



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Reducción de la concentración del Arsénico en las las aguas del afluyente-Huaycoloro
,utilizando arcillas modificadas, 2019.”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental**

AUTORA:

Jimenez Timoteo, Mary Jhossy (ORCID :0000-0003-4054-4793)

ASESOR:

Dr .Ing. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo (ORCID: 0000-0003-2526-112X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Conservación de los Recursos Naturales

LIMA -PERÚ

2019

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a Dios por brindarme su infinito amor, por ser mi guía, por darme sabiduría y fortaleza en los buenos y malos momentos, por ayudarme a persistir para nunca rendirme ,enseñándome a afrontar las adversidades sin perder nunca la honra y autoestima para así lograr llegar hasta etapa muy trascendental en mi vida profesional y humanística.

A mi amada madre a quien amo mucho, es mi mayor ejemplo y motivación, ya que gracias a su invaluable apoyo, esfuerzo y valentía he podido conseguir terminar con éxito mi carrera.

A mi familia por sus consejos,su comprension ,cariño y afecto hacia mi persona y confiar en mi ,fortaleciendo mis valores,mis principios, mi esfuerzo y mi constancia para alcanzar mis objetivos

.

Agradecimiento

Ante todo, le agradezco inmensamente a mi madre María Timoteo Jiménez por ser una mujer luchadora, por su apoyo incondicional y su amor desde el inicio de mi vida y el transcurso a mi desarrollo de tesis.

A mis hermanos y mi padre por brindarme aportes que me servirán para toda la vida.

A mi asesor de tesis Dr.Ing Jhonny Valverde Flores por su gran asesoría encaminada a realizar correctamente la presente investigación.

A mi Universidad por la oportunidad para ser una profesional y mis docentes por transmitirme grandes conocimientos.

Finalmente quiero agradecer a todas las personas que de alguna u otra manera me apoyaron durante mi etapa de investigación y estima hacia mí, los quiero.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	22
2.2 Población y muestra y muestreo.....	25
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	26
2.4 Procedimiento.....	27
2.5 Métodos de análisis de datos.....	50
2.6 Aspectos éticos.....	50
III. RESULTADOS.....	51
IV. DISCUSIÓN.....	94
V. CONCLUSIONES.....	96
VI. RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS.....	99
ANEXOS.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .Usos potenciales del agua recuperada.....	12
Tabla 2 .Matriz de Operacionalización de las variables.....	24
Tabla 3 .Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
Tabla 4 .Registro de Georreferenciación.....	28
Tabla 5 .Resultados de análisis preliminar de presencia de As en Huaycoloro.....	51
Tabla 6 .Categoría 01 Poblacional y Recreacional.....	52
Tabla 7 .Valores de los parámetros in situ de la muestra inicial.....	53
Tabla 8 .Resultados de los parámetros físicos muestra inicial.....	53
Tabla 9 .Resultados de los parámetros químicos muestra inicial.....	54
Tabla 10 .Resultados de DQO de muestra inicial.....	54
Tabla 11 .Resultados de la OD _{DBO5} de muestra inicial.....	54
Tabla 12 .Resultados de la DBO ₅ de muestra inicial.....	54
Tabla 13 .Parámetros fisicoquímicos de la Bentonita Modificada.....	55
Tabla 14 .Resultados de la dosis óptima de pH en relación a la turbidez.....	56
Tabla 15 .Resultados del primer tratamiento con arcilla bentonita.....	56
Tabla 16 .Resultados del segundo tratamiento con arcilla bentonita.....	58
Tabla 17 .Resultados del tercer tratamiento con arcilla bentonita.....	60
Tabla 18 .Resultados de prueba piloto para el agua recuperada del tratamiento con arcillas/mucilago de hoja de tuna del afluente Huaycoloro con la concentración más óptima 0.25 %.....	72
Tabla 19 .Resumen de procesamiento de normalidad para concentración de Arsénico en Afluente Huaycoloro.....	73
Tabla 20 .Descriptivos de las variables para As antes del tratamiento con arcilla bentonita...73	73
Tabla 21 .Prueba de normalidad del nivel As antes del tratamiento.....	74
Tabla 22 .Estadísticas de muestras emparejadas para nivel del As antes del tratamiento.....	74
Tabla 23 .Prueba de muestras emparejadas del As antes del tratamiento.....	74
Tabla 24 .Resumen de procesamiento de casos de los parámetros físicos después del tratamiento con arcillas modificadas.....	75

Tabla 25. Descriptivos de las variables de parámetros físicos –Huaycoloro.....	76
Tabla 26. Pruebas de normalidad de parámetros físicos después del tratamiento.....	78
Tabla 27. Estadísticas de muestras emparejadas para los parámetros físicos –Huaycoloro...	79
Tabla 28. Correlaciones de muestras emparejadas de parámetros físicos- Huaycoloro.....	79
Tabla 29. Prueba de muestras emparejadas parámetros físicos.....	79
Tabla 30. Resumen de procesamiento de casos de parámetros químicos después del tratamiento con arcillas modificadas.....	80
Tabla 31. Descriptivos de las variables para parámetros químicos –Huaycoloro.....	81
Tabla 32. Pruebas de normalidad para parámetros químicos –Huaycoloro, después del tratamiento.....	87
Tabla 33. Estadística de muestras emparejadas de parámetros químicos.....	87
Tabla 34. Prueba para parámetros químicos.....	88
Tabla 35. Resumen de procesamiento de casos de porcentaje reducción Arsénico.....	89
Tabla 36. Descriptivos de las variables para % reducción As, después del tratamiento con arcillas modificadas.....	90
Tabla 37. Pruebas de normalidad % reducción As, después del tratamiento con arcillas modificadas.....	90
Tabla 38. Estadísticas de muestras emparejadas reducción del As.....	91
Tabla 39. Prueba de muestras emparejadas % reducción del As.....	91
Tabla 40. Resumen de procesamiento de casos de As antes y después del tratamiento con arcillas modificadas.....	92
Tabla 41. Descriptivos de las variables capacidad de reducción del As antes y después del tratamiento.....	92
Tabla 42. Prueba de normalidad capacidad de reducción del As antes y después del tratamiento.....	93
Tabla 43. Estadísticas de muestras emparejadas de significancia de la capacidad de reducción del As después del tratamiento con arcillas modificadas.....	94

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. A.- Lugar de la zona de muestreo del Afluente Huaycoloro: Puente Los Laureles.....	25
B.-Lugar desembocadura al rio Rímac altura Carretera Ramiro Prialé- Huachipa...25	
Figura 2. A.- Medida de Temperatura en zona de estudio.....	28
B.-Georreferenciación de la zona de estudio: Pte. Los Laureles – Afluente Huaycoloro.....	28
C.-GPS Garmin utilizado en estudio.....	28
Figura 3. A.- Zona de muestreo inicial Afluente Huaycoloro.....	29
B.- Equipos y materiales usados en zona de muestreo.....	29
Figura 4. Equipo multiparámetro Portable pH meter.....	29
Figura 5. A.- Toma de muestra inicial in situ de las aguas del afluente Huaycoloro.....	30
B.- Medición in situ con el multiparametro Portable pH meter.....	30
Figura 6. A.- Medición de conductividad eléctrica in situ.....	31
B.- Toma de muestra inicial para el oxígeno disuelto.....	31
Figura 7. A.- Medición del parámetro oxígeno disuelto in situ.....	31
B.- Muestra de oxígeno disuelto al laboratorio para su análisis.....	31
Figura 8. Medición de la zona de estudio.....	33
Figura 9. A.- Medición del caudal del afluente Huaycoloro in situ.....	33
B.- Aplicación del método del frasco flotador.....	33
Figura 10. A.- Lavado de recipiente para recolecta de muestra inicial.....	34
B.-Toma de muestra para el tratamiento	34
C.-Zona desembocadura del Huaycoloro a Rio Rímac.....	34
Figura 11. Análisis inicial de parámetros físicos en laboratorio.....	34
Figura 12. Análisis de turbidez en laboratorio.....	35
Figura 13. Análisis de sólidos totales del agua del afluente Huaycoloro.....	36
Figura 14. Análisis de Sólidos Sedimentables con Método del cono de Imhoff.....	36
Figura 15. A.- Muestra de agua del afluente Huaycoloro.....	37
B.- Análisis de DQO en laboratorio.....	37
C.- Titulación de muestras de DQO.....	37

Figura 16. A.- Método de Winkler.....	38
B.- Análisis de OD para DQO ₅ en laboratorio.....	38
Figura 17. Arcilla bentonita -30 kg para el tratamiento de agua del rio Huaycoloro.....	39
Figura 18. Mallas utilizadas para la distribución granulométrica.....	39
Figura 19. Procedimiento de clasificación de arcilla utilizando la granulometría.....	40
Figura 20. Elaboración del filtro para el tratamiento de reducción del arsénico.....	41
Figura 21. Filtro construido para el tratamiento de aguas del afluyente Huaycoloro.....	41
Figura 22. . Primer filtro con contenido de arcilla-bentonita.....	42
Figura 23. Tratamiento del agua del afluyente Huaycoloro con arcilla-bentonita.....	43
Figura 24. Floculante Opuntia Ficus-Indica para el tratamiento.....	43
Figura 25. Preparación del floculante <i>mucilago</i> de hoja de tuna.....	44
Figura 26. Análisis del pH óptimo, en relación a la turbidez.....	45
Figura 27. Prueba del test de jarras para el tratamiento de reducción de Arsénico.....	45
Figura 28. Adición del floculante mucilago al primer tratamiento con el test de jarras.....	46
Figura 29. Comparación entre muestra inicial y primer tratamiento.....	46
Figura 30. Segundo tratamiento con prueba de jarras y mucilago de tuna.....	47
Figura 31. . Prueba de jarras para el tercer tratamiento.....	47
Figura 32. Proceso de recuperación del agua del afluyente Huaycoloro.....	48
Figura 33. Tratamiento final con arcillas modificadas.....	48
Figura 34. Proceso de floculación del tratamiento final con arcillas modificadas.....	48
Figura 35. Resultado final del agua recuperada del afluyente Huaycoloro.....	48
Figura 36. Diagrama de procedimiento de reducción de Arsénico con tratamiento de arcillas modificadas.....	49
Figura 37. Resultados de análisis preliminar de Arsénico.....	51
Figura 38. Resultado comparación de ECA's Categoría 1.....	52
Figura 39. Variación de la temperatura después del tratamiento.....	63
Figura 40. Variación del pH después del tratamiento.....	63

