamiento. De diseño con preprueba – posprueba y grupo de control como lo define Hernández et al (2010). La investigación fue transversal, ya que analizó y estudios matrices en un momento específico.

RG ₁	0 ₁	X ₁	0 ₂
RG ₂	0 ₃	X ₁	0 ₄
RG ₃	0 ₅	X ₁	0 ₆
RG ₄	0 ₇	–	0 ₈

Figura 1: Diseño de investigación.

Este diseño está compuesto por 3 grupos de experimentación, siendo los 2 primeros los pertenecientes a las muestras de los puntos de muestreo. Mientras que el último grupo es el grupo de control. A cada grupo se le aplica el método de adsorción por cáscara de naranja y se realizan mediciones antes y después de cada intervención.

Indicadores:

Se establecieron como indicadores de la adsorción por cáscara de naranja a las dosis de adsorbente, baja, media y alta, así como el tiempo de contacto, la velocidad de agitación y el tamaño de la partícula de cáscara de naranja tratada.

Los indicadores de la concentración de Hierro y Plomo son el pH, turbidez, concentración de Plomo y Hierro inicial y final, así como el porcentaje de remoción.

Escala de medición:

La investigación tuvo como escala de medición a los intervalos para parámetros variables de tamaño de partícula ya que solo se puede tener un rango de ellas. Mientras que para los demás indicadores fueron de razón, debido a que pudieron ser medidas (Coronado, 2007, p.107).

3.3. Población, muestra y muestreo**Población:**

Considerada fueron las aguas provenientes del río Huaral (Chancay).

Criterios de inclusión: Se consideraron las aguas superficiales provenientes del río Huaral. Se incluyeron las aguas superficiales de tipo de suministro para ser potabilizadas. Además de las aguas superficiales tomadas en el Río Huaral se agregaron las aguas en el punto de Captación e ingreso de agua cruda a la planta de tratamiento.

Criterios de exclusión: Se excluyeron las tomas de muestras de aguas cercanas a puntos de vertimientos de efluentes.

Muestra:

Se recolectó una muestra representativa de 1500 ml de los siguientes puntos de muestreo: Captación e Ingreso de agua cruda a la PTAP EMAPA Chancay S.A.C. Todas las muestras se recolectaron considerando los criterios establecidos en el Protocolo Nacional del Monitoreo de la Calidad del Agua, publicado por la Autoridad Nacional del Agua.

Muestreo:

El tipo de muestreo en el presente proyecto de investigación fue no probabilístico porque se seleccionaron las muestras en base al criterio del investigador de acuerdo a las necesidades propias del proyecto de investigación. Además, el tipo de muestra será simple o puntual, dado a que se toma una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Esto se puede lograr al ser este tipo de agua un agua de suministro para la PTAP Emapa-Chancay.

Unidad de análisis:

La unidad de análisis son los metales pesados Plomo (Pb) y Hierro (Fe) presentes en las muestras recolectadas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**Toma de muestra de aguas:**

Se realizó la toma de muestra puntual, que fue tomada al azar en los puntos de muestreo previamente identificados. Siendo estos: Captación e Ingreso de agua cruda. Cabe mencionar, que el volumen parcial se determinó de acuerdo a la proporción del caudal del agua residual en el momento del muestreo y lo necesario para realizar los análisis correspondientes. Dichos puntos de monitoreo fueron codificados siguiendo los lineamientos del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua del ANA (D.J. 010-2016-ANA, 2016). Al ser este un cuerpo de agua del tipo Río, la codificación inicia con la letra "R", seguida de las cuatro primeras letras del nombre del Río, en este caso río Huaral siguiendo la codificación "HUAR", adicionalmente un indicador del punto de muestreo siendo captación, e ingreso de agua los códigos "C" y "IA", respectivamente.

Tabla 2: Codificación de Puntos de Muestreo

Punto de muestreo	Volumen recolectado	Código	Coordenadas	
			Este	Norte
Captación	1500 ml	R-HUAR-C-Ni	0256185	8724814
Ingreso de agua cruda	1500 ml	R-HUAR-IA-Ni	0255454	8725085

Nota: Denominación Ni es la numeración de la muestra o repetición de toma de muestra de un punto de muestreo. Elaboración Propia

El rotulado de los recipientes se debe realizar de preferencia con etiquetas autoadhesivas. Conteniendo como mínimo datos del solicitante, código del punto de muestreo, fecha, preservación, entre otros datos mínimos que se pueden ver en los Anexos.

Tabla 3: Recursos utilizados para la toma de muestra.

Recurso	Descripción
Transporte	Vehículo para transporte terrestre.
Instrumentos	Tres frascos de plásticos o vidrio, guantes y mascarillas.
Equipos	GPS y cámara fotográfica.
Formatos	Etiquetas, ficha de campo, cadena de custodia.
Permisos	Autorización por parte de la planta de tratamiento EMAPA
Equipo de protección	Botas de jebe cortas, lentes y casco.
Objetos	Plumones indelebles, lápices, etiquetas autoadhesivas cinta adhesiva y tablero.

Nota: Elaboración Propia.

Dado que la unidad de análisis fueron el Pb y He, se usó un recipiente PE-HD o PTFE, acidificando a pH 2 con HNO₃

Test de Jarras:

Para determinar la dosis óptima de cáscara de naranja a aplicar y la eficiencia de remoción de contaminantes se aplicó un test de jarras. La técnica del test de jarras consiste en experimentar una misma muestra a diferentes concentraciones de adsorbente de cáscara de naranja con una velocidad de agitación constante. Para así, medir bajo las mismas condiciones el efecto de la dosis de adsorbente en la remoción de Plomo y Hierro.

Para determinar de qué manera influye el tiempo de contacto y la masa de cáscara de naranja se tomó en cuenta el sistema por lotes (Batch Processing), proceso por el cual se pueden determinar a mismas condiciones o condiciones adaptativas ciertos cambios del investigador (Bountali, Economou, 2019, p.4) en este proceso se usa una cierta cantidad de cáscara de naranja tratada con las muestras que contienen Hierro y Plomo, cabe indicar, que durante el proceso de experimentación se trabajó con un valor de pH 5 y a una temperatura ambiente de 24°C.

Remoción de metales pesados:

En la remoción de metales pesados se utilizó una fórmula de eficiencia determinada por la división de la resta de los valores iniciales y finales de concentración de dicho metal por la concentración inicial del mismo multiplicado por cien. El resultado de la operación se expresa en porcentaje y permite estimar cuán efectivo es algún proceso de remoción.

$$\frac{C_0 - C_f}{C_0} \times 100 = \% \text{ Remoción}$$

Figura 2: Ecuación de Remoción.

Determinación de la concentración de metales

Para medir la concentración de plomo y hierro final, se realizó la técnica de la Espectroscopía, mediante el uso del equipo de espectrofotometría de absorción atómica, para medir la concentración primero se preparó la muestra a analizar, se realizó así la digestión de la misma, que inició con la homogeneización de la muestra. Paralelamente se realizó un blanco de digestión sustituyendo la muestra por agua destilada.

De esta manera, se agregó 5 ml de HNO_3 ; con esta solución se procedió a calentar un calefactor hasta tener ebullición leve, se tuvo en cuenta concentrar al menor volumen de forma tal que no ocurra precipitación. Después, se lavó el Erlenmeyer con agua, además se recogió el filtrado en un matraz aforado. Finalmente, se dejó enfriar a temperatura ambiente y luego se aforo con agua destilada. Para la medición de la concentración se realizó la curva de calibración del equipo, esta curva fue determinada a partir de las soluciones estándar de 0,005 hasta 0.10 mg/L de Plomo y Hierro obtenidas de la solución, con el agregado de HNO_3 de manera que su concentración final sea del 1%.

Tabla 4: Instrumentos y métodos usados para la investigación.

Equipo y/ o material	Parámetro y/o uso	Método
pH-metro	Medición de pH	pH value. Electrometric Method. 4500-H+. APHA-AWWA.
Conductímetro	Conductividad	APHA-AWWA-WEF.
Balanza analítica	Masa de Cáscara de Naranja	Pesaje
Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Concentración de Plomo	Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method.3111 B. APHA-AWWA.
Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Concentración de Hierro	Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method.3111 B. APHA-AWWA.
Agitador	Agitación	Método Shake Flask
Equipo de Filtración	Filtración	Filtración por gravedad

Nota: Adaptado de APHA-AWA-WEF. 27 Edition. 2021.

Otros parámetros medidos son la turbidez en Unidades Nefelométricas de Turbidez, a través de un Nefelómetro. Tanto la turbidez, pH y conductividad serán medidos in situ del punto de recolección de muestra. Los demás parámetros de Plomo y Hierro serán analizados en laboratorio.

Recolección de datos:

Se llevó a cabo por medio de fichas de recolección que se expresan en los Anexos.

3.5. Procedimientos:

Para llevar a cabo la investigación primero se procedió a preparar el adsorbente de cáscara de naranja (*citrus x sinensis*) para maximizar su efecto de remoción. Luego se realizaron pruebas preliminares para caracterizar la muestra de agua superficial destinada a potabilización. Además, se aplicó el tratamiento de adsorción de Plomo y Hierro a diferentes concentraciones de cáscara de naranja y a diferentes muestras. Por último, se realizó un procesamiento estadístico y matemático para la determinación de dosis óptima, cinética de adsorción y capacidad de adsorción.

Preparación del Bioadsorbente:

Selección de la materia prima: Se seleccionaron las cáscaras de naranja (*citrus x sinensis*) en mejor estado, si fuera posible de la variedad San Luis, se evitó escoger aquellas en estado de descomposición.

Lavado de materia prima: Después, las cáscaras seleccionadas se cortaron en pequeños trozos y fueron lavadas varias veces para remover restos de residuos e impurezas que puedan estar adheridas a su superficie; es recomendable el uso de agua a 60 °C aproximadamente, esto con el fin para erradicar sustancias como: HNO₃, glucósidos y polímeros presentes en la cáscara.

Secado de materia prima: Se colocaron las cáscaras de naranja en una estufa a 60 °C por 4 horas con el fin de eliminar la humedad.

Reducción de tamaño y tamizado: Luego, la cáscara seca se trituró con un molino manual y luego fue tamizada con un cernidor o tamiz de 0.5 – 1.00 mm.

Extracción de polímeros de desecho: Se tomó una cantidad de 20 g de la partícula molida, que se lavó varias veces con agua fría, se decantó la solución con etanol a 96° con el fin de extraer polímeros y partículas de desecho. Y se secó en una estufa a 40 °C.

Desmetoxilación de la cáscara: La desmetoxilación se define como el proceso por el cual se extrae o separa un radical metilo, así se modifican los sitios de unión de carboxilato mediante la reacción de hidrolisis (Feng, Guo y Liang, 2009,

p.1288) y procesos químicos como la adición de una base de hidróxido de sodio (NaOH), este último utilizado para procesos químicos que busquen mantener las características físicas del elemento desmetoxilado como lo son cáscaras de frutas (Sandoval, Alvarado, Palos y De la Rosa, 2013, párr. 3-4).



Figura 3: Reacción química del NaOH con los ésteres metílicos de la cáscara de naranja.

Luego de secado, se mezcló el polvo con una solución de 500 ml de NaOH 0.2 M con agitación lenta por dos horas, luego el sólido es filtrado, lavado con agua desionizada para eliminar los restos de NaOH y secado en una estufa a 40 °C por dos horas aproximadamente.

Reticulación de la cáscara: Por último, se pesó 20 g de la cáscara de naranja desmetoxilada y se le agregó 500 ml de una solución de CaCl₂ a 0.2 M, ajustando de preferencia el pH a 5 (Esto se puede lograr con la incorporación de HCl 0.1 M). La mezcla se agito a 200 rpm por 24 horas. Luego, la muestra fue filtrada, lavada y secada en una estufa a 60°C durante 4 horas.

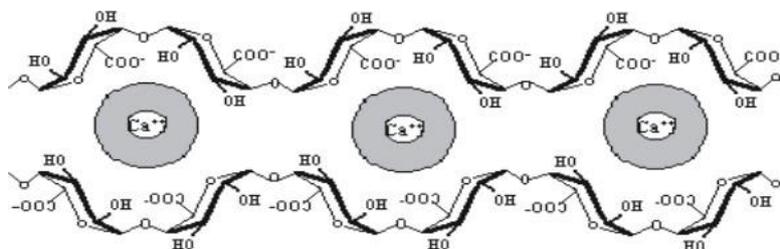


Figura 4: Reticulación de la pectina de cáscara de naranja. Tomado de «Bioadsorción de Cu (II) por biomásas que contienen pectina», por Tapia y Villanueva, 2005, p.13.

Remoción de Plomo y Hierro por adsorción de cáscara de naranja: Para la remoción del Pb y Fe se llevaron a cabo una serie de pruebas a diferentes concentraciones y en diferentes sitios de muestreo. Para ello, y en consecuencia del diseño de investigación se realizaron 8 ensayos en total. Con 3 diferentes dosis en dos puntos de muestreos.

Tabla 5: Codificación de ensayos de adsorción de metales pesados.

Punto de muestreo	Muestras	Dosis aplicada	Código
Captación de Planta	-	0	C-01
	01	2.5	C-02
	02	5	C-03
	03	10	C-04
Ingreso de agua cruda	-	0	IA-01
	01	2.5	IA-02
	02	5	IA-03
	03	10	IA-04

Nota: Elaboración Propia.

Análisis preliminar de la muestra: Primero se realizó un análisis preliminar de las muestras obtenidas en el punto de captación con la codificación C-01 y IA-01. Se analizaron los parámetros de pH inicial, turbidez, conductividad, concentración inicial de Plomo y concentración inicial de Hierro.