Figura 41. Variación de la turbidez después del tratamiento.....	64
Figura 42. Variación de los sólidos totales después del tratamiento.....	65
Figura 43. Variación de los sólidos disueltos después del tratamiento.....	65
Figura 44. Variación de los sólidos suspendidos totales después del tratamiento.....	66
Figura 45. Variación del oxígeno disuelto después del tratamiento.....	66
Figura 46. Variación de la Demanda Química de Oxígeno después del tratamiento.....	67
Figura 47. Variación de los sólidos sedimentables después del tratamiento.....	68
Figura 48. Variación de la Demanda Química de Oxígeno ₅ después del tratamiento.....	68
Figura 49. Determinación del nivel de concentración de Arsénico después del tratamiento...	69
Figura 50. Porcentaje de reducción de Arsénico después del tratamiento.....	71

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo principal reducir la concentración del Arsénico en las aguas del afluente Huaycoloro, utilizando arcillas modificadas en el distrito de Lurigancho, Departamento de Lima. Para poder detectar el problema se realizó una caracterización preliminar y así evidenciar la presencia de este metal en el mencionado afluente, la cual determinó existencia de Arsénico con una concentración de 0.081 mg/L valor que excedía a lo estipulado en las ECA's para aguas y los Límites Máximos Permisibles según la legislación ambiental en nuestro país, ya que dicho cuerpo de agua es contaminado riveras arriba por la industria minera, de producción etc. y al ser tributario principal del río Rímac recibe la mayor cantidad de contaminantes en su recorrido que alteran la calidad de sus aguas.

La investigación fue experimental, se utilizó un floculante natural conocido como el mucilago de la hoja de la tuna, el agua residual del afluente Huaycoloro para el tratamiento con arcillas modificadas fue tomado a la altura del puente Los Laureles y en la convergencia con el Río Rímac. Se analizó parámetros físicos como: temperatura, turbidez, conductividad eléctrica y químicos como: pH, Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno, DBO₅, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos suspendidos totales y sólidos sedimentables. Se realizaron tres tratamientos para determinar el Arsénico a porcentajes de concentraciones de 0.05%, 0.25% y 0.10%, siendo el más efectivo el 0.25% con una reducción de 0.0258 mg/L de igual modo se diseñó filtros debidamente acondicionado para realizar el tratamiento final de las aguas y se llevó a cabo la granulometría con la arcilla denominada bentonita para el proceso de reducción del Arsénico a tiempos promedio de 15 min, 30 min, 45 min y 60 min con un porcentaje de reducción de 68.14% para As. Asimismo se demostró la mejora de los parámetros físicos y químicos. Los resultados de variación fueron para pH (de 7.8 a 12.79), turbidez (de 143 NTU a 25 NTU) OD (de 1.54 mg/l a 5.43 mg/L), DQO (de 698.88 mg/L a 53.76 mg/L), DBO₅ (de 260.2 mg/L a 53.40 mg/L), SD (de 2.16 mg/L a 0.91 mg/L), SST (de 0.73 mg/L a 0.02 mg/L), ST (de 2.89 mg/L a 1.02 mg/L) y para sólidos sedimentables se obtuvo el valor (de 4.5 mg/L a 0.30 mg/L).

Palabras claves: Arcilla modificada, Mucilago hoja tuna, Afluente, Arsénico.

ABSTRACT

The main objective of this study is to reduce the concentration of Arsenic in the waters of the tributary Huaycoloro, using modified clays in the district of Lurigancho; Department of Lima. In order to detect the problem a preliminary characterization was carried out and thus evidenced the presence of this metal in the aforementioned tributary, which determined the existence of Arsenic with a concentration of 0.081 mg/L value that exceeded that stipulated in Environmental Quality Standards for water and the Maximum Permissible Limits according to the environmental legislation in our country, since said body of water is contaminated upstream by the mining industry, production etc. and as it is the main tributary of the Rimac river, it receives the greatest amount of pollutants along its route that alter the quality of its waters.

The research was experimental, a natural flocculant known as the mucilage of the prickly pear leaf was used, the residual water from the Huaycoloro tributary for the treatment with modified clays was taken at the height of the Los Laureles bridge and at the convergence with the Rimac River. Physical parameters such as: temperature, turbidity, electrical conductivity and chemicals such as: pH, Dissolved Oxygen, Chemical Oxygen Demand, BOD₅, total solids, suspended solids, total suspended solids and sedimentable solids. Were analyzed three treatments were carried out to determine Arsenic at concentration percentages of 0.05%, 0.25% and 0.10%, the most effective being 0.25% with a reduction of 0.0258 mg/L in the same way, properly conditioned filters were designed to carry out the final treatment of the water and the granulometry was carried out with clay called bentonite for the Arsenic reduction process at average times of 15, 30, 45 and 60 minutes with a reduction percentage of 68.14% for Arsenic. The improvement of the physical and chemical parameters was also demonstrated. The variation results were for pH (7.8 to 12.79), turbidity (from 143 NTU to 25 NTU), DO (from 1.54 mg/L to 5.43 mg/L), COD (from 698.88 mg/L to 53.76 mg/L), BOD₅ (from 260.2 mg/L to 53.40 mg/L), DS (from 2.16 mg/L to 0.91 mg/L), SST (from 0.73 mg/L to 0.02 mg/L), TS (from 2.89 mg/L to 1.02 mg/L) and for sedimentable solids the value (4.5 mg/L to 0.30 mg/L).

Keywords: Modified clay, Prickly pear leaf mucilago, Tributary, Arsenic.

I. INTRODUCCIÓN

En esta investigación conoceremos el estado en que se encuentra el afluente Huaycoloro, conector principal en la desembocadura al principal río proveedor de agua potable más importante del país el Río Rímac, ejerciendo un rol significativo como fuente abastecedora para aguas de consumo humano, agrario y de energía. En este estudio analizaremos la contaminación por Arsénico en el Río Huaycoloro y su reducción mediante arcillas orgánicamente modificadas que pueden ser factibles como una solución y mediciones in situ que se relacionan con este metal pesado.

Este tratamiento se presenta para reducir la cantidad de la concentración de arsénico presente en el referido afluente, aprovechando que las arcillas en nuestro país son abundantes y acoplarlas al tratamiento de recuperación de aguas.

Las arcillas son materiales que no demandan mucho costo para tratarlas ya que son inertes y tienen la posibilidad de transformarse, son reversibles y se pueden aplicar en su forma natural al poder modificarlas para aumentar su suficiencia de adsorción para retener los contaminantes presentes en el agua y eludir su regreso al medio ambiente.(Del Hoyo,2017)

En la actualidad el agua es uno de los elementos importantes que cuenta el planeta tierra; sin embargo hoy en día está atravesando una amenaza inminente por su contaminación generada a raíz del desarrollo de diversas actividades antropogénicas.

La preocupación global sobre es dificultosa y de gran preocupación social, sobre todo cuando las fuentes de este recurso tales como ríos, lagos, quebradas se exhiben en estados alarmantes debido a su sobreexplotación y a los intereses económicos de industrias que contaminan sin importar que se pierde la calidad de estos (Pablos et al,2018)

En nuestro país, uno de los principales ríos de la capital limeña no está libre de esta realidad problemática, tal es el caso del Río Rímac ya que en este se vierten cantidades significativas de metales pesados constituyentes de relaves mineros que vienen desde la cuenca alta, aguas residuales industriales originadas por diversos químicos que se unen

en su trayecto contaminando este líquido elemental, empresas industriales que ya sean legales o informales no están cumpliendo con la normativa ambiental de respetar los Límites Máximos Permisibles. Incorporando a ello el mencionado río presenta quebradas que lo alimentan como el Huaycoloro que no es ajeno a esta situación al proporcionar elevada contaminación al desembocar a muy pocos metros de la autopista Ramiro Prialé (Munay, 2013).

Los principales efectos de la contaminación de arsénico originan síntomas gastrointestinales, en zonas cardiovasculares y sistema nervioso incluso llegando a causar la muerte. Consecuentemente a ello su manifestación en relación al agua de beber es alarmante por el incremento de peligros de ocasionar cáncer en la piel, pulmón, riñón, alteraciones cutáneas (Juárez, 2012).

Es por eso, que el ECA N° 004-2017 MINAM, detalla que las concentraciones de arsénico para aguas superficiales destinadas a producir agua potable oscilen entre 0.01 mg/L, con el fin de inspeccionar a las industrias en verter sus efluentes a cuerpos de agua para proteger ecosistemas y áreas naturales.

En el afluente Huaycoloro la contaminación de metales, cargas organolépticas y bacteriológicas son elevadas excediendo los Estándares de Calidad Ambiental dispuestos por las entidades competentes, situación que destruye la naturaleza del agua. Conforma de esta manera una de las zonas de superior presencia de contaminantes para el Río Rímac al desplazar vertidos de procedencia industrial, domésticos, componentes tóxicos, biológicos que ocasionan dificultades en operación para desinfectar el agua en la Planta de Tratamiento de la Atarjea, ubicada en el distrito de el Agustino (La República, 2015).

En lo que se refiere a los antecedentes investigados, se detalla a continuación los trabajos previos internacionales:

Según DURÁN et al (2015), en su investigación titulada “Ensayo de arcillas modificadas con materia orgánica soluble para la eliminación de Cu y Zn” tuvo como objetivo reducir la materia orgánica a través de arcillas modificadas, para ello usaron minerales con la arcilla tipo montmorillonita por su facilidad de captación de metales pesados.

Esta arcilla fue modificada con NaCl 1M y luego con FeCl₃ a 1M por el método de agitación durante 24 horas, con concentraciones de 0.05M y 0.3 M con un pH igual a 3 y ello por espectrometría de masas por plasma. Se demostró que la unión de la arcilla montmorillonita con arcilla transformada de Fe³⁺ redujo la adsorción de los dos elementos químicos en relación a la arcilla de Cloruro de Sodio, por medio de ello se logró mejorar la adsorción del cobre.

MARTINEZ (2017), en su investigación titulada “Evaluación sobre el uso de arcillas para la adsorción de colorantes utilizados en la industria textil”, tuvo como objetivo principal estimar el rendimiento de las arcillas denominadas bentonitas en su capacidad como adsorbente para captar tintes de origen industrial. Se midió los sólidos por medio de difracción por rayos X, asimismo espectroscopia infrarroja, de los resultados obtenidos en la investigación se logró reducir el 98% con arcilla bentonita al adicionar inicialmente 2 gr de adsorbente a cada L de tintes de solución, cuyo producto fue que la bentonita contribuyó a retener los tintes, comprobándose así a la bentonita captar la tintura Yellow, en comparación a otros tintes .

TEJADA et al (2014), en su investigación científica titulada “Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico” teniendo como objetivo fundamental que determinó la totalidad de la adsorción como medio alternativo para remover la contaminación en disolución ,así como su eficacia para los metales pesados que son los primordiales atacantes del medio ambiente y la salud , en ese sentido la adsorción se presenta como opción siendo un método de bajo costo para tratar de mejorar los procedimientos de vinculo de restauración de estos metales en afluentes acuosos de aguas residuales .El material biológico usado utilizó dos concentraciones de ácido a 0.5 M y 1M a 300 rpm por un tiempo de 90 minutos teniendo una efectividad de remoción de 35% .Se concluye tal investigación con la importancia de utilizar la adsorción como elección a separar agentes de contaminación por medio de solución acuosa que también evitan la aparición de fangos químicos y aprovechar la utilización de elementos estimados como detritos.

PASTRAÑA Y MORA (2017), en su tesis “Evaluación de la capacidad de adsorción del residuo de café molido en la remoción de mercurio (II) en matrices acuosas” en la presente exploración se estudió la capacidad de adsorción de Hg (II) a través del uso de café molido, disuelto en solución acuosa logrando remover un 97% con $4g L^{-1}$ de bioabsorbente con un porcentaje al principio de mercurio (II) ($77,98mg L^{-1}$), pH inicial (7.00), periodo de roce (192.41 min), temperatura alcanzada ($33.04\text{ }^{\circ}C$) y una pulsación permanente de 375 ppm. Se aplicó la metodología del espectrofotométrico UV-VIS, para diagnosticar y cuantificar el mercurio (II). Obteniendo como resultado en los datos de las isothermas una capacidad adsorbente de $31.75\text{ }mg g^{-1}$), adaptado de forma eficaz al modelo de Langmuir y se evidenció su cinética de adsorber en una proporción a los 70 minutos. Al final del estudio señalan el logro de regeneración de la biomasa respecto al residuo de café molido el cual se distingue por mostrar pérdida en la condición de absorción en usos reiterados.

ARNAL (2017), detalla en su artículo "Filtros para descontaminar agua hechos con residuos" el cual llevó a cabo la utilización de la cáscara de huevo como residuo orgánico en escuelas que no cuentan con agua potable, eliminando agentes microbiológicos para arsénico y nitratos. Para ello se puso a prueba la metodología por dos procesos: a través de un estanco cerrado y otro prolongado en el cerrado consiste mediante un pellet echar agua y esperar un determinado tiempo, para que de esa manera al apartar el agua se tiene la expectativa de la reducción de contaminantes. El próximo se refiere a que el fluido pasa con una rapidez por un tubo que incluye un componente de carbón en el cual los agentes dañinos se incorporan. Es así que de esta manera los estudiosos tratan de fomentar el otro uso que se le puede dar a la cáscara de huevo como un valor extra de poder usarlo como adsorbente.

LOZANO (2016), en su indagación designada “Estudios de adsorbentes arcillosos para una aplicación sostenible”. Se realizó la caracterización de las arcillas bentonita y sepiolita en su estado natural y calcinada analizando diversos métodos como el de adsorción, análisis térmico, termogravimétrico, espectroscopia infrarroja y UV-Difracción

de rayos x, ultrasonidos ,teniendo como resultado una adsorción de 30 y 70% para ambos arcillas métodos de los cuales al obtenerse resultados positivos se demostró que a través de estos tratamientos se mejoran los mecanismos de adsorción para con la utilización de las arcillas modificadas y su uso de forma sostenible.

TINGZHI et al (2013), en su investigación de la Universidad de Tianjin, China titulada “Tratamiento de coagulación y adsorción de bentonita de pulpa de fibra reciclada de aguas residuales” .Se dispuso un sistema floculante con porciones de arcilla bentonita en el procedimiento para eliminar componentes viscosos, los métodos usados fueron el de colorimetría y para aguas espectrofotometría de CD, logrando una reducción EN un resultado de 0.5 μm . Durante este proceso los parámetros de turbidez, color fue de 99.56% y 93.08%, demostrando que esta técnica con floculación para estas fracciones es eficaz para tratar aguas excedentes con pulpa de fibra de reciclaje.

BUZETZKY et al (2018), en su trabajo de investigación de la Universidad de Debrecen en Hungría, titulada “Aplicación de bentonitas modificadas para la eliminación de arsenito-III del agua potable” se basó en elaborar cuatro arcillas bentonitas: La, Ce,Y, Fe a través de un procedimiento con cambio de iónicos para descartar el arsenito del fluido. Las arcillas de bentonitas rectificadas se observó por medio de espectroscopia de fluorescencia de rayos X (XRF) y difracción de rayos X (XRD).Asimismo se reconoció procesos de desorción, adsorción, periodo de estabilización y cinética. La denominada bentonita de cerio se alcanzó a mezclar con una suma parecida de iones de arsenito III, posterior a la fase de la desorción se obtuvo un 55% de dosis de arsenito absorbido. Se evidenció así la reducción de iones de arsénico con la utilización de la arcilla bentonita y su modificación.

GARCIA et al (2019), en su trabajo de investigación denominado “ Eliminación del arsénico(V)de soluciones acuosas utilizando arcilla natural “su objetivo fue obtener por medio de un procedimiento especializado extraer la arcilla bentonita en su estado natural, para ello se sometieron a técnicas de fluorescencia de rayos Análisis térmico ,difracción de rayos para hallar sus características fisicoquímicas .Se evaluó el poder de adsorción del arsénico con pH desde 3 a 9 con 2000 μg de As(V),promediando un valor de 15 μg de As por gramo de arcillas alcanzando una captación en menor tiempo de equilibrio 24 h ,lo

que significa que el As(V) en relación a la adsorción con arcilla natural es apta para adsorber en sitios fijos.

ONALO (2015), en su investigación titulada “Biorremediación de agua contaminada con metales pesados usando inmovilizado agua dulce verde microalga, *Otryococcus* SP” de la Universidad Tun Hussein de Malasia, su objetivo fue determinar la eficacia de la bioremovilización de cuatro metales pesados entre ellos As, Cd, Cr y Pb, las células de las algas redujeron el 68% la concentración de biomasa para As ($P < 0.05$) 15 algas analizadas dieron la mayor reducción para la Demanda Química de Oxígeno, demostrando que son eficaces para la limpieza de aguas.

BHALKARAN (2017), en su investigación titulada “Eliminación de especies de arsénico a través de procesos de la coagulación- floculación”, su objetivo fue determinar la capacidad de formas orgánicas e inorgánicas de arsénico utilizando procedimientos de floculación y coagulante como el alumbre sometido a 30 ppm, 15 ppm cloruro de Fe(II) y Fe(III), se analizó la variación del pH que oscilaba desde 3 a 9, teniendo como resultados la disminución de la turbidez con relación al pH por medio de la prueba de jarras, los tiempos de agitación fueron de 3 minutos (295 RPM), 20 minutos (25 RPM) y temperaturas desde (20°C, 30°C, 40°C), finalmente se demostró la eliminación del arsénico en presencia de la arcilla caolinita.

GAUTAM (2014), en su investigación titulada “Estudio de varios métodos para la remoción de contaminación de Arsénico(As) en agua subterránea” su objetivo fue estudiar las diversas metodologías para la remoción de arsénico usando materiales como carbón vegetal, calcita gruesa y cemento Portland. Se usaron por co-precipitación y utilizó el Espectrómetro de Adsorción Atómica para la medición de la concentración residual de arsénico y análisis como medir el pH, temperatura, tiempo y concentración de adsorbato/coagulante. De ese modo el material más eficiente que mostro adsorber el As con una eficiencia máxima demostrada fue la calcita gruesa con un 99% a una concentración de 5g/L, pH: 4.0 y tiempo de reacción 30 minutos a 5 ppm de solución.

MBAYE et al (2014), en su investigación titulada “Caracterización de productos naturales y químicos, Caolinita modificada de Mako para eliminar el plomo de soluciones

acuosas” de la Universidad Cheik Anta Diop Dakar en Senegal, tuvo como principal objetivo estudiar y analizar las propiedades de adsorción de los minerales de arcilla de la zona de Mako en Senegal. Mediante los métodos de espectroscopia, difracción de rayos X modificado con reactivo 3-aminopropiltrietoxisilano(APTES) para mejorar la capacidad de retención de metales pesados. Se analizó la concentración inicial de 10 mg/L para el Pb (II), la adsorción fue maximizada después de un tiempo de contacto de 30 minutos para la materia prima y fracción de arcilla y después de 90 minutos para APTES con arcilla modificada. Finalmente se alcanzó una cantidad máxima de captación de Pb(II) a temperatura ambiente siendo significativa para la fracción de arcilla con 3.02mg.