Adsorción por cáscara de naranja: Luego, en tres vasos de precipitación de 1 L se agregó 500 mL de muestra de agua en los diferentes puntos de captación. Se colocaron los vasos de precipitación en una máquina para la prueba de jarras. Aquí se agregaron 2.5, 5 y 10 gramos de cáscara de naranja previamente tratada en cada vaso, respectivamente y fueron rotulados. Luego se añadió un agitador magnético dentro de los vasos de precipitación y se aplicó una velocidad de agitación de 200 rpm por de 60 minutos. Al cabo de ese tiempo, se dejó reposar 5 minutos la muestra y se colocó un filtro de tela en cada uno de los vasos de precipitación y se procedió a filtrar su contenido. Se considera este

procedimiento como las condiciones óptimas de operación para el proceso de adsorción de metales basado en la revisión de antecedentes.

Análisis final de la muestra: Finalmente, se procedió a realizar un análisis físico químico de la solución final, previamente filtrada. Se analizaron los parámetros de pH final, turbidez, conductividad, concentración final de Plomo y concentración final de Hierro.

Determinación de dosis óptima y eficiencia de remoción de la cáscara de naranja: Para la determinación de la dosis óptima se procesaron los datos estadísticamente hallando las mayores eficiencias como el porcentaje de remoción de las concentraciones iniciales de metales pesados de Plomo y Hierro y las concentraciones finales de los mismos. Luego se comparó la dosis utilizada para la mayor eficiencia calculada y se determinó la dosis óptima de cáscara de naranja para la adsorción de Hierro y Plomo.

3.6. Métodos de análisis de datos:

La investigación realizó métodos estadísticos para describir las variables y sus relaciones. En cuanto a la descripción del objetivo secundario para la determinación de las condiciones óptimas de operación se usó la estadística descriptiva, del mismo modo frente a la determinación de la remoción de contaminantes. Además, se realizó estadística inferencial con el software Minitab, para determinar las diferencias entre los puntos de muestreo, mediante la prueba estadística de Tukey y para determinar la distribución de resultados de los muestreos se usó la prueba de normalidad para datos agrupados menores a 50 datos. Finalmente, para obtener la dosis óptima de adsorbente de cáscara de naranja se aplicaron estadística comparativa para hallar la máxima remoción de metales (Hierro y Plomo) y compararla con la dosis utilizada. Para así determinar su viabilidad como método de remoción o reducción de metales pesados de Plomo y Hierro en aguas superficiales con fines de potabilización.

3.7. Aspectos éticos:

Los autores trabajaron bajo el criterio de honestidad y justicia científica, rigor científico, responsabilidad y el respeto a las personas. Los investigadores fueron honestos en la obtención, uso y el procesamiento de datos para brindar los resultados, además se citó toda la fuente conforme las normas de citas y referencias que estableció la universidad, para lo cual se utilizaron las normas ISO 690 y 690-2, misma que proporcionan directivas para la preparación de estilos y referencias bibliográficas para dar los créditos correspondientes a los autores. Además, los autores son responsables del desarrollo de la investigación, se asumirá cualquier responsabilidad que acarree esta investigación cuando sea necesaria (Pino-Lozano, 2015).

IV. RESULTADOS

Para determinar las condiciones ideales de operación se realizó un análisis bibliográfico de investigaciones recientes que realizaron el proceso de remoción de metales pesados con bioadsorbentes como cáscara de naranja. Las investigaciones revisadas presentan diferentes condiciones óptimas de operación, las mismas que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6: Revisión de condiciones óptimas de operación.

Autor	pH	Tiempo	Dosis	Velocidad	Concentración Inicial	Metal Tratado	Temperatura	Tamaño de Partícula
Dukare, Bhoir, Raut y Parkar (2019)	5.62	720	-	100	100 mg/L	Cu	-	0.315
Hasan, Al-Tameemi y Abbas (2021)	6	150	5	450	100 mg/L	Sb	-	-
Tadepalli, Murthy y Rakesh (2016)	5	90	1.5	180	10 mg/L	Fe	35	-
Salas y Sarcco (2017)	5	240	7	-	100 mg/L	Fe	50	0.8
Collantes (2019)	4.5	120	60	150	100 mg/L	Pb y Fe	-	0.6
Fernandez, Florez, Yactayo, Lovera, Quispe, Landauro y Pardave (2019)	7.3	180	100	250	1.359 mg/L	Fe	26.5	0.25
Olivera (2017)	4.5	60	5.2	150	500 mg/L	Pb	22.4	0.15
Salazar (2016)	4.03	480	1	-	500 mg/L	Pb	24	0.18

Frente a estos análisis se pudo determinar aproximaciones en las condiciones óptimas de operación para la adsorción de metales pesados. Los promedios de pH ideal muestran un valor de 5.24, un tiempo de contacto ideal de 255 min, una dosis óptima de 25.7 gr de adsorbente y una velocidad de 213.3 RPM, otros valores como la concentración inicial fue variable de acuerdo al tipo de investigación a realizar, aunque la mayoría de autores consideran 100 ppm como concentración ideal, la temperatura ideal vario de acuerdo a las condiciones geográficas del investigador, siendo 24°C la más utilizada; por último, el tamaño de partícula ideal fue de 0.38 mm.

Tabla 7: Estadística Descriptiva de las condiciones óptimas de operación.

Variable	NAcum	Media	Error Std	Desv.Est.	Varianza	Mediana	Moda
pH	8	5.244	0.369	1.045	1.091	5.000	4.5; 5
Tiempo	8	255.0	81.0	229.0	52457.1	165.0	*
Dosis	7	25.7	14.7	38.9	1515.2	5.2	*
Velocidad de agitación	6	213.3	51.4	126.0	15866.7	165.0	150
Concentración Inicial	8	176.4	72.1	203.9	41587.2	100.0	100
Temperatura	5	30.32	4.35	10.64	113.28	25.25	24
Tamaño de Partícula	6	0.383	0.106	0.260	0.068	0.282	*

Fuente: Minitab 19. Estadística Descriptiva.

Estos resultados se ajustaron a la presente investigación, teniendo en cuenta tanto los promedios como modas de los investigadores, así se trabajaron con los siguientes valores.

Tabla 8: Condiciones Óptimas

Condición	Valores
pH	5
Tiempo (min)	60
Dosis Aplicada (gr)	2.5; 5 y 10
Velocidad de Agitación (rpm)	200
Concentración Inicial (ppm)	1.64 (Fe) y 0.01503 (Pb) 0.15 (Fe) y 0.00454 (Pb)
Temperatura (°C)	24
Tamaño (mm)	0.5 - 1

Elaboración Propia.

Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de los ensayos de remoción de Hierro y Plomo en aguas del sistema de captación de la PTAP Emapa.

Tabla 9: Concentración de Hierro y Plomo en muestras.

Codificación de Ensayo	Tipo de Muestra	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)
Límite de Detección		0.01	0.00005
R-HAUR-C01	Agua Superficial	1.64	0.01503
R-HAUR-C02	Agua Superficial	0.76	0.01260
R-HAUR-C03	Agua Superficial	0.59	0.01166
R-HAUR-C04	Agua Superficial	0.50	0.01295
R-HAUR-IA-01	Agua Superficial	0.15	0.00454
R-HAUR-IA-02	Agua Superficial	0.1	0.00310
R-HAUR-IA-03	Agua Superficial	0.12	0.00285
R-HAUR-IA-04	Agua Superficial	0.1	0.00273

Elaboración Propia

En base a los resultados se aplicó la fórmula de porcentaje de remoción para las muestras ensayadas.

Tabla 10: Porcentajes de Remoción de Hierro y Plomo

Codificación de Ensayo	Dosis Aplicada	Fe (% Remoción)	Pb (% Remoción)
R-HAUR-C02	2.5 gr	54	16
R-HAUR-C03	5 gr	64	22
R-HAUR-C04	10 gr	70	14
R-HAUR-IA-02	2.5 gr	33	32
R-HAUR-IA-03	5 gr	20	37
R-HAUR-IA-04	10 gr	33	40

Elaboración Propia

Teniendo en cuenta los porcentajes de remoción de los contaminantes aplicados a diferentes muestras y dosis se aplicó la prueba estadística de Tukey para datos agrupados con el fin de determinar la diferencia entre los niveles de ensayos sobre las muestras del punto de captación y el punto de ingreso de agua cruda a planta.

Tabla 11: Análisis de la varianza entre el porcentaje de Remoción de Plomo y los puntos de muestreo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	1	0.17340	0.173400	28.50	0.006
Error	4	0.02433	0.006083		
Total	5	0.19773			

Fuente: Minitab 19. ANOVA de un factor.

Tabla 12: Análisis de la varianza entre el porcentaje de Remoción de Hierro y los puntos de muestreo

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	1	0.054150	0.054150	32.17	0.005
Error	4	0.006733	0.001683		
Total	5	0.060883			

Fuente: Minitab 19. ANOVA de un factor.

Frente a un valor de $p < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula con lo cual se acepta que ambas muestras difieren en porcentajes de remoción.

Tabla 13: Agrupación de información mediante Tukey en Remoción de Plomo.

Muestra	N	Media	Agrupación
Captación	3	0.6267	A
Ingreso a Planta	3	0.2867	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 14: Agrupación de información mediante Tukey en Remoción de Hierro.

Muestra	N	Media	Agrupación
Ingreso a Planta	3	0.3633	A
Captación	3	0.1733	B

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

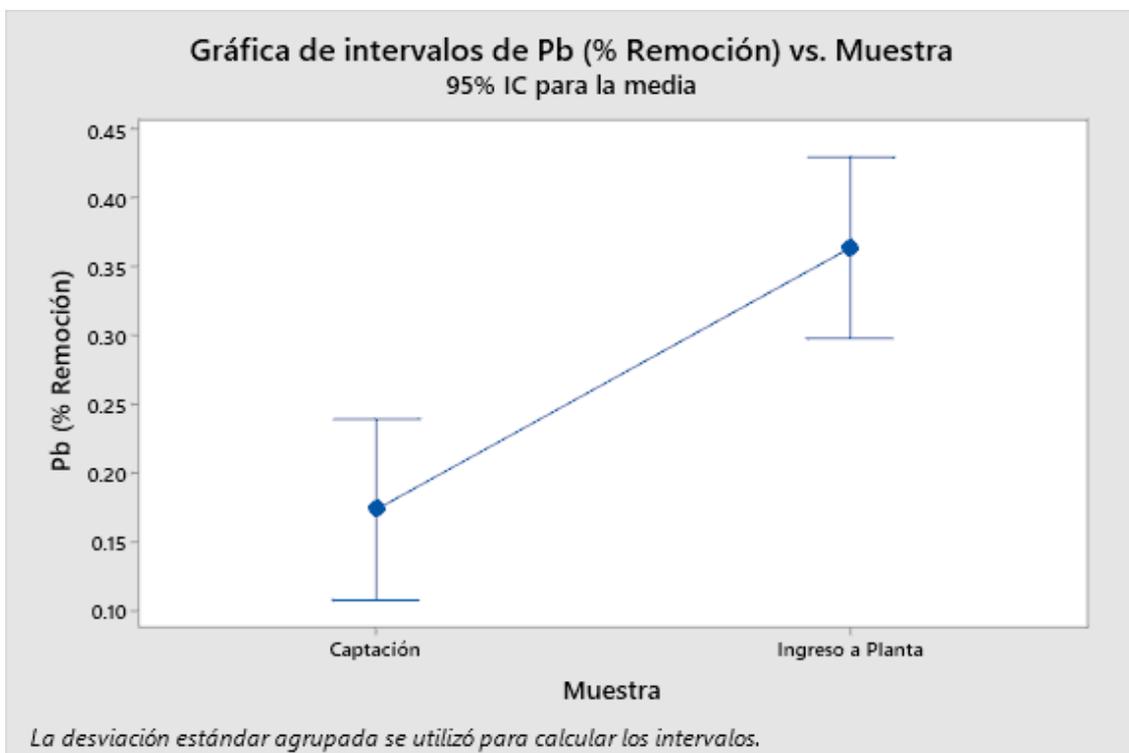


Figura 5. Prueba estadística de Tukey para medias de remoción de plomo. Fuente: Minitab 19. Comparación Tukey.

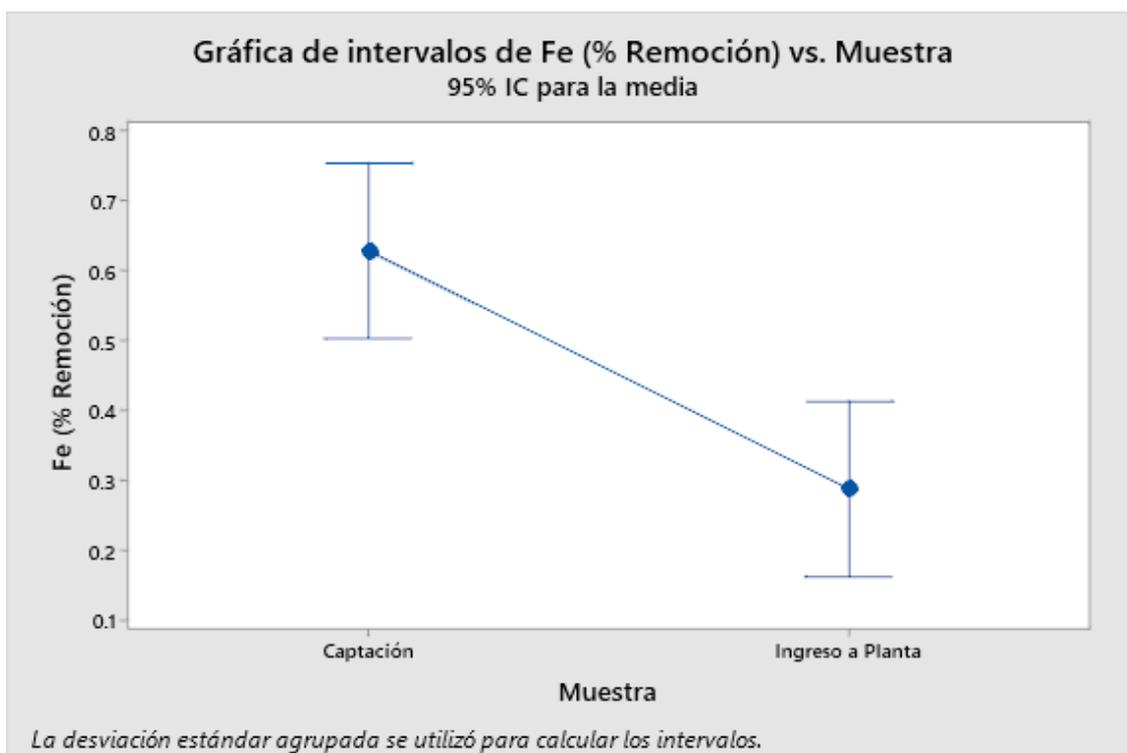


Figura 6: Prueba estadística de Tukey para medias de remoción de hierro. Fuente: Minitab 19. Comparación Tukey.