GHORPADE Y MANSOOR (2018), en su investigación “Lodos de tratamiento de agua para la eliminación de metales pesados de aguas residuales de galvanoplastia” de La India, su fin se basó en analizar a diversos metales pesados presentes en aguas de origen tipo residual relacionado con el pH principal y dosis de aluminio. Para metales como Pb (II), Cu (II) y Zn (II) hubo un incremento de pH a diferencia del Cr que presentó una disminución con la elevación del pH, los ensayos con la mezcla homogénea multi-metal indicaron que en la prueba de agua residual con galvanoplastia en una dimensión de 100 veces ,en tanto para el Cr fue de 78 % y 92%,del mismo modo se logró que desaparezca proporciones más menores ,para ambos metales a través del Aluminio se demostró su eficiencia de adsorber entre 1.7 y 3.5 mg/ g de fango seco. Finalmente la investigación señala que el Aluminio tiene la capacidad de ser usado como un intermediario de filtración y adsorción para eliminar elementos metálicos de aguas residuales que comprenden elementos químicos con características determinadas.

LIANG (2017), en su investigación titulada “Eliminación por adsorción de arsénico del agua usando perlas de celulosa cargadas con hidróxido de hierro”, de la Universidad de Texas Tech, su objetivo principal constó en desarrollar un adsorbente efectivo utilizando celulosa e hidróxido de hierro a través de un simple proceso de modificación, luego se aplicó el adsorbente en experimentos de lote y columna para la eliminar por adsorción el As (III) y As (V) del agua. Los resultados mostraron que casi todos los sitios de adsorción 96.46% para As (III) y 99.56% para As (V) estaban en un estado de adsorción sin equilibrio.

En lo que respecta a los antecedentes nacionales, se mencionan a continuación:

Según ALVAREZ Y VELI (2014), en su tesis de grado “Remoción de arsénico mediante arcilla natural del agua procedente del Manantial de Quero-Jauja”. Cuyo objetivo general fue lograr remover arsénico a través de arcilla natural de agua que sea útil para el consumo humano, asimismo teniendo objetivos específicos como la caracterización fisicoquímica del agua de Quero en Jauja y determinar su mecanismo para adsorber. Se llevó a cabo con el análisis de ICP-MS (Espectrofotometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo) para notar la existencia del arsénico. Se tomó como pieza fundamental la arcilla natural procedente de Parco con Difracción de rayos X.

Siendo los resultados en la remoción del agua de manantial un 97,5% y el contenido de terminación fue de 0.00131 mg As/L cifra que se encuentra mínima a los LMP de arsénico. Demostrando que su investigación es factible para tratar el mencionado manantial con este metal pesado.

ROJAS Y ZARATE (2015), en su investigación titulada “Efecto del pH y el tiempo de contacto en la adsorción de cromo hexavalente en solución acuosa utilizando arcilla Montmorillonita como adsorbente”. En el estudio se analizó la arcilla Montmorillonita originaria del Yacimiento Doña Herminia S.A de Chupaca a través de Difracción de rayos Espectroscopia Infrarroja de Transformada de Fourier y modelos de isothermas de adsorción Freundlich cuyo rendimiento se mostró a $R^2=0,9887$ y una capacidad de adsorción del Cr (IV) equivalente a 95.213% con reducción de una solución de 20 mg/L a 0.95mg/L admisible para la ley ambiental.

COAQUIRA Y QUISPE (2014), en su investigación “Obtención de arcilla modificada apilarada y su aplicación como material adsorbente en efluentes industriales contaminados con metales pesados Pb,Cu y Cd”,se utilizó la arcilla comercial bentonita a campo de laboratorio para estudiar los elementos ya mencionados por medio de pruebas analíticas microestructurales de tipo cuantitativo. Se evidenció el nivel de eficiencia de adsorción del pH, masa adsorbente, variabilidad del tiempo de residencia cuyos resultados fueron de 98%,60% y 80% para plomo, cadmio y cobre respectivamente. Al concluir estos resultados se corrobora que las concentraciones finales lograron un 0.0073

de Cd, 0.843 ppm de Cu y 0.1544 Pb para el efluente de tipo industrial cuyo contenidos son bajo a las cantidades admitidas por la normativa ambiental.

AUCCAHUASI (2015), en su tesis “Calidad del agua y sedimentos en el río Madre de Dios, Departamento Madre de Dios, Perú”, como fin principal fue la determinación de la calidad de agua y sedimentos en cinco puntos estratégicos del río Madre de Dios y a la vez componentes fisicoquímicos y microbiológicos de metales pesados y sedimentos en una zona específica del río Madre de Dios ,llevada a cabo con el procedimiento de la Autoridad competente (ANA),se usó para el análisis el multiparámetro HACH,una de las estaciones para la toma de muestra se realizó en Puerto Pardo zona con problemas medioambientales obteniendo como resultado una media de ,001167 y desviación típica de ,0006861 en ese punto , lo cual significa un nivel elevado de mercurio . El concentrado de este metal Hg sobrepasó el ECA fijado para esa estación. Se concluye por lo tanto en este estudio que la toma de muestras proporcionó el estado promedio para todos los diversos parámetros analizados.

LOARTE Y SANABRIA (2015), en su tesis titulada “Efecto del pH y tipo de adsorbente en la remoción de manganeso de aguas superficiales contaminadas por relaves mineros” tuvo como objetivo: determinar cómo influye el pH y modelo de adsorbente para remover al manganeso de efluentes que han sido dañados con relaves mineros, el estudio se realizó en el río Yauli y se encontró en los análisis elevados más de lo que exige la normativa ambiental. Experimentalmente se analizó mediante la técnica BET a las propiedades físico-químicas, método de Difracción de rayos X, es así que se logró remover el manganeso en la Oroya cuyos resultados son los siguientes: aglutinación de 18.41 ppm a una estabilización de 1.173 ppm, con un 96.63 % removido de dicho metal pesado.

FLORES (2016), en su tesis de grado magister titulada “Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas del río Grande y su relación con la actividad minera “ se dio en el departamento de Cajamarca y se basó en la importancia de este río como fundamental abastecedor del recurso hídrico para consumición y el propósito fue analizar la existencia de metales pesados en el mencionado río y evaluar si exceden en cuanto a los LMP del MINAM ,se tomaron en cuenta ocho sitios de muestreo y se calculó alrededor de

un mes ,encontrando al plomo que en 5 puntos de monitoreo superó los ECAS con (0.246 Mg L^{-1}),por ultimo otro mineral fue el manganeso con (0.591 mgL^{-1}) en 18%.

ZARE (2018), en su investigación de tipo cuantitativo y diseño pre experimental denominado “Remoción de arsénico de las aguas del Rio Santa usando arcilla natural del poblado Otuzco Cajamarca” tuvo como fin evaluar si la arcilla natural en forma activada del Centro Poblado de Otuzco tiene la capacidad de reducir el arsénico presente a 100 mts previo a desembocar aguas del referido rio hacia el océano. Se procedió a efectuar un pre y post análisis de las alícuotas del rio Santa. Las técnicas utilizadas fueron Fluorescencia de Rayos Difracción por Rayos X, Espectrometría .Mostrando en sus resultados finales que el arsénico logro reducirse de 0.0878 mg/L A 0.079 mg/L significa ello que el presente estudio es admisible para tratar ríos contaminados con arsénico.

De esta indagación de trabajos internacionales y nacionales surgió la búsqueda de conceptos y definiciones relacionados a la presente investigación.

Es así que partiendo de la temática principal de este estudio se entiende por afluente a la trayectoria adjunta de agua o divisorias en menor o mayor numero enmarañadas que se juntan a un rio distinguido (Galván, 2009).

De este modo Pascual, 2018 .Puede definir a la contaminación de ríos como el ingreso al agua de agentes denominados como inusuales, entre ellos destacan:

- Productos químicos
- Microorganismos
- Aguas residuales
- Residuos industriales y otros

Principalmente, el recurso hídrico se contamina debido a las actividades antropogénicas, debido al creciente incremento de la población, que requieren mayor cantidad de agua, alimentos, movilidad, vestuario, medios y lugares donde habitar.

Ante ello, se genera la dispersión de vapores dañinos, polución de residuos, metales, sustancias químicas que desaparecen animales, plantas, liberación de materiales tóxicos o accidentes ambientales como derramamiento de hidrocarburos.

Asimismo las aguas residuales industriales son derramadas desde lugares donde se realizan todo tipo de actividad que se refiera a la industria comercial y no sean aguas de fuente doméstico ni aguas de otra procedencia. Sus propiedades físicas y químicas penden de la empresa que las origina, por consecuente su proceso de recuperación es intrincado, puesto que posee alta materia biológica al presentar elementos dañinos para los organismos microscópicos encargados del procedimiento de los seres biológicos. Tales vertidos incluyen sustancias difícilmente de expeler en un tratamiento habitual. (Díaz, 2018)

Para la UNESCO ,2017. Las aguas residuales industriales se diseminan posteriores a ser usadas o creadas en el desarrollo de las industrias u obtención energética, caso contrario las aguas residuales domesticas están conformadas por aquellas aguas negras, grisáceas proveniente de labores domésticas en zonas domiciliarias y de trabajo. (UNESCO, 2017).La segunda organización sustenta que son de tipo doméstico, de comercio y comprenden restos de la fisiología humana, resultante de acciones de los seres humanos y necesitan ser tratadas apropiadamente. (OEFA, 2014)

El agua tratada ha sido definida, como el procedimiento que se realiza a las aguas de tipo residual, las cuales en su composición están alteradas con residuos fecales y urinarios de procedencia de residuo biológico humano y animal. El tratamiento depende del sitio y según la suciedad que presente el agua .El tratamiento consiste en succionar el agua y clarificarla en enormes tanques libremente. Examinar el pH del centro, acidular con H_2SO_4 equilibrar con sosa cáustica .En fundamento a la estimación del pH alcanzado se emplea un coagulante o floculante como el sulfato de aluminio, originando acumulación de fangos. Al depurarse el agua se agrega cloro, sirve de mucho aporte, cuyo efecto son conseguir agua limpia y transparente. De ese modo se logra agua apta para fin humano admisible más no consumible. Su utilización más común es para higiene de automóviles, en la industria, agricultura y población con poca demanda de agua. (INVDES, 2017).