Los intervalos de confianza al 95% de confianza muestran una concentración media alejada una de otra, con lo cual se puede afirmar que las aguas muestreadas en el punto de Captación y las aguas muestreadas en el punto de Ingreso de Agua Cruda a Planta son significativamente diferentes por lo que no se pueden realizar pruebas de correlación entre ellas.

Finalmente se realizaron pruebas estadísticas de promedios y moda para hallar los porcentajes de remoción promedio y las dosis aplicadas que obtuvieron mayores porcentajes de remoción.

Tabla 15: Estadística Descriptiva

Codificación de Ensayo	Prueba estadística	Fe (% Remoción)	Pb (% Remoción)
Captación (R-HAUR-C)	Promedio	0.62	0.17
Captación (R-HAUR-IA)	Promedio	0.29	0.36
Captación (R-HAUR-C)	Máxima Remoción	10 gr	5 gr
Captación (R-HAUR-IA)	Máxima Remoción	10 gr	10 gr

Con estos porcentajes se determinó experimentalmente la dosis óptima de adsorbente de cáscara de naranja tratada. Siendo la dosis que presentó mayor porcentaje de remoción tanto para Hierro como para Plomo, es decir para el ensayo R-HUAR-C y R-HUARC-IA, la dosis de 10 gr de cáscara de naranja tratada obtuvo los mayores porcentajes de remoción tanto para Hierro como para Plomo. Salvo el caso de las pruebas de remoción para aguas del punto de captación, donde 5 gr de cáscara de naranja usada como adsorbente obtuvo el porcentaje de remoción más elevado.

En la última prueba estadística de regresión de valores separados tal y como señala la prueba de Tukey se presenta la regresión lineal ajustada entre los porcentajes de remoción del contaminante Hierro, presente en las muestras de Captación de Planta e Ingreso a Planta, donde la hipótesis nula representa que el aumento de la dosis de cáscara de naranja aplicadas no tendrá efecto alguno en la remoción del metal, con un valor de $p < 0.05$.

Tabla 16: Análisis de Regresión Lineal % Remoción de Hierro vs Dosis Administrada

Fuente	GL	SC	MC	F	P	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
Regresión	1	0.0116667	0.0116667	8.33	0.212		
Error	1	0.0014000	0.0014000				
Total	2	0.0130667				89.29%	78.57%

Elaboración Propia.

Tabla 17: Análisis de Regresión Lineal % Remoción de Plomo vs Dosis Administrada.

Fuente	GL	SC	MC	F	P	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
Regresión	1	0.0029167	0.0029167	8.33	0.212		
Error	1	0.0003500	0.0003500				
Total	2	0.0032667				89.29%	78.57%

Elaboración Propia.

El análisis de la varianza presenta un $p = 0.212$ con lo cual se rechaza la hipótesis nula y podemos afirmar que el aumento de la dosis óptima de cáscara

de naranja produce un efecto en la remoción de Hierro. Del mismo modo la prueba estadística para el Porcentaje de remoción de Plomo la cual mostro un p valor = 0.212 se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la dosis aplicada en el proceso de remoción de metales pesados si afecta el porcentaje de remoción del contaminante. Este efecto en el porcentaje de remoción de los contaminantes se ve reflejado en el R cuadrado = 89.29% que indica una relación positiva y elevada. Es decir, un aumento en la dosis administrada podría causar un aumento en el porcentaje de remoción de los contaminantes.

V. DISCUSIÓN

El bioadsorbente utilizado en la investigación corresponde a la mezcla de las variedades de naranja Tangelo y San Luis, esta última es la misma variedad utilizada por Olivera (2017, 1-82 pp.), además el tratamiento con NaOH y CaCl₂ en las cáscaras de naranja trituradas fueron estudiados por Villanueva y Tapia (2005, 11-15 pp.) en su investigación presentan la necesidad de un tratamiento previo para el bioadsorbente de cáscara de naranja, este a través de procesos físicos y químicos que concluyan en la activación de la pectina de la cáscara de naranja a fin de obtener una mayor remoción de contaminantes.

Las condiciones de operación óptimas concuerdan con la mayoría de antecedentes de la investigación. Se llevó a cabo los ensayos con un pH cercano a 5, mismo valor que coincide con Tadepalli, Murthy y Rakesh (2016, 290-299 pp.), de igual manera Tejada, Villabona y Garcés (2015, 109-123 pp.) en su investigación señalan que pH ácidos muestran una mejor remoción frente a pH bases, esto es debido a que se liberan mejor los radicales OH⁻ que permiten una mayor adsorción. Por otro lado, el tiempo de contacto ideal utilizado en la investigación fue de 60 min, mismo valor que el utilizado en la investigación Olivera (2017, 1-82 pp.), no obstante, otras investigaciones usan tiempos de aplicación más altos, esto debido a la concentración de contaminante a tratar. Otros valores iniciales como la velocidad de agitación, la concentración inicial de contaminante y temperatura variaron de acuerdo al investigador. Para Villanueva y Tapia (2005, 11-15 pp.) estos valores varían de acuerdo al diseño experimental y valores como la temperatura se adecuan a las condiciones geográficas del investigador.

La caracterización de las aguas superficiales en el punto de captación (aguas superficiales) mostró una concentración inicial de 1.64 ppm de Hierro y 0.01503 ppm de Plomo encontrándose por encima de los estándares de calidad ambiental vigentes en la normativa peruana, siendo este un valor de 0.3 ppm para Hierro y 0.01 ppm para Plomo. Por otro lado, las concentraciones iniciales de Hierro y Plomo en muestras de agua en el punto de Ingreso a Planta fueron 0.15 ppm y 0.00454 ppm, respectivamente, estas concentraciones nos indican que el agua de ingreso a la planta disminuye considerablemente las concentraciones iniciales de captación en el agua del río Huaral, esto puede explicarse debido a la

remoción de sólidos en la etapa de pretratamiento, y con ello algunos contaminantes metálicos (Gonzalías y Zapata, 2020, 43-45 pp).

Los resultados mostraron remociones máximas de 33% para Hierro en el punto de ingreso de agua cruda tanto para la dosis de 2.5 gr y 10 gr, mientras que en el punto de captación los porcentajes de remoción aumentaron significativamente llegando hasta un 70% de remoción con 10 gr de Cáscara de naranja, remoción que se asemeja más con la de Collantes (2019, 1-79 pp.) quien obtuvo hasta un 95 % de remoción en su investigación, utilizando 6 veces más la dosis de adsorbente. Esta diferencia entre los porcentajes de remoción de Hierro se puede explicar en la diferencia de concentración inicial del contaminante, en investigaciones como la de Collantes (2019, 1-79 pp.); Tadepalli, Murthy y Rakesh (2016, 290-299 pp.); y Salas y Sarcco (2017, 179 pp.) coinciden en una concentración inicial del contaminante de 100 mg/L obteniendo porcentajes de remoción elevados; por otro lado, Fernandez, Florez, Yactayo, Lovera, Quispe, Landauro y Pardave (2019, 21-28 pp.) en su investigación utiliza una concentración inicial de 1.359 mg/L obteniendo un porcentaje de remoción considerablemente más bajo.

Mientras que para Plomo la remoción máxima en aguas de ingreso a planta (40%) fue alcanzada con la dosis de 10 gr de cáscara de naranja tratada, similar porcentaje al de Olivera (2017, 1-82 pp.) quien obtuvo una remoción de 42.25% de Pb con cáscara de naranja de la variedad Huando. No obstante, en el agua de captación los porcentajes de remoción fueron variables logrando apenas un 22% de remoción con 5 gr y 14% con 10 gr de cáscara de naranja. Esto discrepa con los resultados obtenidos en la investigación de Collantes (2019, 1-79 pp.) que obtuvo una remoción del 99.8%. Además, Tejada, Villabona y Garcés (2015, 109-123 pp.) explica el porqué del aumento del porcentaje de remoción con una dosis de 10 gr, señala que la capacidad de adsorción de un adsorbente se encuentra determinada, entre otras consideraciones, por la superficie total de contacto, así superficies de contacto bajas pueden no capturar tantos iones metálicos en su superficie, al aumentar la cantidad y el tamaño de partícula de estos adsorbentes, entonces aumentará la superficie de contacto total, y dependiendo del contaminante a tratar, se obtendrán porcentajes de remoción altos. Además, las pruebas estadísticas de regresión lineal tanto para la

remoción de Plomo como la de Hierro muestran valores significativamente mayores a un valor $p > 0.05$ con lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el aumento de la dosis de cáscara de naranja aplicada también aumenta el porcentaje de remoción de los contaminantes como el Plomo y Hierro.

Finalmente, la diferencia de concentraciones iniciales tanto en el punto de captación y punto de ingreso de agua cruda muestran dos grupos diferentes con características distintas. Mismo resultado se corrobora por las pruebas estadísticas de Tukey y el análisis de varianza ANOVA. Los máximos porcentajes de remoción obtenidos fueron de 70% para una concentración inicial de 1.64 ppm Fe y de 40% para una concentración inicial de 0.00454.

VI. CONCLUSIONES

1. Las condiciones de operación óptimas a escala de laboratorio luego del análisis descriptivo de las investigaciones mostraron que los valores ideales de remoción se alcanzan con un pH igual a 5, un tiempo de contacto de 60 minutos a una velocidad de agitación de 200 rpm, a una temperatura ambiente de 24°C.
2. Los porcentajes de remoción máximos alcanzados con la aplicación de la cáscara de naranja con las concentraciones iniciales de 1.64 ppm Fe y 0.00454 ppm Pb fueron de 70% (0.50 ppm) y de 40% (0.00273 ppm) de remoción para los metales pesados de Hierro y Plomo, respectivamente.
3. Se determinó la dosis óptima de bioadsorbente, siendo estos 10 gramos de cáscara de naranja reticulada, misma que se adecua a los porcentajes de remoción máximos de las muestras estudiadas.
4. Finalmente, se concluye la viabilidad del proceso de adsorción por cáscara de naranja debido a que es económico, ambiental y eficiente, dado a que la variedad de naranja San Luis y Tangelo son de alta disponibilidad y sus cáscaras, generalmente son descartadas; es eficiente, se alcanzó hasta un 70% para Fe y 40% para Pb.

VII. RECOMENDACIONES

1. La variedad de naranja San Luis es de mayor disponibilidad en ciudades costeras, además su uso en la adsorción de metales pesados muestra mejores resultados. Por lo cual para un tratamiento más efectivo y económico se recomienda su uso mayoritariamente.
2. La concentración inicial de contaminantes como Fe y Pb presentaron valores cercanos o inferiores a los del ECA Agua, al realizar procesos de remoción se busca que los valores iniciales disminuyan de tal manera que puedan ser seguros para su emisión o captación en cuerpos de agua.
3. Se recomienda realizar los ensayos con soluciones preparadas de contaminantes que el investigador pueda manipular a libertad.
4. Los investigadores recomiendan experimentar con otras características del proceso de remoción por adsorción de cáscara de naranja, tales como el tiempo de contacto y el tamaño del adsorbente, dado a que estas características son las que más varían entre los investigadores.

REFERENCIAS

ADEFISOYE, M.; AGORO, M.; ADENIJI, A y OKOH, O. Heavy Metals in Wastewater and Sewage Sludge from Selected Municipal Treatment Plants in Eastern Cape Province, South Africa. *Revista Water*, [En línea]. 12(10), 1 de octubre de 2020. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/w12102746> EISSN: 2073-4441

ALALWAN, H.; KADHOM, A. y ALMINSHID, A. Removal of heavy metals from wastewater using agricultural byproducts. *Journal of Water Supply: Research and Technology – Aqua* [En línea]. 69(2), 1 de marzo de 2020 [Fecha de consulta: 25 de junio de 2021]. Disponible en <https://iwaponline.com/aqua/article/69/2/99/72362/Removal-of-heavy-metals-from-wastewater-using> ISSN: 0003-7214

ALIMOHAMMADI, V.; Sedighi, M. y Jabbari, E. Experimental study on efficient removal of total iron from wastewater using magnetic-modified multi-walled carbon nanotubes. *Ecological Engineering*, [En línea] Mayo 2017, 102 (1), 90-97 pp. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857417300526> ISSN 0925-8574

BOUNTALI, O., Economou, A. Strategic customer behavior in a two-stage batch processing system. *Queueing Syst* [En línea] Abril, 2019, 93(1), 3–29 pp. (2019). [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11134-019-09615-0> ISSN: 1572-9443

CHEN, Yu. *Hydrogels Based on Natural Polymers* [en línea]. 1.^a ed. China: School of Materials Science and Engineering, Beijing Institute of Technology, 23 de octubre 2019, 552 pp. [fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/book/9780128164211/hydrogels-based-on-natural-polymers> ISBN: 978-0-12-816421-1

COLLANTES, L. Capacidad biosorbente de plomo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y la vaina de taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze). Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. 71 pp. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3392/TESIS%20BIOSORCION%20DE%20NARANJA%20Y%20CAESALPINIA%20SPINOSA%20MOLINA%20KUNTZE%20UNIVERSIDAD%20NACIONAL%20DE%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CONTRERAS, J.; MENDOZA, C. y GÓMEZ, A. Determinación de metales pesados en aguas y sedimentos del Río Haina. *Ciencia y Sociedad*. [En línea] Enero-marzo 2004. 29 (1), 38-71 pp. [Fecha de consulta: 3 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87029103.pdf> ISSN: 0378-7680

CORONADO, J. Escalas de Medición. *Paradigma* [En línea] julio de 2007, 2(2), 104-125 pp. [Fecha de consulta: 01 de julio de 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4942056> ISSN: 1909-4302

DECRETO Supremo N° 004-2017-MINAM. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 7 de junio de 2017.