Tabla 1 .Usos potenciales del agua recuperada

USO	DIRECTO	INDIRECTO
Municipal	Riego de parques, lavado de avenidas, lavado de autos, recurso potencial de aguas para abastecimiento del municipio.	Recarga de agua subterránea para reducir el agotamiento de los acuíferos
Industrial	Agua para torres de enfriamiento, alimentación de calderas, transporte, lavado de pisos.	Recarga de acuíferos para abastecimiento de agua para uso industrial.
Agrícola	Irrigación de campos agrícolas, cultivos, huertos y bosques	Recarga de acuíferos para usos agrícolas.
Recreativos	Construcción de lagos superficiales para usos náuticos y lagos ornamentales.	Desarrollo de zonas para pesca y áreas acuáticas.
Recarga	Recarga de acuíferos para controlar la intrusión de agua salada, o reposición en el acuífero. Recarga de acuíferos para controlar los problemas de asentamiento del terreno. Infiltración durante el riego.	Excedente de riego, empleo de pozos de absorción como método de tratamiento

Fuente: Jiménez, 2001

La contaminación por metales pesados en el agua es originada por la elevada aglutinación de estos elementos producto de la contaminación precisa de fuentes minero- industrial .Los líquidos de materiales degradados pueden representar focos contaminantes. Cabe precisar que en ciertos sucesos hay aguas que soportan una transformación natural de compuestos pesados al traspasar una estructura subterránea conformada por rocas. (FACSA, 2017)

A su vez para Sans y Ribas (1989) Algunos de los metales pesados presentes en el agua son indispensables para el crecimiento de su subsistencia, los contenidos cuantiosos de estos causarían el impedimento en las etapas de purificación y por subsiguiente la alteración del medio biótico al verse expuesto la explotación de este líquido fundamental por un eminente daño.

Para el presente trabajo de investigación se estudió al Arsénico, un componente químico que se ubica en el grupo V de la tabla periódica de los elementos químicos. Tiene características como color grisáceo aspecto de metal y reluciente, se localiza alrededor de la naturaleza, su actuación química es complicada y crea cuantiosas combinaciones de arsénico, tales como orgánicos e inorgánicos. (Aguilar, 2005)

El arsénico es venenoso en su modo inorgánico, representando una advertencia para la integridad de las personas por el uso del agua infectada para tomar, preparación de comidas y riego de plantas. Al exponerse al arsénico por la utilización del líquido vital puede ocasionar enfermedades cancerígenas, a la piel, neurológicas, patógenas, elevación de glucosa en la sangre. Indica que la única solución a las comunidades perjudicadas por la exhibición del mencionado metal es establecer técnicas fiables para suministrar agua saludable a los habitantes. Asimismo en la industria el arsénico se utiliza en procedimientos de fabricación de vidrio, colorantes, tintes de textilera, pegamentos para metal, entre otros (OMS, 2018).

Un recurso de vital importancia que se ve afectado por el Arsénico es el agua y por ende se ven afectados y se halla frecuentemente en diversos ríos de todo el planeta empero específicamente dañino en determinadas zonas. Los grados de contaminación de arsénico se mejoran por medio de procesos del agua conectados para suministro de la población, sin embargo por dificultades sociales y de economía y un escaso estudio y seguimiento a la existencia de este metal imposibilita tal propósito. Es así que la fuente fundamental del arsénico en el agua son los disolventes mineralógicos y elementos químicos procedentes de la naturaleza. Las aguas subterráneas son las que pueden incluir arsénico en gran cantidad (Afán y Flores, 2018)

Según el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM, en el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para agua, detalla que los niveles máximos permisibles del arsénico en la categoría 1 poblacional y recreacional es de 0.01 mg/l, lo cual significa si se excede el límite permitido de este metal se contaminaría, produciendo efectos adversos sobre el medio acuático: las aguas y por ende los ríos.

Ante ello, para la reducción de arsénico presente en las aguas, existen diversos tratamientos tales como:

Filtración biológica utilizando microorganismos, en estos tratamientos los sistemas de filtros biológicos o microbiológicos logran la purificación del agua dado por un proceso de oxidación desde una zona porosa que sirve como cimiento al aire y líquido residual. Los organismos microscópicos que se hallan en el área plana tienden a quedarse inamovibles los cuales pasan a tener una fricción con el aire y el agua a limpiar. Desde esa parte se conforma un recubrimiento con los organismos los cuales van a depender del estado en el que esté el filtro. De esta manera el filtro contiene elementos rocosos que se localizan en zonas divididas para decantar. Al ingresar el agua al filtro es capaz de degradar componentes de la contaminación y eliminados por los organismos que están en crecimiento en los contornos de los constituyentes de la masa de la base (Ábrego, et al, 2017)

Coagulación, floculación, sedimentación, es aquí donde el arsénico se muestra en las aguas de manera electrovalente, esto se retiene en partes que no se pueden disolver en tamaños consistentes como arcillas de origen natural creando una interrupción de los coloides (Benítez, et al 2012). Entre los coagulantes más frecuente se puede indicar a:

- Sulfato de aluminio, hidróxido de aluminio y cobre
- Sales de hierro: cloruro férrico ,sulfato férrico e hidróxido férrico
- Cal hidratada. Donde el pH oscila entre 10.5 para obtener agua con buen tratamiento.

Adsorción, también es una alternativa y una técnica que transfiere masa por la cual un componente es modificado de una etapa del fluido hacia la base rígida y por ende retener con energía a las fuerzas fisicoquímicas. Tal procedimiento sucede en fracciones sólidas en áreas estables. Es por ello mientras más elevada sea la base de la zona más es el espacio de contener material, el metal arsénico (Benítez, et al 2012).El arsénico puede ser reducido a través de diversos sólidos como:

- Adsorción utilizando Alúmina activada: El agua a limpiar ingresa por medio de un reactor compuesto de lecho permanente con contenido adsorbente de alúmina activada, la cual es una combinación de óxidos de aluminio de cristal y

desproporcionado de compuesto de Al_2O_3 . Es muy eficaz para remover arsénico y limpiar aguas con elevadas cantidades de sólidos diluidos. Se consigue su eficiencia en el tratamiento a un rango de pH equivalente a 8.2 (Benítez, et al 2012).

- Hierro como agente reductor: Se fundamenta en que el hierro como elemento existente en medios acuosos logra oxidar con oxígeno o sin oxígeno, facilitando indispensablemente las partículas de carga negativa hacia la disminución de arsénico u otras sustancias químicas. Este tratamiento sugiere usar capas de fragmentos de hierro para fijar otras clases de arsénico inorgánico para adicionar al precipitado de hierro, se adiciona mínimas dosis de sulfatos para reducir en mejor cantidad al arsénico (Benítez, et al 2012).

- Ablandamiento con cal: Sistema utilizado para agitar la dureza del líquido basada en agregar cal ($Ca(OH)_2$) al agua. Este proceso es muy eficaz para disminuir arsénico y su eficacia va relacionado con el pH. Presenta un gran beneficio al desprender conglomerados de arsénico de 0.005 ppm. Para remover este metal a una cantidad del 90% es necesario llevar el pH a 10.5 o más elevado (Benítez, et al 2012).

Como base principal de esta investigación para lograr reducir el arsénico presente en las aguas del afluente Huaycoloro se estudió a las arcillas como técnica para el tratamiento de agua.

Se puede definir a las arcillas como aquellos componentes que están compuestos de materiales de tierra fundamentalmente por silicatos de aluminio y porciones de piedras con elementos coloidales menor a $1\ \mu m$ que al entrar en contacto con la humedad se hacen flexibles al efecto de las rocas por combustión. Su composición se basa en sílice, alúmina y agua. Los constituyentes más relevantes mineralógicos son las denominadas caolinitas y montmorilonitas, contienen además hidróxidos hidratados de hierro, por lo general las arcillas se han creado de la descomposición rocosa con una elevada capacidad de alúmina, pese a que ciertas de ellas son originadas por una transformación física y química, posee características como formación mineralógica, formación de mineral que no es compuesto por arcilla, existencia de material orgánico natural y

elementos hidrosolubles y la suficiencia que presenta para conservar y soltar iones de carga positiva .(Pardo y Jordan,2016),tienen propiedades físicas y químicas como

- Plasticidad: Admite la facilidad para moldearse
- Resistencia: A la presión ,rigidez y tensión cortante
- Retracción :En desecación al igual cuando se encuentra en la estufa
- Temperatura: De ebullición y vitrificación
- Color :Calcinamiento ,debido a la presencia de óxido ferroso (ECURED, 2006)

Para García y Suarez, 2018, las propiedades fisicoquímicas provienen primordialmente de:

- La diminuta dimensión de las partículas (mínimas a 2 μm)
- Su forma tipo laminar
- Sustitución de un ion en la estructura cristalina
- Capacidad de adsorción: Debido a su elemental área aplicativa en el campo adsorbente por tener capacidad de adsorción del agua y otras partículas en sitios interlaminares y canales ramificados. El poder de adsorción está ligado a las propiedades estructurales .Hay dos modelos que complejamente se dan de modo separado: adsorción (procedimientos físicos, ejemplo detención de capilaridad) y adsorción (proceso interactivo que químicamente se da para efectuar la capacidad de retención del sólido, es decir el adsorbente y el adsorbato).

El tipo de arcilla que se utilizó en el tratamiento para la reducción del arsénico presente en las aguas del afluente Huaycoloro fue la arcilla Bentonita. La arcilla Bentonita es un tipo de arcilla formado de roca y compuesta por minerales del tipo esmectitas muy aparte de alguna relación genética; en ese contexto la industria ha clasificado a las bentonitas por su suficiencia a aumentar en el agua, son las siguientes:

- Bentonitas sódicas: Se hinchan demasiado
- Bentonitas cálcicas Se hinchan mínimamente
- Bentonitas intercedentes

Una de las propiedades más principales de las bentonitas es la de incrementar su volumen al contactarse con un líquido natural, actuando de forma gelatinosa cuando se

halla intacta y en fluido en estado de deslizamiento. Asimismo son adsorbentes que son utilizados en pozos de perforación de petróleo (Picasso y Sun ,2008).

Las arcillas Bentonitas como adsorbentes de contaminantes son eficaces, debido a la creciente demanda en la industria, todos los años se genera la producción de diversos contaminantes en el medio ambiente que tienen distintos orígenes .Ante ello han incrementado múltiples investigaciones. Los estudios mencionan la utilización de materiales mineralógicos de arcillas como una alternativa para descontaminar, los usan como retenedores de partículas de elementos dañinos en el ámbito salubre y ambiental, logrando separar a tales procesos en dos secciones: Uso de arcillas tipo natural y arcillas que se modifican.

En diversas oportunidades se puede emplear bentonitas modificadas a transformación física o química que tienen como fin intensificar ciertas características para su utilización industrial o dicho de otro modo cambiar o variar la base mineralógica a través de diferentes procedimientos tales como: método ácido, tratamiento térmico o de polarización. Asimismo el método ácido consiste en deshacer el mineral por medio de una disolución en la capa interna de la estructura de la arcilla denominada octaédrica (Vásquez, 2013)

Adicionalmente se tomó en cuenta Los Estándares de Calidad Ambiental para aguas en lo referente al Límite Máximo Permissible como la presencia de componentes o del grado de constituyentes, propiedades fisicoquímicos, microbiológicos que determinan la descarga de un cuerpo de agua o dispersión que al extralimitarse ocasiona o provoca serios perjuicios en la salubridad, el ser humano y al entorno ambiental. (OEFA, 2014).

Uno de los floculantes muy importantes en el tratamiento de limpieza de aguas es el mucilago de la hoja de la tuna, entendido la tuna como un cultivo vegetativo y de arbustos de la especie Opuntia que pueden resistir temperaturas de hasta 16°,muy ramificado y con abundantes raíces .Dentro de su composición se hallan las pencas de color verde formada por tejidos con capacidad de retener agua, rol fundamental de los mucilagos que se encuentran en la pulpa de la tuna ,es así que en la actualidad se utilizan en los procesos de clarificación del agua(Silva,2017).

En referencia a lo mencionado en este trabajo de tesis se propuso aplicar un método eficaz, económico y usando materiales con disposición para reducir el arsénico de las aguas del afluente Huaycoloro, por lo que se formuló la siguiente problemática general:

- ¿Cuál es la capacidad de reducción de la concentración del Arsénico (As) para descontaminar las aguas del afluente Huaycoloro, utilizando arcillas modificadas distrito de Lurigancho-Chosica 2019?

A su vez los problemas específicos como:

- ¿Cuál es la concentración del Arsénico en las aguas del afluente Huaycoloro antes de utilizar arcillas modificadas en el distrito de Lurigancho-2019?
- ¿Cuál es la variación de los parámetros físicos después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas en las aguas del afluente Huaycoloro distrito de Lurigancho-2019?
- ¿Cuál es la variación de los parámetros químicos después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas en las aguas del afluente Huaycoloro, distrito de Lurigancho-2019?
- ¿Cuál es el porcentaje de reducción del Arsénico en las aguas del afluente Huaycoloro, después de utilizar arcillas modificadas, distrito de Lurigancho-2019?

La contaminación de la cuenca del Rímac abarca desde la parte alta de la misma hasta la parte baja de la cuenca, viéndose afectado en particular el afluente Huaycoloro, el tipo de contaminación presente en la cuenca va a variar según la actividad que se desarrolla en la zona; como vertidos industriales que generan una alta contaminación en la zona.

Esto ha conllevado a que se empiecen a desarrollar diversos métodos de adsorción a metales pesados con el objetivo de descontaminar los ríos, a través de bio tecnologías de mínimo coste y que capten los contaminantes de forma eficaz y que estén de acorde con la normativa ambiental.

Dicho de esta manera las arcillas modificadas se ha mostrado como una técnica interesante a razón, ya que posee la suficiencia de adsorber especies metálicas eficazmente, rápida y a un precio por debajo de otras metodologías.

Con la presente tesis de investigación se quiere probar la capacidad de adsorción de las arcillas modificadas en la descontaminación del arsénico, el cual se transforma en un medio alternativo para tratar aguas buscando que se minimicen los efectos en salubridad del ser humano y el medio que nos rodea, en tal sentido, este estudio consta de un significativo enfoque, económico, social y por ende ambiental dirigido hacia el distrito de Lurigancho en Lima.

La hipótesis general de esta investigación se planteó como:

H1: La capacidad de reducción de la concentración del Arsénico(As) utilizando arcillas modificadas es significativa para descontaminar las aguas del afluente Huaycoloro – Lurigancho 2019

H0: La capacidad de reducción de la concentración del Arsénico(As) utilizando arcillas modificadas NO es significativa para descontaminar las aguas del afluente Huaycoloro –Lurigancho 2019.

Hipótesis Específicas:

- El nivel de la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluente Huaycoloro antes del tratamiento con arcillas modificadas excede los límites máximos permisibles.
- Los parámetros físicos de las aguas del afluente Huaycoloro mejoran después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas.
- Los parámetros químicos de las aguas del afluente Huaycoloro mejoran después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas.
- El porcentaje de reducción del arsénico en las aguas del afluente Huaycoloro utilizando arcillas modificadas es apta para consumo humano indirecto.

De este planteamiento surge el objetivo general de esta investigación, el tratamiento permitió:

- Reducir la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluyente Huaycoloro, utilizando arcillas modificadas, Lurigancho 2019.

Objetivos Específicos

1. Diagnosticar el nivel de la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluyente Huaycoloro antes de utilizar arcillas modificadas.
2. Determinar la variación de los parámetros físicos después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas en las aguas del afluyente Huaycoloro.
3. Determinar la variación de los parámetros químicos después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas en las aguas del afluyente Huaycoloro.
4. Determinar el porcentaje de reducción de la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluyente Huaycoloro después de utilizar arcillas modificadas.

I. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

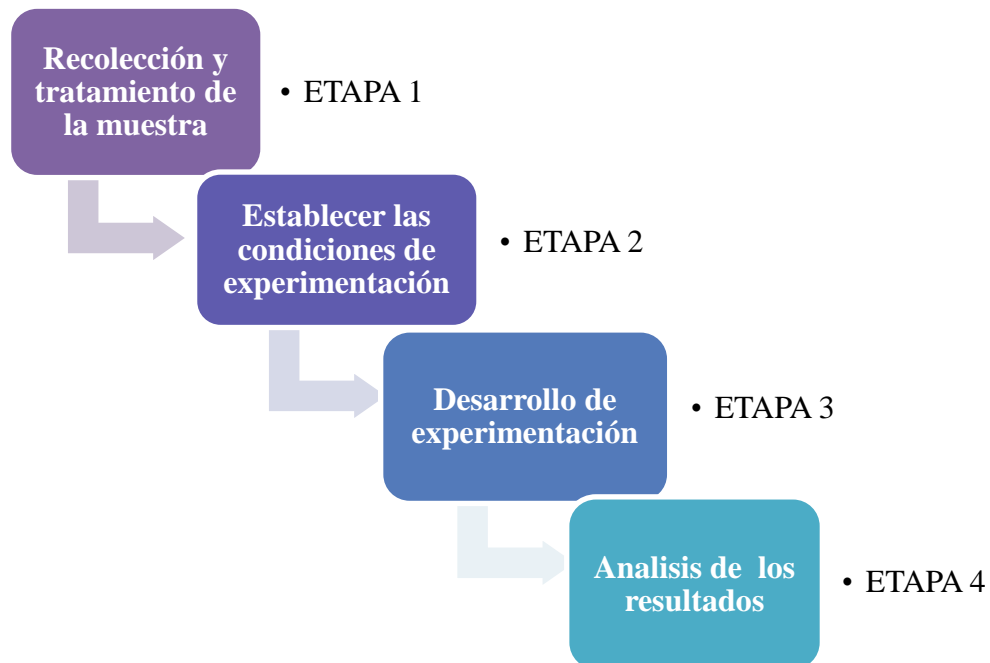
La presente tesis corresponde a una investigación aplicativo puesto trata de demostrar la reducción de arsénico en aguas del Rio Huaycoloro, Lurigancho (2019), luego se procedió respectivamente con el tratamiento de arcillas modificadas para finalmente llevar a cabo la concentración final de la capacidad de reducción del arsénico .

De igual modo, el nivel de la investigación es explicativo.

El diseño de la investigación es experimental, ya que se utilizó medios numéricos y estadísticos a través del planteamiento de las hipótesis, las cuales fueron demostrables.