DECRETO Supremo N° 031-2010-SA. Aprueban reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 24 de septiembre de 2010.

DOBROSZ-GOMEZ, I.; Gomez, M. y Santa, C. Optimización del Proceso de Adsorción de Cr(VI) sobre Carbón Activado de Origen Bituminoso. *Información tecnológica*. [En línea]. Diciembre 2018, 29(6): 43-56 pp. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642018000600043&lng=es&nrm=iso. ISSN 0718-0764.

DUKARE, G., BHOIR, A., RAUT, S. y PARKAR, P. Removal of Heavy Metals By Means of Banana and Orange Peels. *International Journal of Innovative*

Research in Science, Engineering and Technology [En línea]. Abril 2018, 7(4), 3466-3473 pp. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2021]. Disponible en http://www.ijirset.com/upload/2018/april/38_Removal_N.pdf ISSN: 2319-8753

EL BOURAIE, M.; EL BARBARY, A.; YEHIA, M.; MOTAWEA, E. Heavy metal concentrations in surface river water and bed sediments at Nile Delta in Egypt. *Suoseurae Finn. Peatl. Soc.* [En línea] 61(1), 2010, 61. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2021]. Disponible en: <http://www.suo.fi/pdf/article9871.pdf> ISSN 0039-5471

FENG, N.; GUO, X. y LIANG, S. Adsorption study of copper (II) by chemically modified Orange peel. *Journal of Hazardous Materials.* [En Línea] 30 de mayo de 2009, 164 (2-3), 1286-1292 pp. [Fecha de consulta: 01 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389408013770?via%3Dihub> ISSN: 0304-3894

FERNÁNDEZ, M.; FLOREZ, D.; YACTAYO, M.; LOVERA, D.; QUISPE J.; LANDAURO, C. y PARDAVE, W. Remoción de metales pesados desde efluentes mineros, mediante cáscaras de frutas. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería.* [En línea] Agosto - Diciembre 2019, (8) 21-28 pp. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2021] Disponible en: <https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/1639/1832> ISSN: 2346-030

GOMEZ, L. y Zapata, J. Efecto del Nivel de Grasa y Velocidad de Agitación en la Hidrólisis Enzimática de Vísceras de Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*). *Inf. tecnol.* [En línea]. Abril 2017, 28(4) 47-56 pp. [Fecha de consulta: 5 de julio de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000400007&lng=es&nrm=iso ISSN 0718-0764.

GONZALÍAS, A. y ZAPATA, A. Caracterización cinética e hidrodinámica del fluido en un floculador hidráulico tipo Alabama localizado en la Ptap “El Arroyo” en Santander de Quilichao, Cauca. *Latinoamerican Developments in Energy Engineering* [En línea]. Julio – Diciembre 2020, 1(1), 43-54 pp. [Fecha de consulta: 10 de julio de 2021]. Disponible en

<https://revistascientificas.cuc.edu.co/IDEE/article/view/3220/3101> ISSN: 2744-9750

HASAN, M., AL-TAMEEMI, I. y ABBAS, M. Orange Peels as a Sustainable Material for Treating Water Polluted with Antimony. *Journal of Ecological Engineering* [En línea]. Enero 2021, 22(2) 25-35 pp. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2021]. Disponible en: <http://www.jeeng.net/Orange-Peels-as-a-Sustainable-Material-for-Treating-Water-Polluted-with-Antimony,130632,0,2.html> ISSN: 2299-8993

HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. Metodología de la Ciudad de México: *Mc Graw Hill*, 2010, vol. 12, p. 20. ISBN: 978-607-15-0291-9

HO, Y. y McKay, G. Sorption of dyes and copper ions onto biosorbents. *Process Biochemistry*. [En Línea]. 28 de febrero de 2003, 38(7), 1047-1061 pp. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003295920200239X> ISSN: 1359-5113

IBRAHIM, W., HASSAN, A. y AZAB, Y. Biosorption of toxic heavy metals from aqueous solution by *Ulva lactuca* activated carbon. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences* [En línea]. Septiembre 2016, 3(3). 241-249 pp. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2314808X16300239> ISSN: 2314-808X

IKENYIRI, P. y UKPAKA, C. Overview on the Effect of Particle Size on the Performance of Wood Based Adsorbent. *Journal of Chemical Engineering & Process Technology*. [En línea]. Abril 2016, 7(5). [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.longdom.org/open-access/overview-on-the-effect-of-particle-size-on-the-performance-of-wood-basedadsorbent-2157-7048-1000315.pdf> ISSN: 2157-7048

KINUTHIA, G., NGURE, V., BETI, D., LUGALIA, R., WANGILA, A. y KAMAU, L. Levels of heavy metals in wastewater and soil samples from open drainage channels in Nairobi, Kenya: community health implication. *Scientific Reports*

2020 [En línea]. 7 de Julio de 2020,10. [fecha de consulta: 27 de junio de 2021]. Disponible en <https://www.nature.com/articles/s41598-020-65359-5.pdf> ISSN 2045-2322

LAGERGREN. S. About the theory of so-called adsorption of soluble substances. *Kongl. Svenska Vetensk. Acad. Handl., n.s.* 24(4):1-39, enero 1898. ISSN 0023-5377

LAZCANO, E, Chango, D.; Vásquez, Z.; Rosales, S.; Chapa, M.; Orihuela, C. y Hernández, J. Hemocromatosis secundaria. *Arch. Cardiol. Méx.* [En línea]. Julio-Setiembre, 2021, 91(3) 373-374 pp. [Fecha de consulta: 5 de julio de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-99402021000300373&lng=es&nrm=iso ISSN 1665-1731.

LIU, D.; Zhu, H.; Wu, K.; Wang, F.; Zhao, X. y Liao, Q. Understanding the effect of particle size of waste concrete powder on phosphorus removal efficiency, *Construction and Building Materials*, [En línea] 10 de Marzo 2020, 236 (1) [Fecha de consulta: 30 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061819329782> ISSN 0950-0618

LONDOÑO-FRANCO, L., LONDOÑO-MUÑOZ, P. y MUÑOZ, F. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Revista Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial* [En línea]. Julio-Diciembre 2016, 14 (2), 145-153 pp. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf> ISSN 1692-3561.

OCHANDO, J.; Víctor, M. y Martínez, A. Recovery of iron after Fenton-like secondary treatment of olive mill wastewater by nano-filtration and low-pressure reverse osmosis membranas. *Revista Grasas y aceites.* [En línea] Julio-Setiembre, 2016, 67(3): 147-167pp. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: <https://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1613> ISSN 0017-3495

OLIVERA, Y. Comparación de las cáscaras de dos variedades de naranja “citrus cinensis” en la remoción del plomo (pb) en aguas contaminadas a nivel laboratorio SJL- 2017. Tesis (Título de Ingeniera Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. 82 pp. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2021] Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21689/Olivera_HY.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud (OMS) Intoxicación por plomo y salud. 2019. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2021]. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

PINO, P. La honestidad en la investigación científica. *Acta méd. peruana* [En línea]. 2015, 32(4), 193-194 pp. [Fecha de consulta: 01 de julio de 2021]. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172015000400001&lng=es&nrm=iso. ISSN 1728-5917.

QUIROZ, L.; IZQUIERDO, E. y MENENDEZ, C. Estudio del impacto ambiental del vertimiento de aguas residuales sobre la capacidad de autodepuración del río Portoviejo, Ecuador. *cen. az.* [En línea]. Enero-marzo 2018, 45(1) 73-83 pp. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2021]. Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612018000100008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0253-5777.

RABIUL, R. Innovative composite material for efficient and highly selective Pb(II) ion capturing from wastewater. *Journal of Molecular Liquids*, [En línea] Junio 2019, 284(1), 502-510 pp. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167732219305793> ISSN 0167-7322,

RAMIREZ, D.; MORENO, M.; CURBELO H. y CRESPO, L. Influencia del tamaño de partícula y la velocidad de agitación sobre el rendimiento de pectina. *Rev Cubana Farm* [En línea]. Abril 2016, 50(1) 98-105 pp. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152016000100009&lng=es&nrm=iso. ISSN 0034-7515.

RESOLUCIÓN Jefatural N° 010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Autoridad Nacional del Agua, Lima, Perú: marzo de 2016.

ROMERO, L. Preparación y uso de cáscara de naranja como biosorbente para la remoción de compuestos orgánicos. Tesis (Magister en Ciencia y Tecnología). México: Centro de Investigación y desarrollo tecnológico en electroquímica. 2013. 113 pp. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021] Disponible en: <https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/345/1/Preparaci%C3%B3n%20y%20uso%20de%20c%C3%A1scaras%20de%20naranja%20como%20biosorbente%20para%20la%20remoci%C3%B3n%20de%20compuestos%20org%C3%A1nicos.pdf>

SALAS, P. y SARCCO, L. Eliminación de plomo (II) y fierro (II), por bioadsorción con cáscara de naranja (*Citrus x sinensis*) en residuos líquidos procedentes del laboratorio químico de Southern Perú. Tesis (Título de Ingeniería Química). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2017. 176 pp. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021] Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4618/IQsapapr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SALAZAR, C. pH óptimo para la remoción de plomo con la cáscara de limón (*Citrus aurantifolia*) en aguas contaminadas a nivel laboratorio, 2016. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo. 2016. 13.pp. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/4677/Salazar_OC E.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SANDOVAL, G.; ALVARADO, S.; PALOS, I. y DE LA ROSA, R. (2013). Bioadsorción de metales. [En línea]. En: Encuentro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México (25°: 2013: Tamaulipas). Congreso [Fecha de consulta: 01 de julio de 2021]. Disponible en: <https://xdoc.mx/documents/25-encuentro-5dbde31e8b6e4>

SERVICIO Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Impacto del cambio socio-económico y climático en la gestión de recursos hídricos. Cuenca del río Chancay-Huaral. [En línea]. Lima: SENAMHI, 2010. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2021]. Disponible en <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/SENAMHI/Impacto%20del%20Cambio%20Socio%20Economico%20y%20Climatico%20en%20la%20Gestion%20de%20Recursos%20Hidricos.pdf>

SINHA, S.; GUSAIN, R. y KUMAR, N. Carbon Nanomaterial-Based Adsorbents for Water Purification [en línea]. 1.^a ed. South África: Elsevier, 2020, 420 pp. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128219591/carbon-nanomaterial-based-adsorbents-for-water-purification#book-description> ISBN: 978-0-12-821959-1

SUKHADEORAO, R. Lead: Toxicological Profile, Pollution Aspects and Remedial Solutions. [en línea]. Estados Unidos: Lead Chemistry. 14 de octubre de 2020. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2021]. Disponible en <https://www.intechopen.com/books/lead-chemistry/lead-toxicological-profile-pollution-aspects-and-remedial-solutions> ISBN: 978-1-83962-568-8

TADEPALLI, S., MURTHY, K. y RAKESH, N. Removal of Cu (II) and Fe (II) from Industrial waste water using orange peel as adsorbent in batch mode operation. *International Journal of ChemTech Research* [en línea]. Febrero 2016, 9(5), 290-299 pp. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2021]. Disponible en [https://sphinxesai.com/2016/ch_vol9_no5/1/\(290-299\)V9N5CT.pdf](https://sphinxesai.com/2016/ch_vol9_no5/1/(290-299)V9N5CT.pdf) ISSN: 2455-9555

TEJADA, C.; HERRERA, A. y NÚÑEZ, J. Remoción de plomo por biomasa residual de Cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y Zuro de maíz (*Zea mays*). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* [en línea]. Enero-Junio 2016, 19(1)1 169-178 pp. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2021]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v19n1/v19n1a20.pdf> ISSN: 0123-4226

TEJADA, C.; VILLABONA, Á. y GARCÉS, L. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. *Tecno Lógicas*, 18 (34),

enero-junio, 2015, pp. 109-123 [Fecha de consulta: 24 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3442/344234336010.pdf> ISSN: 0123-7799

TOMASZEWSKI, M., Cema, G y Ziembinska, A. Influence of temperature and pH on the anammox process: A review and meta-analysis. *Chemosphere* [En Línea]. Enero-Mayo 2017, vol 182 203-214 pp. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.05.003> ISSN: 0045-6535

TOUNSADI, H. Khalidi, A.; Machrouhi, A.; Farnane, M.; Elmoubarki, R.; Elhalil, A.; Sadiq, M. y Barka, N. Highly efficient activated carbon from *Glebionis coronaria* L. biomass: Optimization of preparation conditions and heavy metals removal using experimental design approach, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, [En línea] Diciembre, 2016, 4(4), 4549-4564 pp. [Fecha de consulta: 5 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343716303803> ISSN 2213-3437

VILLANUEA, C. y TAPIA, N. Bioadsorción de Cu (II) por biomásas que contienen pectina. *Revista Peruana de Química. Ingeniería Química*. [En línea] 2005, 8(1), 11-15 pp. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/download/5119/4210/0> ISSN: 1609-7599

ZAPATA, J.; Moya, M. y Figueroa, O. Hidrólisis Enzimática de la Proteína de Visceras de Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*): Efecto del tipo de Enzima, Temperatura, pH y Velocidad de Agitación. *Información tecnológica*. [En línea]. Enero 2019, 30(6), 63-72 pp. [Fecha de consulta: 4 de julio de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000600063&lng=es&nrm=iso ISSN 0718-0764.