Para ello se ha dividido la parte experimental en cuatro etapas:

Diagrama N° 1



Operacionalización de variables

- **Variable independiente**

Arcillas modificadas

- **Variable dependiente**

Reducción del arsénico del afluyente Huaycoloro

Tabla N° 2 Matriz de Operacionalización de las variables

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	ESCALA DE MEDICIÓN
GENERAL ¿Cuál es la capacidad de reducción de la concentración del Arsénico (As) para descontaminar las aguas del afluente Huaycoloro, utilizando arcillas modificadas distrito de Lurigancho-Chosica 2019?	Reducir la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluente Huaycoloro, utilizando arcillas modificadas, Lurigancho 2019	H1: La capacidad de reducción de la concentración del Arsénico(As) utilizando arcillas modificadas es significativa para descontaminar las aguas del afluente Huaycoloro –Lurigancho 2019 H0: La capacidad de reducción de la concentración del Arsénico(As) utilizando arcillas modificadas NO es significativa para descontaminar las aguas del afluente Huaycoloro –Lurigancho 2019.	INDEPENDIENTE Arcillas modificadas	Las arcillas son rocas naturales en forma de partículas muy finas (menor que 2µm), compuestas de minerales conocidos como minerales arcillosos. Ellos son esencialmente láminas de silicatos de aluminio hidratado(Biblioteca Ilce,2018)	La arcillas modificadas será medido mediante sus parámetros físicos y químicos	Parámetros físicos arcilla modificada	Temperatura	°C	Razón
							Turbidez	NTU	Razón
							Conductividad electrica	µS/cm	Razón
							Potencial Redox	Eh	Razón
ESPECIFICAS ¿Cuál es la concentración del Arsénico en las aguas del afluente Huaycoloro antes de utilizar arcillas modificadas en el distrito de Lurigancho-2019? ¿Cuál es la variación de los parámetros físicos después de utilizar arcillas modificadas en las aguas del afluente Huaycoloro distrito de Lurigancho-2019? ¿Cuál es la variación de los parámetros químicos después de utilizar arcillas modificadas en las aguas del afluente Huaycoloro, distrito de Lurigancho-2019? ¿Cuál es el porcentaje de reducción del Arsénico en las aguas del afluente Huaycoloro, después de utilizar arcillas modificadas, distrito de Lurigancho-2019?	Diagnosticar el nivel de la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluente Huaycoloro antes de utilizar arcillas modificadas.	El nivel de la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluente Huaycoloro antes del tratamiento con arcillas modificadas excede los límites máximos permisibles	DEPENDIENTE Reduccion del arsenico de las aguas del afluente Huaycoloro	La reducción es un estado interno en el cual se aglomera una serie de fases líquida o gaseosa encima de un espacio denso poroso del cual interactuan superficie del material y porciones de ion o moleculas. Sánchez(2015)	La reducción de la concentración del Arsénico presente en las aguas del afluente Huaycoloro será medido mediante parámetros físicos y químicos	Nivel de concentración del Arsénico(As)	Concentración inicial	mg/L	Razón
							Porcentaje de reducción del Arsénico(As)	Concentración final	mg/L
	Parámetros físicos	Temperatura				°C	Razón		
		Turbidez				NTU	Razón		
		Conductividad eléctrica				µS/cm	Razón		
		Potencial Redox				Eh	Razón		
	Parametros Quimicos	Potencial Hidrogeno				pH	Razón		
		SD,ST,SST.Solidos sedimentables				mg/L	Razón		
		Oxigeno Disuelto				mg/L	Razón		
		Demanda Biológica de Oxigeno (DBO5)				mg/L	Razón		
							Demanda Química de Oxigeno(DQO)	mg/L	Razón
							Oxigeno	%	Razón

2.2 Población, muestra y muestreo

Población

En el referido estudio de investigación la población se consideró a las aguas residuales que ingresan al afluente Huaycoloro – procedentes de diversas industrias en toda la cuenta baja y alta del río Rímac que delimita por el distrito de Lurigancho Chosica, provincia de Lima, departamento de Lima, el cual tiene una longitud de (23.2 km) de distancia (Ministerio de Energía y Minas).

Muestra y muestreo

Para el tratamiento se emplearon 50 litros de agua que ingresa al afluente Huaycoloro – a la altura del Puente Los Laureles en la localidad de Huachipa, distrito Lurigancho y para la consistencia de la ejecución del estudio se escogió dos puntos referenciales. Uno de ellos considerando la evaluación de DIGESA y el otro de forma aleatoria y sistemática por la autora de la investigación.



Figura 1. (a)Lugar de la zona de muestreo del Afluente Huaycoloro: Puente Los Laureles **(b)** Lugar desembocadura al río Rímac altura Carretera Ramiro Priálé- Huachipa

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se lleva a cabo mediante las siguientes técnicas:

Tabla N°3 .Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ETAPAS	FUENTES	TECNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Identificación de los puntos donde se efectuará la toma de muestra	Aguas del afluente Huaycoloro ubicado en el distrito de Lurigancho	Observación (Directa)	Ficha de registro de datos de campos (Ver anexo 1)	Número total de puntos de muestreo
Medición in situ de las muestras del agua del afluente Huaycoloro	Aguas del rio afluente Huaycoloro distrito de Lurigancho.	Observación (Directa)	Ficha de registro de datos de campos (Ver anexo 1)	Resultados de Valores de pH, conductividad eléctrica, OD, Temperatura, in situ del agua del afluente Huaycoloro distrito de Lurigancho.
Análisis inicial de las muestras del agua del afluente Huaycoloro	Laboratorio autorizado y competente	Observaciones y experimentación	Ficha de registro de parámetros iniciales del agua del Afluente Huaycoloro(Ver anexo 2)	Resultados de valores Solidos Totales,Disueltos,SST,OD,Demanda Química de Oxígeno,DBO ₅ ,Potencial Rédox,pH ,Turbidez,etc
Características físico químicas de la arcilla modificada	Laboratorio autorizado y competente	Observaciones y experimentación	Ficha de registro de las características de la cascara de huevo (Ver anexo 4)	Resultados de los análisis de Características fisicoquímicas de la arcilla bentonita
Reducción del arsénico mediante arcilla bentonita /mucilago hoja de tuna	Laboratorio autorizado y competente	Observación (indirecta)	Ficha de registro de capacidad de adsorción en la remoción de arsénico, y mucilago de la hoja de la tuna (Ver anexo4)	Determinar la efectividad de la arcilla bentonita/mucilago porcentaje de concentraciones en los tratamientos.
Análisis de la muestras del agua recuperada.	Laboratorio acreditado y competente	Observación (indirecta)	Capacidad de reducción del arsénico (Ver anexo 3)	Resultados de la Concentración de las propiedades físico-químicas, de los tres tratamientos del afluente Huaycoloro.
Procesamiento de datos	Informáticas De sistemas	Observación (Directa)	SPSS versión 24.0 Microsoft Excel	Determinación de la capacidad de reducción del arsénico mediante arcillas modificadas, en el distrito de Lurigancho.

2.4. Procedimiento

Fase 1: Selección del metal pesado contaminante

Para la elección del metal pesado determinado para el estudio del Afluente Huaycoloro, se recolectó 3 litros de agua recogidos a una distancia de entre 500 metros, los cuales fueron preservados y llevados a un laboratorio especializado para su análisis y así definir el contaminante que más excede los Estándares de Calidad Ambiental y por ende iniciar el tratamiento en la investigación para descontaminar las aguas con el mencionado elemento.

Fase 2: Selección del punto de monitoreo, georreferenciación de la población-muestra, y toma de muestra inicial.

A. Selección del punto de monitoreo

La selección de los puntos de monitoreo se basó tomando en cuenta la evaluación de la calidad del río Huaycoloro realizada por DIGESA en el periodo del 2010 para la toma de las muestras de la investigación.

B. Georreferenciación de la población y muestra: El afluente Huaycoloro se sitúa en el Centro Poblado Menor de Huachipa, Distrito Lurigancho-Chosica, provincia y departamento de Lima, se georreferenció la población y muestra del mencionado afluente con el uso de GPS, Marca :GARMIN GPSMAP 64s,el cual nos proporcionó los datos que fueron anotados en el registro de georreferenciación.(Anexo 05)

REGISTRO DE GEORREFERENCIACIÓN					
CUENCA:	Rio Huaycoloro				
RESPONSABLE:	Mary Jhossy Jiménez Timoteo				
LOCALIDAD:	Huachipa	DISTRITO:	Lurigancho	DEPARTAMENTO:	Lima
FECHA	07/05/2019	HORA	10:19 a.m.		
POBLACIÓN					
T° Ambiental	21.2 °C	HR	71%		
Código	Área de la población	Zona	Coordenadas UTM		
AH-GP	23200000 m ²	18 L	X:N	289728	
			Y:E	8671811	
MUESTRA	Ubicación : Puente Los Laureles				
T° Ambiental	21.2 °C	HR	70%		
Altura	328 m				
Código	Área de la muestra	Coordenadas UTM			
AH-GM	299.71 m ²	18 L	X:N	289728	
			Y:E	8671811	

Tabla N°4. Registro de georreferenciación

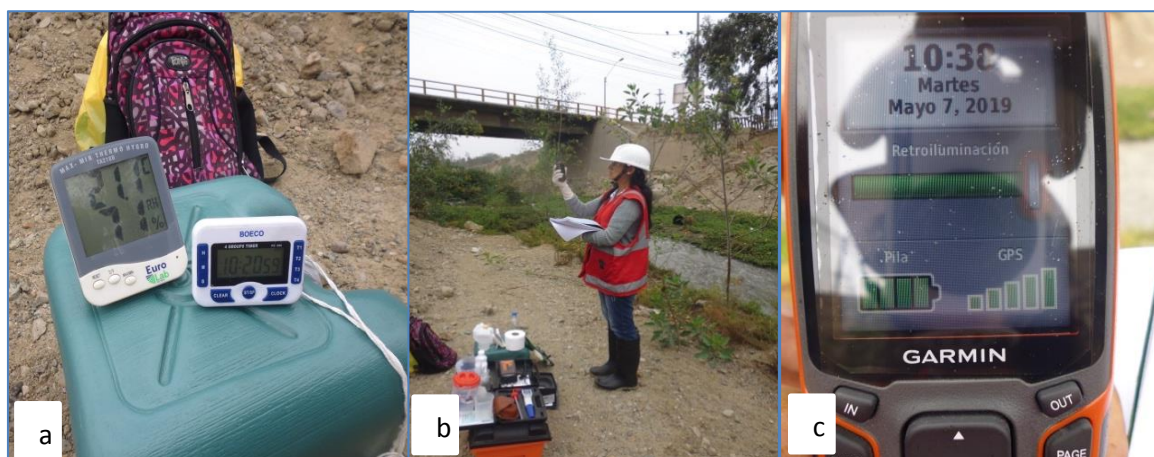


Figura 2. (a) Medida de T° zona de estudio (b) Georreferenciación de la zona de estudio: Pte. Los Laureles – Afluente Huaycoloro (c) GPS utilizado en estudio.