ANEXOS:

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Adsorción por Cáscara de Naranja (variable independiente)	Salas y Sarcco (2017, 179 pp.) explican que la adsorción por cáscara de naranja permite reducir las concentraciones de metales pesados como Plomo y Hierro en aguas residuales.	Determinado por las condiciones óptimas de operación y cantidades ideales de adsorbente de cáscara de naranja previamente tratada. Capacidad de sorción de las pectinas reticuladas de cáscara de naranja para adsorber iones de Fe y Pb en la solución tratada.	Dosis de adsorbente	Baja	De razón
				Media	
				Alta	
			Condiciones óptimas de operación	Tiempo de contacto	De razón
				Velocidad de agitación	De razón
				Tamaño de la partícula	De intervalo
Concentración de Pb y Fe (variable dependiente)	Collantes (2019, p.5) la presencia de metales pesados como Plomo y Hierro en aguas superficiales alteran su composición y provocan graves daños a la salud humana y a los ecosistemas.	Se realizó un análisis por espectrofotometría de absorción atómica, donde se analizó la cantidad de Plomo y Hierro adsorbidos por la cáscara de naranja tratada.	Parámetros físicos	pH	De razón
				Conductividad	De razón
			Parámetros químicos	Plomo (Pb)	De razón
				Hierro (Fe)	De razón
			Porcentaje de Remoción de Metales pesados	$\frac{C_f - C_i}{C_i} \times 100$	De razón

Anexo 02: Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	MÉTODO
<p>Problema General: ¿Cuál es la viabilidad del uso de la cáscara de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) para la bioadsorción de los metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021?</p>	<p>Objetivo General: Determinar la viabilidad de la cáscara de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) para la bioadsorción de los metales pesados (Hierro y Plomo) en aguas del río Huaral, Chancay, 2021.</p>	<p>Hipótesis general: La adsorción por cáscara de naranja si es viable para la remoción de los metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021</p>	<p>Variable Independiente: Adsorción por cáscaras de naranja</p>	Dosis de adsorbente	Baja: Media: Alta:	De razón	Tipo: Aplicativo
<p>Problemas específicos:</p>	<p>Objetivos específicos:</p>	<p>Hipótesis específicas:</p>		Condiciones óptimas de operación	Tiempo de contacto	De razón	Enfoque: Cuantitativo
<p>Problema Específico 1: ¿Cuáles son las condiciones óptimas de operación para la bioadsorción de metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021?</p>	<p>Objetivo Específico 1: Determinar las condiciones óptimas de operación para la bioadsorción de los metales pesados (Hierro y Plomo) en aguas del río Huaral, Chancay, 2021.</p>	<p>Hipótesis Específica 1: Hi: Las condiciones óptimas halladas en la bibliográfica permiten una mayor remoción de los metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021.</p>			Velocidad de agitación	De razón	
					Tamaño de la partícula	De intervalo	Diseño: Experimental Puro

<p>Problema Específico 2: ¿Cuál es la eficiencia en la reducción de la concentración de hierro y plomo en la bioadsorción utilizando cáscaras de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) en aguas del río Huaral, Chancay, 2021?</p>	<p>Objetivo Específico 2: Determinar la eficiencia en la reducción de la concentración de hierro y plomo en la bioadsorción utilizando cáscaras de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) en aguas del río Huaral, Chancay, 2021.</p>	<p>Hipótesis Específica 2: Hi: La adsorción por cáscaras de naranja reducen las concentraciones de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021</p>	<p>Variable Dependiente: Concentración de Plomo y Hierro</p>	<p>Parámetros Físicos</p>	<p>pH</p>	<p>De razón</p>	<p>Población: Afluentes de la PTAP Emapa Chancay S.A.C.</p>	
		<p>Conductividad</p>		<p>De razón</p>				
		<p>Plomo (Pb)</p>		<p>De razón</p>				
<p>Problema Específico 3: ¿Cuál es la dosis optima de cáscara de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) para la bioadsorción de metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021?</p>	<p>Objetivo Específico 3: Determinar la dosis optima de cáscara de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) para la bioadsorción de los metales pesados (Hierro y Plomo) en aguas del río Huaral, Chancay, 2021.</p>	<p>Hipótesis Específica 3: Hi: El aumento de la dosis de cáscara de naranja (<i>Citrus x sinensis</i>) permite mayor adsorción de los metales pesados de hierro y plomo en aguas del río Huaral, Chancay, 2021</p>			<p>Parámetros químicos</p>	<p>Hierro (Fe)</p>	<p>De razón</p>	<p>Técnicas e instrumentos: Recolección de datos: Espectrofotometría de absorción atómica.</p>
		<p>Porcentaje de Remoción de Metales pesados</p>	$\frac{C_f - C_i}{C_i}$	<p>De razón</p>				

Anexo 05: Etiquetado de muestra.

Solicitante/cliente			
Nombre del laboratorio			
Código del punto de monitoreo			
Tipo de cuerpo de agua			
Fecha de muestreo		Hora	
Muestreado por			
Parámetro requerido			
Preservada	Si	No	Tipo de reactivo

Anexo 07: Validación de instrumentos “Ficha 1: Registro de datos y descripción de muestra”.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: RUBEN VICTOR MUNIVE CERRON
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente TP /UCV Campus Los Olivos
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 1. Registro de datos y descripción de muestras
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Carbajal Obortegui, Henry Geanfranco - Mendoza Bellido, Damaris

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103



Jorge Luis Pineda Buines
Biólogo
C. P. D. 5222



DAMARIS MENDOZA BELLEDO
Docente UCV
Instituto de Estadística y Probabilidad
Reg. CIP N° 98223

Lima, 18 de junio de 2021

Anexo 08: Validación de instrumentos “Ficha 2: Registro de datos y descripción de puntos de recolección”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: SAIDA MARGARITA CUADROS ORIA
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente TC/UCV Campus Los Olivos
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 2. Registro de datos y descripción de puntos de recolección.
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Carbajal Olortegui, Henry Geanfranco - Mendoza Bellido, Damaris

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X
90%

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

--


 Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
 CIP N° 38103


 Jorge Luis Prober Buñes
 CIP N° 5924


 SAIDA MARGARITA CUADROS ORÍA
 CIP N° 10010

Lima, 16 de junio de 2021

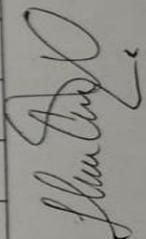
Anexo 09: Cadena para la recolección de muestras N°1

CADENA DE CAMPO PARA LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS



SECCIÓN: PRODUCCIÓN
EMAPA CHANCAY S.A.C

Año: 2021

Numero de Muestra	fecha	Hora	Descripción del punto de muestreo	Producto/matriz	Parametros IN SITU				Firma del encargado del Muestreo
					T° °C	Ph	Conductividad us/cm	TDS ppm	
01	10/11/21	07:15	CAPTACIÓN - PTAP R-HUAR-C-01	ASF	19.4	7.97	616	322	
02	10/11/21	07:32	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02	ASF	19.3	7.99	620	325	
03	10/11/21	07:46	CAPTACIÓN - PTAP R-HUAR-C-03	ASF	19.5	7.95	618	324	
04	10/11/21	07:58	CAPTACIÓN - PTAP R-HUAR-C-04	ASF	19.4	7.96	616	323	
05	10/11/21	08:05	PRESEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-01	ASF	19.9	7.99	665	329	
06	10/11/21	08:09	PRESEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-02	ASF	20.0	7.98	666	327	
07	10/11/21	08:14	PRESEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-03	ASF	19.8	7.99	665	327	
08	10/11/21	08:20	PRESEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-04	ASF	19.9	7.99	664	329	
09	10/11/21	09:00	FUENTE PTAP ABUO CERRITO 01	ASF	20.5	8.09	672	306	
Observaciones (problemas de calidad de agua):									

NOTA: Agua Potable(A.P.) Agua Subterránea(AST) Agua Superficial(ASF)

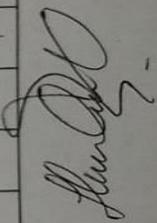
Anexo 10: Cadena para la recolección de muestras N°2

CADENA DE CAMPO PARA LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS



SECCIÓN: PRODUCCIÓN
EMAPA CHANCAY S.A.C

Año: 2021

Numero de Muestra	fecha	Hora	Descripcion del punto de muestreo	Producto/matriz	Parametros IN SITU				Firma del encargado del Muestreo
					T° °C	Ph	Conductividad us/cm	TDS ppm	
10	10/11/21	09:08	FUENTE PTOP Nº01 CONDU 02	ASF	20.4	8.14	612	316	
11	10/11/21	09:26	ENTRADA PTOP R-MUSA - ID - 01	ASF	20.1	7.97	543	278	
12	10/11/21	09:30	ENTRADA PTOP R-MUSA - ID - 02	ASF	19.9	7.95	540	275	
13	10/11/21	09:35	ENTRADA PTOP R-MUSA - FD - 03	ASF	20.0	7.96	542	278	
14	10/11/21	09:42	ENTRADA PTOP R-MUSA - FD - 04	ASF	19.9	7.97	542	277	
<p>Observaciones (problemas de calidad de agua):</p> <p>* ACUMULADO RESIDUOS SÓLIDOS JUNTO DE MONITOREO CAPTACIÓN.</p>									
<p>NOTA: Agua Potable(A.P.) Agua Subterránea(AST) Agua Superficial(ASF)</p>									

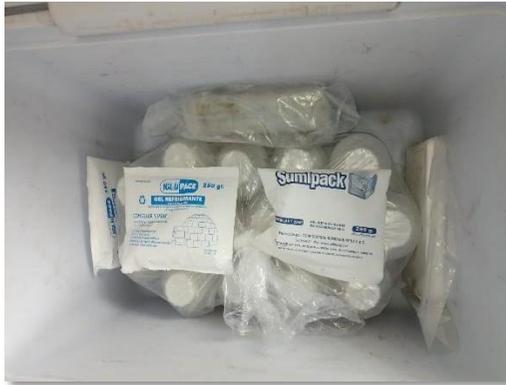
Anexo 11: Fotos de la recolección de muestras



Anexo 12: Fotos del procesamiento de la cascara de naranja.



Anexo 13: Fotos del tratamiento de la cáscara de naranja



Anexo 14: Formato de registro de datos "Desmetoxilación"

FORMATO DE REGISTRO DE DATOS

ETAPA DE PROCEDIMIENTO: DESMETOXILACIÓN
 FECHA: 08/11/21

Código	pH		Turbidez		Conductividad		T° °C		Agitación (rpm)	Concentración de Pb (ppm)		Concentración de Fe (ppm)		% de remoción		Hora	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final		Inicial	Equilibrio	Inicial	Equilibrio	Pb	Fe	Inicio	Final
C-01-2.5	8.15	8.72	77	52	872	868	21.4		50	-	-	-	-	-	-	10:08	12:08
C-02-5	7.92	8.99	79	53	884	872	21.5		50	-	-	-	-	-	-	10:08	12:08
C-03-10	7.99	8.94	81	56	872	865	21.3		50	-	-	-	-	-	-	10:08	12:08
PS-01-2.5										-	-	-	-	-	-		
PS-02-5										-	-	-	-	-	-		
PS-03-10										-	-	-	-	-	-		
IA-01-2.5	7.95	8.14	85	72	891	884	20.8		50	-	-	-	-	-	-	12:40	02:40
IA-02-5	7.97	8.17	88	70	888	880	20.7		50	-	-	-	-	-	-	12:40	02:40
IA-03-10	7.99	8.21	87	73	889	879	20.8		50	-	-	-	-	-	-	12:40	02:40

Anexo 15: Formato de registro de datos "Reticulación de la Cascara de Naranja"

FORMATO DE REGISTRO DE DATOS

ETAPA DE PROCEDIMIENTO: RETICULACIÓN DE LA CÁSCARA

PERIODO: 08/11/21 / 09/11/21

Código	pH		Turbidez		Oxígeno disuelto		Conductividad		Agitación (rpm)	Concentración de Pb (ppm)		Concentración de Fe (ppm)		% de remoción		Hora	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final		Inicial	Equilibrio	Inicial	Equilibrio	Pb	Fe	Inicio	Final
C-01-2.5	8.75	5.14					>1000		200							05:05	T
C-02-5	8.88	5.17					>1000		200							05:05	24h
C-03-10	8.79	4.98					>1000		200							05:05	T
PS-01-2.5																	
PS-02-5																	
PS-03-10																	
IA-01-2.5	8.21	3.97					>1000		200							06:15	T
IA-02-5	8.20	5.10					>1000		200							06:15	24h
IA-03-10	8.17	4.89					>1000		200							06:15	T

Anexo 16: Formato de registro de datos “Adsorción por cascara de naranja”

FORMATO DE REGISTRO DE DATOS

ETAPA DE PROCEDIMIENTO: ADSORCIÓN POR CÁSCARA DE NARANJA
 FECHA: 10/11/21

Código	pH		Turbidez		Oxígeno disuelto		Conductividad		Agitación (rpm)	Concentración de Pb (ppm)		Concentración de Fe (ppm)		% de remoción		Hora	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final		Inicial	Equilibrio	Inicial	Equilibrio	Pb	Fe	Inicio	Final
C-01-2.5	5.04	5.02	-	-					200	-	-	-	-			10:00	11:00
C-02-5	5.11	5.05	77	65					200	-	-	-	-			10:00	11:00
C-03-10	4.85	5.01	-	-					200	-	-	-	-			10:00	11:00
PS-01-2.5										-	-	-	-				
PS-02-5										-	-	-	-				
PS-03-10										-	-	-	-				
IA-01-2.5	3.92	4.72	89	70					200	-	-	-	-			12:15	01:15
IA-02-5	5.05	5.01	-	-					200	-	-	-	-			12:15	01:15
IA-03-10	5.01	4.99	-	-					200	-	-	-	-			12:15	01:15

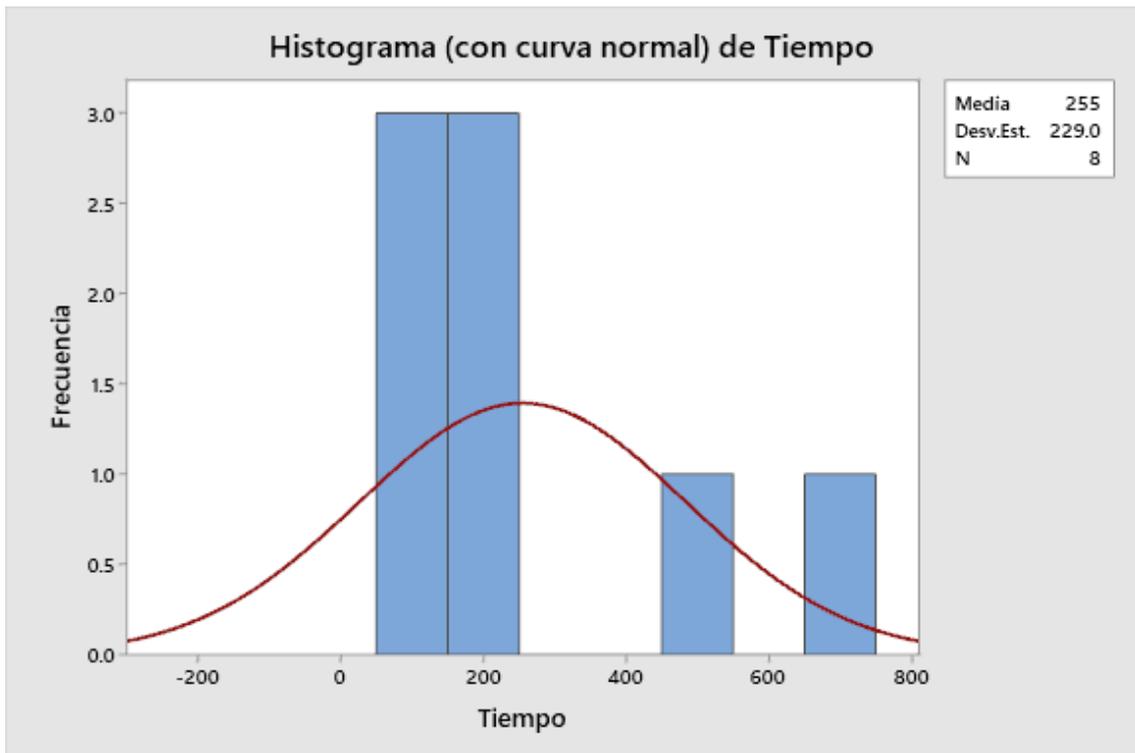
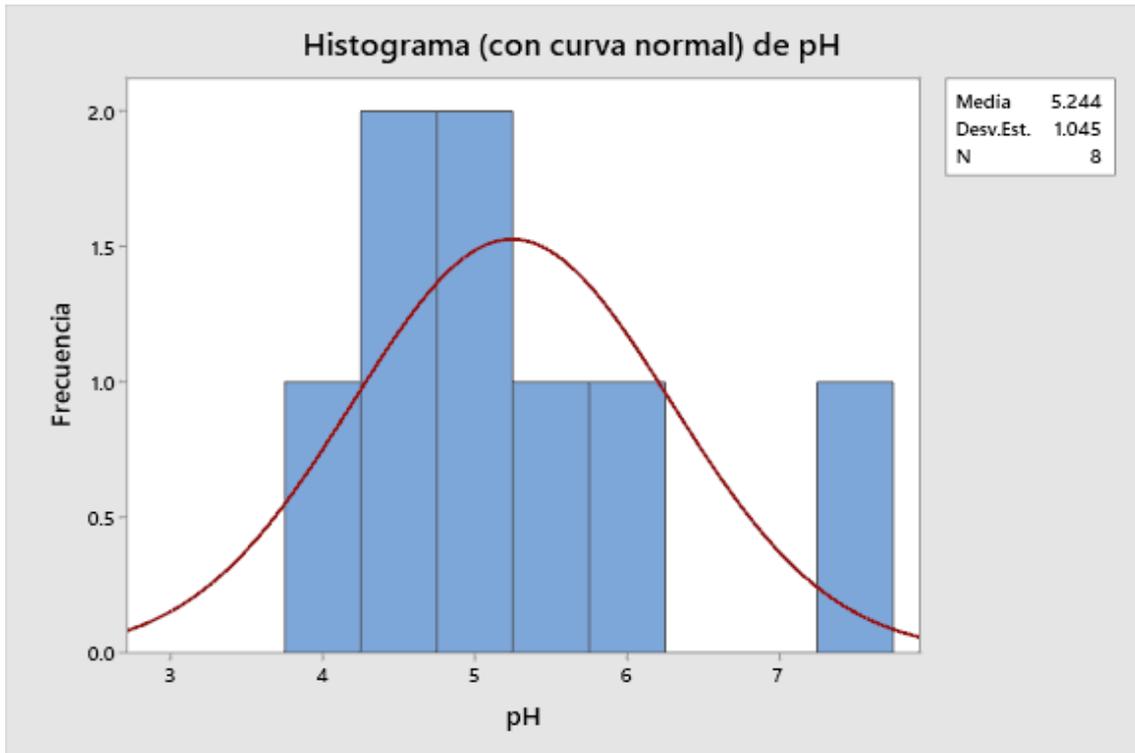
Anexo 17: Tabla de Resumen de caracterización de las muestras in situ.

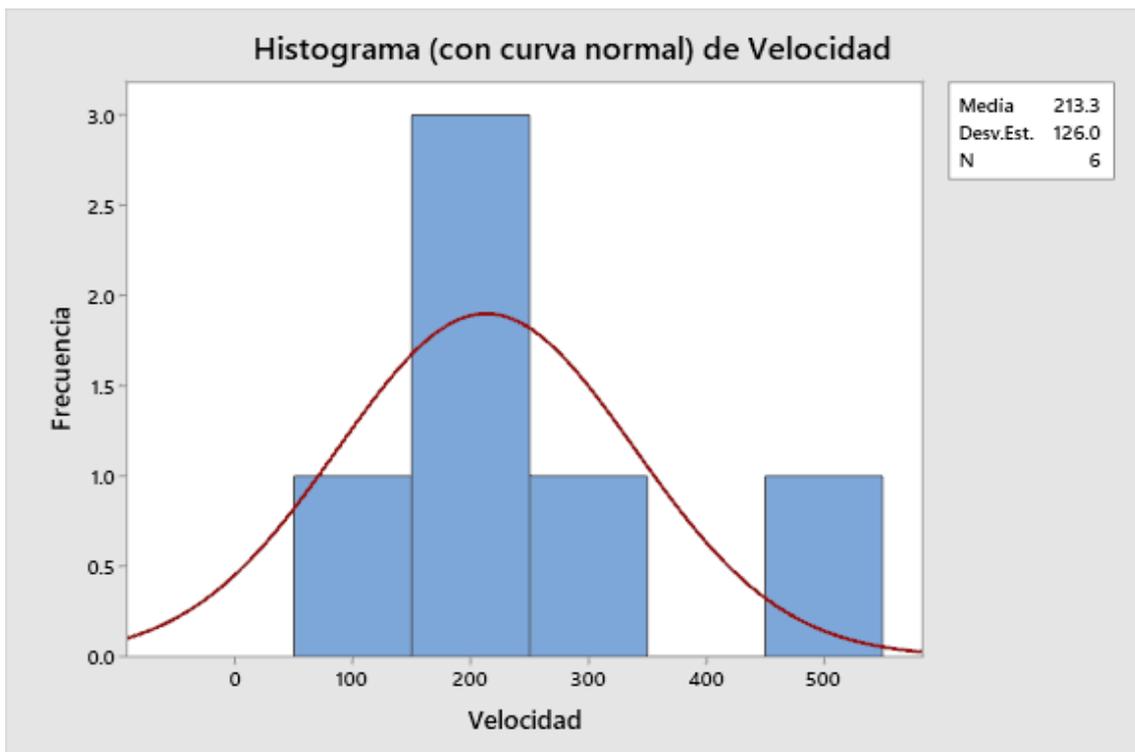
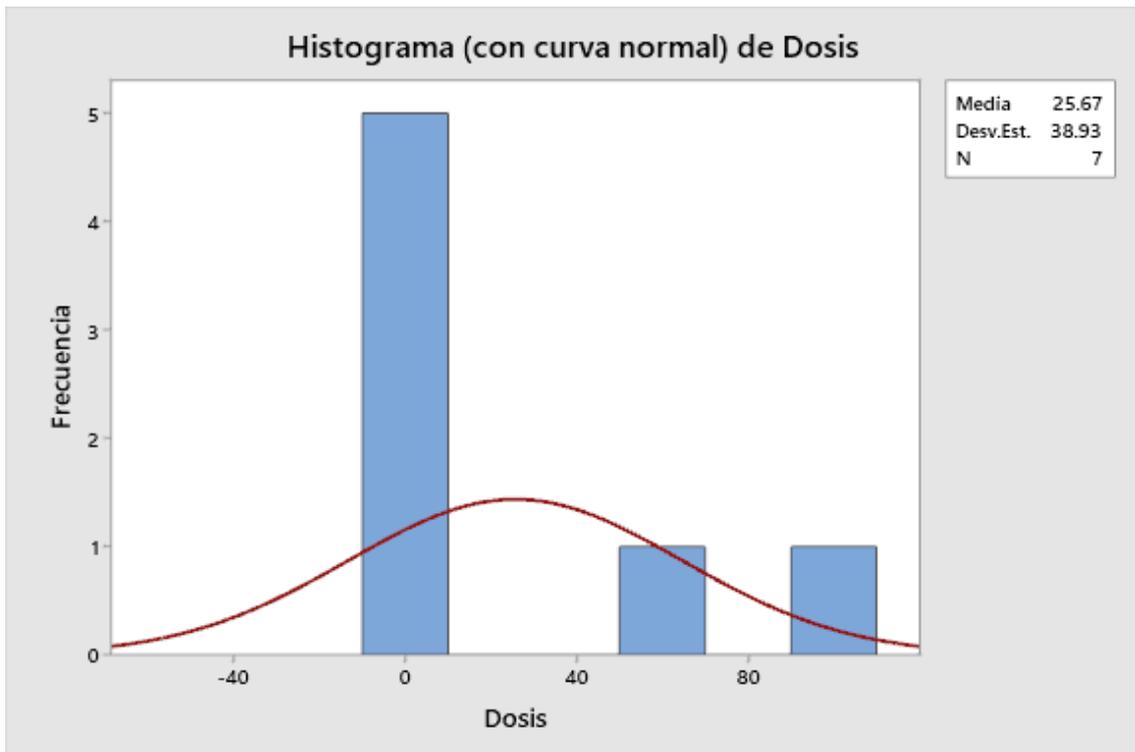
Parámetro	T °C	pH	Conductividad	TDS
R-HAUR-C	19.40 °C	7.97	617.50	323.50
R-HAUR-IA	19.98 °C	7.96	541.75	277.00

7

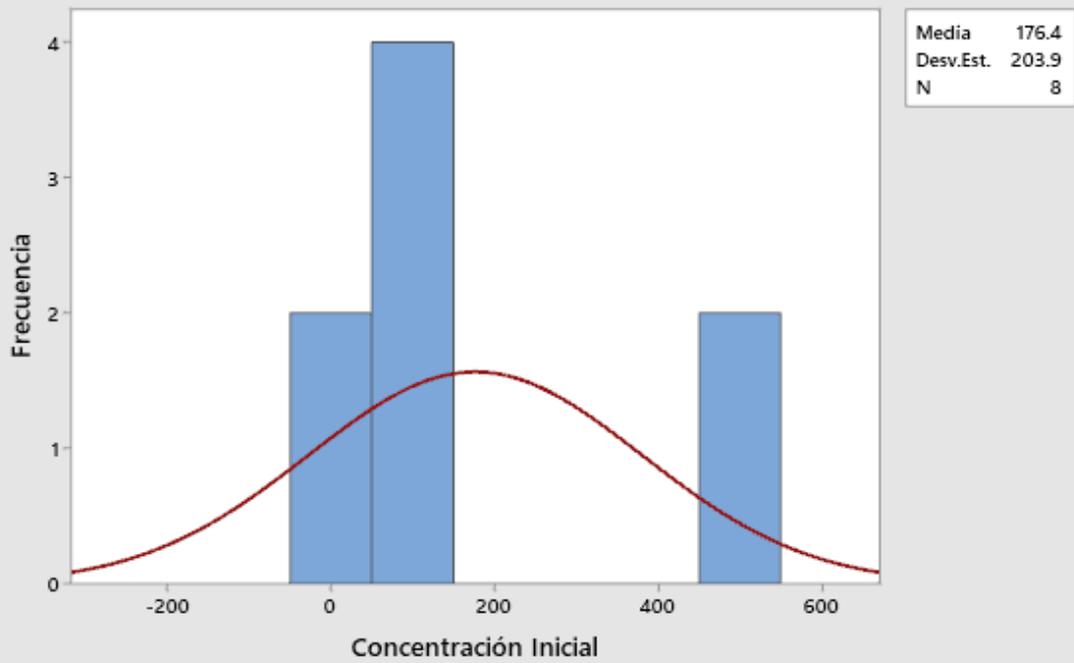
Anexo 18: Estadísticos descriptivos: pH; Tiempo; Dosis; Velocidad; Concentración Inicial; Temperatura; Tamaño de Partícula

Variable	NAcum	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	Mediana	Modo	N para moda
pH	8	5.244	0.369	1.045	1.091	5.000	4.5; 5	2
Tiempo	8	255.0	81.0	229.0	52457.1	165.0	*	0
Dosis	7	25.7	14.7	38.9	1515.2	5.2	*	0
Velocidad	6	213.3	51.4	126.0	15866.7	165.0	150	2
Concentración Inicial	8	176.4	72.1	203.9	41587.2	100.0	100	4
Temperatura	6	30.32	4.35	10.64	113.28	25.25	24	2
Tamaño de Partícula	6	0.383	0.106	0.260	0.068	0.282	*	0
Variable	Asimetría							
pH	1.09							
Tiempo	1.52							
Dosis	1.57							
Velocidad	1.70							
Concentración Inicial	1.26							
Temperatura	1.66							
Tamaño de Partícula	1.01							

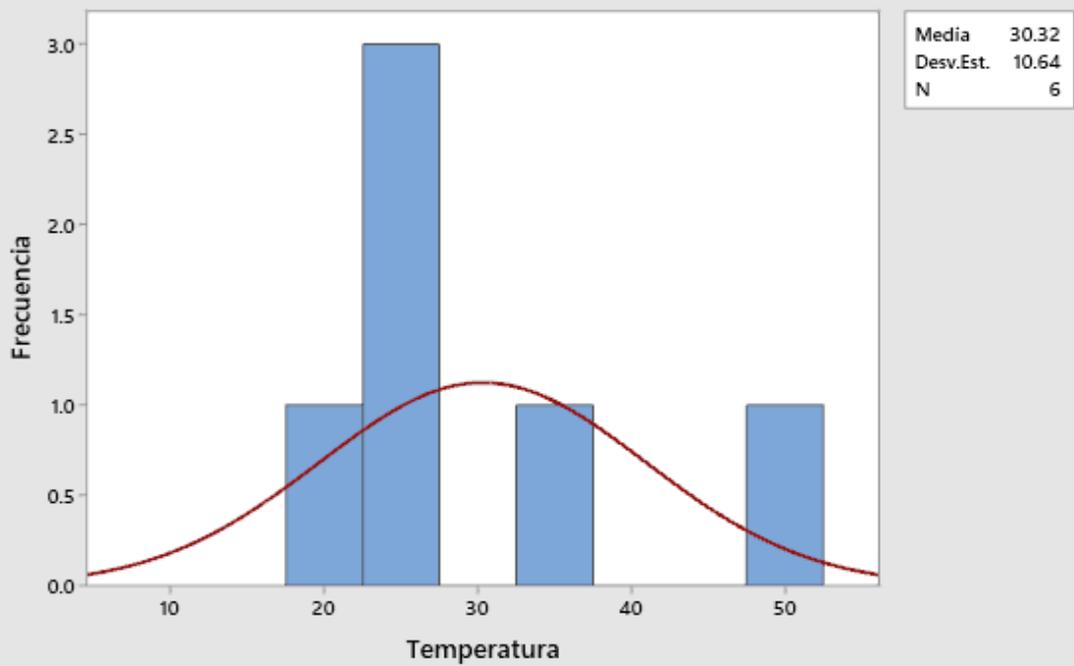




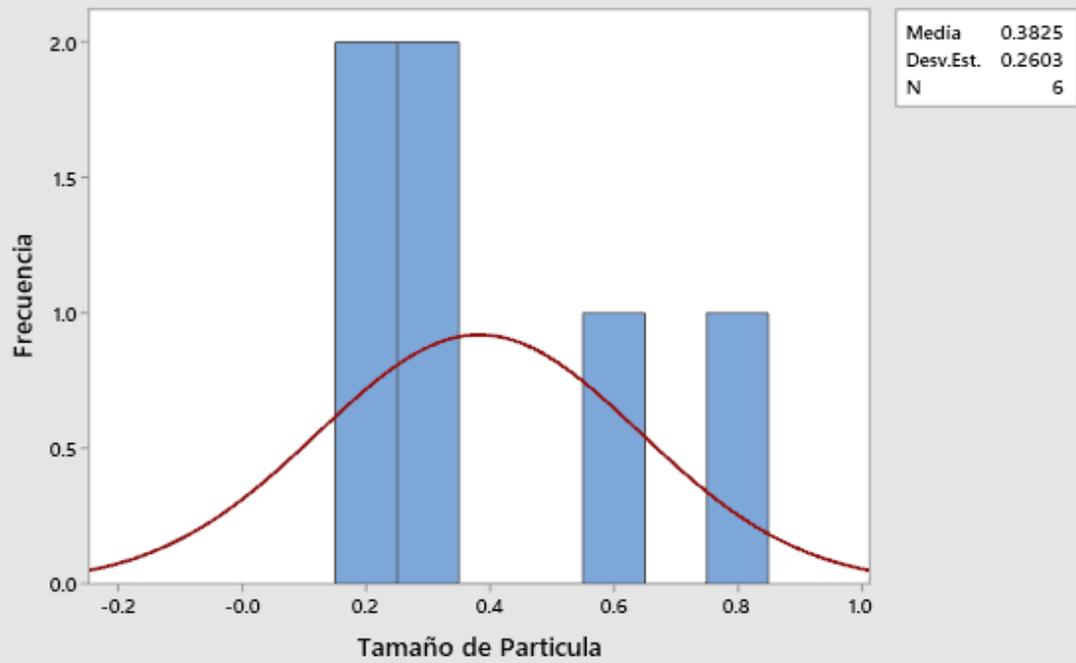
Histograma (con curva normal) de Concentración Inicial



Histograma (con curva normal) de Temperatura



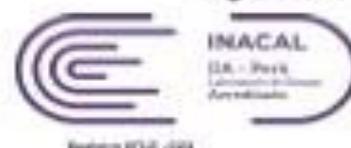
Histograma (con curva normal) de Tamaño de Partícula



Anexo 19: Certificados de los análisis estudiados.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 522



Página 1 de 11

INFORME DE ENSAYO N° NOV1095.R21

SOLICITANTE :	EMAPA CHANCAY S.A.C.
DOMICILIO LEGAL :	Calle Teriente Pringles N° 150 Chancay, Huanal, Lima
SOLICITADO POR :	Jhonnattan Yarleque
SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:	SSA N° 526-21 Cadena de Custodia N° 2002-21/CERTIMIN
REFERENCIA :	Chancay / Huanal / Lima Monitoreo Calidad de Agua PTAP Emapa Chancay
FECHA DE MUESTREO :	2021/11/10
MUESTRA TOMADA POR :	EL CLIENTE
PROTOCOLO :	-
TIPO DE MUESTRA:	Agua Superficial
NÚMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO :	14
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Frascos de polietileno refrigerados y sellados.
CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS	Muestra en buena condición para el análisis solicitado.
FECHA DE RECEPCIÓN :	jueves, 11 de Noviembre de 2021
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Según se indica.
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :	2021-11-11 al 2021-11-17
FECHA DE REPORTE :	miércoles, 17 de Noviembre de 2021
PERIODO DE CUSTODIA :	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

EDGAR MINA VELÁSQUEZ
Jefe Ambiental
CQP. 729

Lima, 17 de Noviembre de 2021

¿Desea una copia de este informe de ensayo o un informe de ensayo en formato digital? Contacte a: certimin@certimin.pe
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como un certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad para su producto.
Los resultados corresponden a las muestras recibidas.
El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
Los resultados se aplican a la muestra o muestra de referencia que se indica.
Los ensayos han sido realizados en CERTIMIN S.A. sede Lima.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1095.R21

RESULTADOS

Muestras		Ensayos															
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MON0000 Fecha Monitoreo	MON0000 Tipo Muestra	MA0747 Ag (t) ng/L 0.00001	MA0747 Al (t) ng/L 0.001	MA0747 As (t) ng/L 0.0001	MA0747 Ba (t) ng/L 0.00005	MA0747 Be (t) ng/L 0.0003	MA0747 Bi (t) ng/L 0.00003	MA0747 B (t) ng/L 0.004	MA0747 Ca (t) ng/L 0.02	MA0747 Cd (t) ng/L 0.00005	MA0747 Ce (t) ng/L 0.00001	MA0747 Co (t) ng/L 0.00001	MA0747 Cr (t) ng/L 0.00009	MA0747 Cu (t) ng/L 0.0005	MA0747 Cu (t) ng/L 0.0001
1	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-01	2021-11-10 07:15	Agua Superficial	0.00002	1.316	0.0098	0.08578	<0.0003	<0.00003	0.520	84.41	0.00016	0.00125	0.00278	0.00060	<0.0005	0.3882
2	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02	2021-11-10 07:32	Agua Superficial	0.00010	0.732	0.0094	0.03331	<0.0003	<0.00003	0.571	71.77	0.00019	0.00112	0.00252	0.00045	0.0009	0.4241
3	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-03	2021-11-10 07:46	Agua Superficial	0.00006	0.555	0.0083	0.02794	<0.0003	<0.00003	0.567	56.94	0.00008	0.00077	0.00236	0.00034	0.0033	0.4336
4	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-04	2021-11-10 07:58	Agua Superficial	0.00011	0.587	0.0084	0.03856	<0.0003	<0.00003	0.600	53.37	0.00014	0.00057	0.00230	0.00032	<0.0005	0.4364
5	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-01	2021-11-10 08:05	Agua Superficial	0.00005	0.256	0.0092	0.08248	<0.0003	<0.00003	0.276	84.09	0.00016	0.00083	0.00250	0.00043	<0.0005	0.2682
6	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-02	2021-11-10 08:09	Agua Superficial	0.00002	0.287	0.0098	0.08547	<0.0003	<0.00003	0.274	85.43	0.00012	0.00122	0.00268	0.00049	<0.0005	0.3268
7	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-03	2021-11-10 08:14	Agua Superficial	0.00002	0.273	0.0098	0.08725	<0.0003	<0.00003	0.251	85.56	0.00013	0.00116	0.00264	0.00045	<0.0005	0.3486
8	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-04	2021-11-10 08:20	Agua Superficial	0.00001	0.315	0.0098	0.08933	<0.0003	<0.00003	0.274	85.82	0.00014	0.00142	0.00282	0.00054	<0.0005	0.3680
9	FUENTE PTAP AGUA CERRITO 01	2021-11-10 09:00	Agua Superficial	0.00002	0.265	0.0119	0.11312	<0.0003	<0.00003	0.315	130.99	0.00023	0.00082	0.00037	0.00048	<0.0005	0.2995
10	FUENTE PTAP AGUA CERRITO 02	2021-11-10 09:08	Agua Superficial	<0.00001	0.282	0.0159	0.12601	<0.0003	<0.00003	0.316	149.55	0.00022	0.00062	0.00026	0.00062	<0.0005	0.3087
11	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-01	2021-11-10 09:26	Agua Superficial	0.00003	0.257	0.0093	0.08451	<0.0003	<0.00003	0.277	87.24	0.00010	0.00114	0.00266	0.00040	<0.0005	0.2807
12	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-02	2021-11-10 09:30	Agua Superficial	0.00035	0.227	0.0079	0.03544	<0.0003	<0.00003	0.314	71.10	0.00020	0.00020	0.00207	0.00019	0.0008	0.3424
13	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-03	2021-11-10 09:35	Agua Superficial	0.00011	0.169	0.0084	0.02286	<0.0003	<0.00003	0.320	64.55	0.00010	0.00029	0.00212	0.00021	0.0007	0.2924
14	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-04	2021-11-10 09:42	Agua Superficial	0.00005	0.202	0.0078	0.03281	<0.0003	<0.00003	0.313	70.78	0.00007	0.00038	0.00214	0.00019	0.0005	0.3436

LD: Limite de Detección (Limite Reportable) que es tomado en base al Limite de Cuantificación del Método LCM.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1095.R21

Registro N° LE - 022

Muestras		Ensayos																		
N°	Código de Servicio	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747			
	Ensayo	Fe (t)	Ga (t)	Ge (t)	HE (t)	In (t)	Hg (t)	K (t)	Li (t)	La (t)	Lo (t)	Mg (t)	Mn (t)	Mo (t)	Na (t)	Nb (t)	NI (t)	P (t)	Pb (t)	
	Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Límite de Detección LD	0.01	0.00002	0.00002	0.0003	0.00005	0.0001	0.01	0.0006	0.00001	0.00006	0.0003	0.00005	0.00005	0.01	0.0001	0.0005	0.001	0.00005	
1	CAPTACION PTAP R-HUAR-C-01	1.64	0.00007	0.00009	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.42	0.0782	0.00061	<0.00006	11.5289	0.08999	0.00034	17.33	<0.0001	0.0007	0.260	0.01503	
2	CAPTACION PTAP R-HUAR-C-02	0.76	0.00012	0.00009	<0.0003	<0.00005	<0.0001	4.15	0.0773	0.00052	<0.00006	8.6929	0.05967	0.00118	26.60	<0.0001	0.0023	0.434	0.01260	
3	CAPTACION PTAP R-HUAR-C-03	0.59	0.00009	0.00008	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.52	0.0759	0.00036	<0.00006	6.6543	0.03808	0.00118	24.88	<0.0001	0.0041	0.341	0.01166	
4	CAPTACION PTAP R-HUAR-C-04	0.50	0.00009	0.00007	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.56	0.0740	0.00027	<0.00006	6.4475	0.04620	0.00114	27.02	<0.0001	0.0018	0.791	0.01295	
5	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-01	0.10	0.00006	0.00008	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.40	0.0773	0.00042	<0.00006	11.5354	0.06326	0.00059	19.09	<0.0001	0.0008	0.178	0.00252	
6	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-02	0.13	0.00009	0.00011	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.46	0.0766	0.00056	<0.00006	11.7499	0.07231	0.00070	19.37	<0.0001	0.0009	0.210	0.00394	
7	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-03	0.13	0.00009	0.00008	<0.0003	<0.00005	0.0001	2.46	0.0761	0.00054	<0.00006	11.5921	0.07651	0.00050	19.02	<0.0001	0.0010	0.186	0.00334	
8	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-04	0.15	0.00010	0.00011	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.49	0.0785	0.00067	<0.00006	11.9666	0.07407	0.00039	19.10	<0.0001	0.0010	0.223	0.00446	
9	FUENTE PTAP AGUA CERRITO 01	0.17	0.00005	0.00006	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.42	0.0711	0.00049	<0.00006	15.1746	0.12812	0.00036	23.66	<0.0001	0.0012	0.497	0.00318	
10	FUENTE PTAP AGUA CERRITO 02	0.27	0.00004	0.00007	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.43	0.0714	0.00043	<0.00006	15.5766	0.18190	0.00028	23.69	<0.0001	0.0010	0.731	0.00282	
11	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-01	0.15	0.00010	0.00010	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.66	0.0738	0.00050	<0.00006	11.8797	0.05367	0.00094	19.30	<0.0001	0.0008	0.171	0.00454	
12	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-02	0.10	0.00006	0.00006	<0.0003	<0.00005	0.0002	2.81	0.0739	0.00011	<0.00006	9.1528	0.07316	0.00105	26.20	<0.0001	0.0016	0.394	0.00310	
13	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-03	0.12	0.00006	0.00005	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.61	0.0747	0.00015	<0.00006	7.9030	0.03598	0.00183	27.43	<0.0001	0.0014	0.386	0.00295	
14	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-04	0.10	0.00006	0.00008	<0.0003	<0.00005	<0.0001	2.57	0.0752	0.00014	<0.00006	9.1635	0.02188	0.00137	25.80	<0.0001	0.0014	0.293	0.00273	



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO N° NOV1095.R21

Registro N° LE - 022

Muestras		Ensayos																	
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747
		Pb (t) mg/L	P (t) mg/L	Sb (t) mg/L	Se (t) mg/L	Si (t) mg/L	SiO2 (t) mg/L	SiO3 (t) mg/L	Sn (t) mg/L	Sr (t) mg/L	Th (t) mg/L	Tb (t) mg/L	Te (t) mg/L	Tl (t) mg/L	Tl (t) mg/L	Ta (t) mg/L	V (t) mg/L	W (t) mg/L	Yb (t) mg/L
1	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-01	0.00465	33.4	0.0023	<0.001	6.91	14.81	18.75	<0.0001	0.7933	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.002	<0.0003	<0.00003
2	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02	0.00470	35.3	0.0024	<0.001	6.78	14.53	18.40	0.0007	0.2882	<0.0001	<0.0004	<0.0001	0.003	<0.0001	<0.00002	0.003	<0.0003	0.00003
3	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-03	0.00453	34.8	0.0022	<0.001	6.51	14.17	17.95	0.0008	0.2254	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.002	<0.0003	<0.00003
4	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-04	0.00441	36.0	0.0022	<0.001	6.66	14.27	18.07	0.0010	0.2884	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.002	<0.0003	<0.00003
5	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-P8-01	0.00456	33.1	0.0020	<0.001	6.74	14.44	18.29	0.0001	0.7694	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.002	<0.0003	<0.00003
6	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-P8-02	0.00464	33.1	0.0020	<0.001	6.88	14.75	18.69	0.0002	0.7783	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.002	<0.0003	0.00004
7	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-P8-03	0.00462	33.1	0.0019	<0.001	6.82	14.62	18.52	0.0001	0.7676	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.002	<0.0003	0.00003
8	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-P8-04	0.00475	33.9	0.0019	<0.001	6.86	14.71	18.63	0.0002	0.7919	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.003	<0.0003	0.00004
9	FUENTE PTAP AGUA CERRITO 01	0.00315	43.3	0.0015	0.002	10.25	21.97	27.83	0.0001	1.0135	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.003	<0.0003	<0.00003
10	FUENTE PTAP AGUA CERRITO 02	0.00304	43.4	0.0015	0.002	10.49	22.47	28.46	<0.0001	1.0970	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.004	<0.0003	<0.00003
11	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-01	0.00457	33.8	0.0020	<0.001	6.97	14.95	18.93	0.0002	0.8017	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.002	<0.0003	0.00004
12	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-02	0.00468	36.3	0.0020	<0.001	6.84	14.66	18.56	0.0009	0.3368	0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.002	<0.0003	<0.00003
13	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-03	0.00464	36.3	0.0020	<0.001	6.85	14.68	18.60	0.0009	0.2255	<0.0001	<0.0004	<0.0001	0.002	<0.0001	<0.00002	0.002	<0.0003	<0.00003
14	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-04	0.00464	36.3	0.0020	<0.001	6.83	14.64	18.54	0.0007	0.3360	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.002	<0.0001	<0.00002	0.002	<0.0003	<0.00003

EL USO INCORRECTO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD CORRESPONDIENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1095.R21

N°	Muestras	Ensayos		
		MA0747 U (t) mg/L Límite de Detección LD	MA0747 En (t) mg/L	MA0747 Ez (t) mg/L
1	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-01	0.00078	0.049	<0.0001
2	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02	0.00068	0.042	0.0001
3	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-03	0.00029	0.038	<0.0001
4	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-04	0.00037	0.045	<0.0001
5	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-01	0.00084	0.034	<0.0001
6	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-02	0.00110	0.031	<0.0001
7	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-03	0.00109	0.038	<0.0001
8	PRE-SEDIMENTADOR PTAP R-HUAR-PS-04	0.00112	0.028	<0.0001
9	FUENTE PTAP AGUA CERRITO 01	0.00056	0.031	<0.0001
10	FUENTE PTAP AGUA CERRITO 02	0.00039	0.030	<0.0001
11	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-01	0.00126	0.023	<0.0001
12	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-02	0.00070	0.111	<0.0001
13	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-03	0.00051	0.032	0.0001
14	ENTRADA PTAP R-HUAR-IA-04	0.00085	0.022	<0.0001



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1095.R21

CONTROL DE CALIDAD

Muestras QC		Ensayos												
N°	Código de Servicio	MA0747												
	Ensayo	Ag (t)	Al (t)	Aa (t)	Ba (t)	Ba (t)	Bl (t)	B (t)	Ca (t)	Od (t)	Ce (t)	Ce (t)	Co (t)	Ce (t)
	Unidad	mg/L												
	Límite de Detección LD	0.00001	0.001	0.0001	0.00005	0.0003	0.00003	0.004	0.02	0.00005	0.00001	0.00001	0.00009	0.0005
1	Adición (% Recup.)	103.5	98.0	104.2	106.7	95.8	97.8	100.0	100.0	98.5	95.5	99.0	101.5	106.2
2	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	103.5	98.0	104.2	106.7	95.6	97.8	100.0	100.0	98.5	95.5	99.0	101.5	105.8
4	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
5	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02 (Original)	0.00010	0.732	0.0094	0.03331	<0.0003	<0.00003	0.571	71.77	0.00019	0.00112	0.00252	0.00045	0.0009
6	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02 (Dup)	0.00010	0.732	0.0093	0.03277	<0.0003	<0.00003	0.571	71.87	0.00018	0.00108	0.00252	0.00045	0.0008
7	Blanco	<0.00001	<0.001	<0.0001	<0.00005	<0.0003	<0.00003	<0.004	<0.02	<0.00005	<0.00001	<0.00001	<0.00009	<0.0005



Muestras QC		Ensayos												
N°	Código de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA0747 Cu (t) mg/L	MA0747 Fe (t) mg/L	MA0747 Ga (t) mg/L	MA0747 Ge (t) mg/L	MA0747 Hf (t) mg/L	MA0747 In (t) mg/L	MA0747 Hg (t) mg/L	MA0747 K (t) mg/L	MA0747 Li (t) mg/L	MA0747 La (t) mg/L	MA0747 Lu (t) mg/L	MA0747 Mg (t) mg/L	MA0747 Mn (t) mg/L
1	Adición (% Recup.)	99.2	100.0	102.4	103.9	104.5	104.1	96.6	100.0	99.8	103.1	94.9	95.8	101.2
2	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	99.2	100.0	102.4	103.9	104.5	104.1	96.6	100.0	99.8	103.1	94.9	95.8	101.2
4	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
5	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02 (Original)	0.4241	0.76	0.00012	0.00009	<0.0003	<0.00005	<0.0001	4.15	0.0773	0.00052	<0.00006	8.6929	0.05957
6	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02 (Dup)	0.4241	0.76	0.00012	0.00009	<0.0003	<0.00005	<0.0001	4.08	0.0771	0.00052	<0.00006	8.6089	0.05964
7	Blanco	<0.0001	<0.01	<0.00002	<0.00002	<0.0003	<0.00005	<0.0001	<0.01	<0.0006	<0.00001	<0.00006	<0.0003	<0.00005



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1095.R21

Muestras QC		Ensayos												
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747	MA0747
		Mo (t) mg/L	Ma (t) mg/L	Mb (t) mg/L	Mi (t) mg/L	P (t) mg/L	Pa (t) mg/L	Pb (t) mg/L	P (t) mg/L	Sa (t) mg/L	Sb (t) mg/L	Se (t) mg/L	Si (t) mg/L	SiO2 (t) mg/L
		0.00005	0.01	0.0001	0.0005	0.001	0.00005	0.00001	0.1	0.0001	0.001	0.03	0.06	0.07
1	Adición (% Recup.)	99.3	100.0	96.0	97.8	104.0	103.1	99.2	100.0	104.8	106.0	100.0	100.0	100.0
2	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0	85.0 - 115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	99.3	100.0	96.0	97.6	104.0	103.1	99.2	100.0	104.8	104.0	100.0	100.0	100.0
4	STD - Rango (%)	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0	85.0-115.0
5	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02 (Original)	0.00118	26.60	<0.0001	0.0023	0.434	0.01260	0.00470	35.3	0.0024	<0.001	6.78	14.53	18.40
6	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02 (Dup)	0.00119	26.60	<0.0001	0.0022	0.436	0.01260	0.00463	35.3	0.0024	<0.001	6.71	14.37	18.21
7	Blanco	<0.00005	<0.01	<0.0001	<0.0005	<0.001	<0.00005	<0.00001	<0.1	<0.0001	<0.001	<0.03	<0.06	<0.07



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° NOV1095.R21

Muestras QC		Ensayos
N°	Código de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA0747 Zr (t) mg/L 0.0001
1	Adición (% Recup.)	98.4
2	Adición Rango (%)	85.0 - 115.0
3	STD - Recuperación Obtenido (%)	98.4
4	STD - Rango (%)	85.0-115.0
5	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02 (Original)	0.0001
6	CAPTACIÓN PTAP R-HUAR-C-02 (Dup)	0.0001
7	Blanco	<0.0001

Anexo 21: Solicitud de Autorización para el acceso de información.

SOLICITO: Acceso de Información para desarrollo de tesis.

ING. OSCAR ROLANDO CORAL JAMANCA
GERENTE GENERAL EMAPA CHANCAY S.A.C

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA Y ALCANTARILLADO EMAPA CHANCAY S.A.C. SECRETARIA	
RECIBIDO POR
15 SEP. 2021	
N° DE REGISTRO	3177 - 2021
FOLIOS
HORA
FIRMA

PRESENTE;

Yo, Henry Geanfranco Carbajal Olortegui, identificado con DNI N° 73247299, con domicilio en AA. HH Los Álamos Mz "o" lote 07, estudiante de la carrera de Ing. Ambiental de la Universidad Privada César Vallejo – Lima Norte, a usted con toda consideración expongo lo siguiente:

Actualmente me encuentro en el desarrollo de mi proyecto de investigación, la cual está enfocada en vuestra empresa, debido a la línea de investigación elegida, la misma que lleva por título **"Reducción de la concentración de metales pesados por adsorción mediante cáscara de naranja en efluentes captados por la PTAP Emapa Chancay S.A.C."**, por tal motivo recurro a su despacho para solicitar de la manera más atenta, me brinde la autorización y acceso de información de los datos del área de producción (resultados de laboratorio de las muestras de agua de los puntos de monitoreo de la PTAP), para ser utilizados específicamente en el ítem de resultados en la tesis que me encuentro elaborando.

Sin otro en particular, agradeciendo su colaboración, me despido.

Atentamente

Chancay, 15 de setiembre del 2021

Carbajal Olortegui, Henry Geanfranco

DNI: 73247299

Anexo 22: Carta de Autorización de la empresa Emapa Chancay S.A.C.

**EMAPA-CHANCAY S.A.C.**
EMPRESA MUNICIPAL DE
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE CHANCAY

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Chancay, 20 de setiembre de 2021

CARTA N° 206 - 2021-EMAPA CHANCAY S.A.C./G.G.

Señor:
HENRY GEANFRANCO CARBAJAL OLORTEGUI
CHANCAY

Referencia: **SOLICITUD SIN - EXPEDIENTE N°3177-2021**

Presente. -

Por medio del presente, yo Oscar Rolando Coral Jamanca, identificado con DNI N°10680135, en mi calidad de representante legal de la empresa Emapa Chancay S.A.C., autorizo al Sr. Henry Geanfranco Carbajal Olortegui, estudiante del X ciclo de la carrera de Ingeniería Ambiental de la universidad Privada César Vallejo sede Lima Norte, a hacer uso de la información del área de producción (resultados de laboratorio de las muestras de agua de los puntos de monitoreo de la PTAP) de la empresa que represento, la misma que será utilizada para el apoyo en la sesión de resultados, para el desarrollo de su tesis de Pregrado que lleva por título "**Reducción de la concentración de metales pesados por adsorción mediante cáscara de naranja en efluentes captados por la PTAP Emapa Chancay S.A.C.**".

La empresa Emapa Chancay S.A.C., la cual represento, precisa que toda información brindada para ser empleada en el desarrollo de la presente Tesis de Pregrado, será para uso exclusivamente académico (sesión de resultados); caso contrario, el Sr. Henry Geanfranco Carbajal Olortegui quedará sujeto a la responsabilidad.

Atentamente,


Ing. Oscar Rolando Coral Jamanca
GERENTE GENERAL
EMAPA CHANCAY S.A.C.

OCLJ/p
C. Archivo

Calle Teniente Pringles N° 150 2do. Piso - Chancay - Telefax. 377-1044



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "REDUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS POR ADSORCIÓN MEDIANTE CÁSCARA DE NARANJA EN EFLUENTES CAPTADOS POR LA PTAP EMAPA CHANCAY S.A.C", cuyos autores son CARBAJAL OORTEGUI HENRY GEANFRANCO, MENDOZA BELLIDO DAMARIS, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 02 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR DNI: 19889810 ORCID 0000-0001-8951-2499	Firmado digitalmente por: RMUNIVEC el 13-12-2021 18:19:27

Código documento Trilce: TRI - 0204296