Figura 3. (a)Zona de muestreo inicial Afluente Huaycoloro **(b)** Equipos y materiales usados en zona de muestreo

C. Toma de muestra inicial

Se realizó la toma de muestra inicial a la altura del Puente Los Laureles correspondiente al Afluente Huaycoloro, para evaluar las concentraciones de comienzo de los siguientes parámetros: pH, Potencial Rédox, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno.

Los parámetros medidos in situ (pH, potencial rédox, temperatura y conductividad eléctrica) se realizaron con la utilización del multiparámetro: PORTABLE PH METER.



Figura 4.Equipo multiparámetro

Con una jarra de plástico se procedió a retirar agua residual del afluente Huaycoloro 1 L, por subsiguiente con el uso del multiparámetro se calculó los parámetros in situ. Como se observa en las figuras 6.



Figura 5. (a)Toma de muestra inicial in situ de las aguas del afluente Huaycoloro **(b)** Medición in situ con el multiparametro Portable pH meter.

Oxígeno Disuelto: Para la toma de muestra del oxígeno disuelto in situ se usó el frasco Winkler de 300 ml, para determinar la cantidad de oxígeno de mg/l de oxígeno en las aguas, para ello fue enjuagado preliminarmente con las mismas aguas a muestrear, seguido se añadió sulfato de magnesio, se tapó y se botó el excedente de agua luego se agitó la muestra. En segundo lugar se adicionó alcalina –ácida para detectar si el oxígeno del agua es nulo y está por debajo de los niveles permitidos. Finalmente se agregó 5 gotas de ácido sulfúrico para conservar la muestra y ser trasladada al laboratorio para su análisis inmediato. En la figura 7 se exhibe el procedimiento.



Figuras 6. (a)Medición de conductividad eléctrica in situ
(b) Toma de muestra inicial para el oxígeno disuelto



Figura 7. (a)Medición del parámetro oxígeno disuelto in situ **(b)** Muestra de oxígeno disuelto al laboratorio para su análisis.

D. Medición del caudal: Se procedió a medir el caudal de la zona del afluente Huaycoloro, por medio del método denominado: El frasco flotador de acuerdo al protocolo del ANA, consiste en: soltar un frasco a una distancia aproximada de 15 metros de largo, cuando el flotador atraviesa por la línea de un punto inicial avisará al personal del punto final para proceder a contar el tiempo con un cronometro y para su fiabilidad se realiza tres veces.

Ancho del río = 2m=200 cm

$T_1= 20$ sg

$T_2= 21$ sg

$T_3= 22$ sg

$T_{\text{Promedio}}= 21$

Puntos de medición

Punto 1	10 cm
Punto 2	13 cm
Punto 3	15 cm
Punto 4	15 cm
Punto 5	10 cm
Punto 6	15 cm
Punto 7	32 cm
Punto 8	35 cm
Punto 9	36 cm
Punto 10	28 cm
Punto 11	13 cm
Punto 12	17 cm
Punto 13	18 cm
Punto 14	15 cm
Punto 15	10 cm
Promedio =	19.53 cm

Área de corte del río (AC)
=Ancho del Río x promedio
profundidad del Río

$$AC = 200 \text{ cm} \times 19.53 \text{ cm} \\ = 3906 \text{ cm}^2$$

Espacio medido del Área de estudio (e) = 15m =1500 cm

$$\text{Velocidad del Caudal } (\vec{V}_Q) = e / T_{\text{promedio}} \\ = 1500 \text{ cm} / 21 \text{ sg} = 71.4 \text{ cm/sg}$$

Caudal (Q)

$Q_R = \text{Área de corte} \times \text{velocidad}$

$$Q_R = 3906 \text{ cm}^2 \times 71.4 \text{ cm/sg} = 278888.4 \text{ cm}^3/\text{sg}$$

$$Q_R = 278888.4 \text{ cm}^3/\text{sg} \times \frac{1L}{1000\text{cm}^3}$$

$$Q_R = 278.88 \text{ L/sg}$$

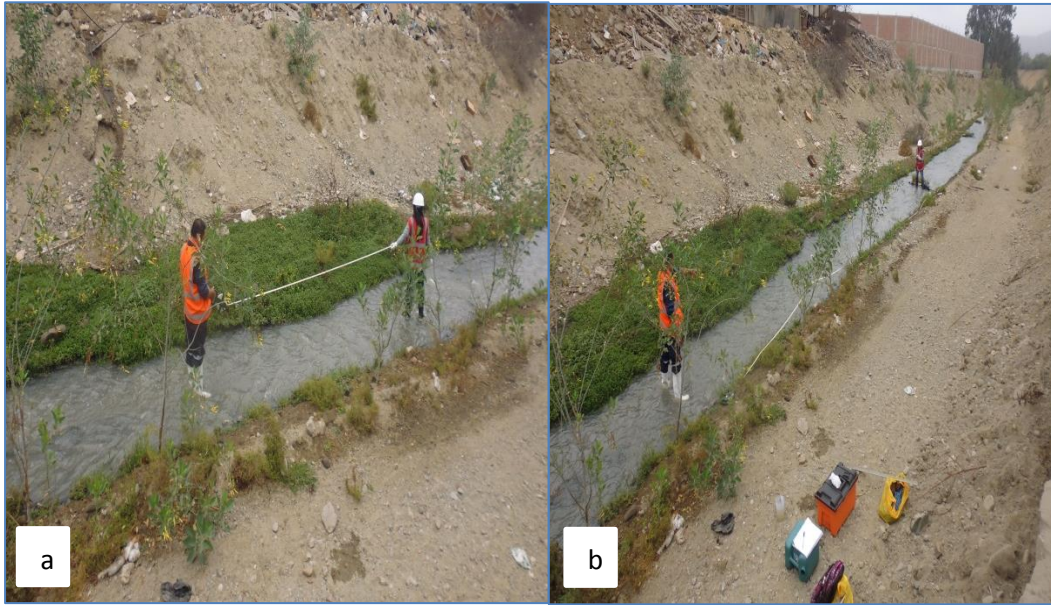


Figura 8(a) Medición del largo de la zona de estudio **(b)**.Espacio medido de la zona de estudio del afluente Huaycoloro



Figuras 9. (a)Medición del caudal del afluente Huaycoloro **(b)** Aplicación del método del frasco flotador

E. Recolección de muestras para el tratamiento: Las muestras para el tratamiento se tomaron en el afluente Huaycoloro – altura puente Los Laureles y 100 m antes de desembocar con el río Rímac, para ello se consiguió una muestra compuesta por 20 litros que fueron recolectadas en una galonera la cual se enjuagó 3 veces con la misma agua del río antes de la recolección, seguidamente se procedió al recojo de la muestra.



Figura 10. (a) Lavado de recipiente para recolecta de muestra (b) Toma de muestra para el tratamiento (c) Zona desembocadura del Huaycoloro a Río Rímac

F. Caracterización inicial de las muestras en laboratorio

Se analizaron parámetros físicos en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería LABICER como: Temperatura, potencial rédox, pH, oxígeno disuelto conductividad eléctrica. Se utilizó el Multiparámetro con agitador magnético marca LABTECH, código-960457373, modelo PL-700ALS. También se analizó la turbidez mediante el turbidímetro modelo: TUB-430, marca EZDO.



Figura 11. Análisis inicial de parámetros físicos en laboratorio

Para determinar el Oxígeno Disuelto se utilizó la siguiente fórmula:

$$OD_{\text{mg/O}_2/\text{L}} = \frac{VT \times N \times 8000 \times VE}{VM \times (VE - 2)} ; \dots \dots \dots (1)$$

Dónde:

Factor 8000

VT= Volumen gastado de tiosulfato

N=Normalidad de tiosulfato

VE=Volumen estándar del Winkler

VM=Volumen de la muestra

Descripción del procedimiento experimental: “Standard Methodos for the examination of the Water and Wastwater” Apha, Awwa.20th, editions. Técnica de Winkler .

Los resultados se pueden apreciar en la tabla N°7.



Figura 12 .Análisis de turbidez

Sólidos disueltos, totales y suspendidos totales: Se llevó a cabo por el método gravimétrico y se utilizó vasos de precipitado de 250ml, los cuales fueron lavados en un inicio con agua potable y al final con agua destilada para ser llevados a secar en una bandeja a la mufla a 105°C por un lapso de 45 minutos. Transcurrido ese tiempo se retiran los vasos de precipitado para ser pesados en la balanza analítica y tomar el peso inicial del vaso.



Figura 13. Análisis de sólidos totales del agua del afluyente Huaycoloro

Se utilizó la siguiente fórmula para determinar los sólidos totales

$$ST_{\text{mg/L}} = \frac{(A-B)1000}{V} \dots\dots\dots (2)$$

$A = V_{mA}; B = V_{mB}$

Dónde:

V_{mA} : Peso del vaso + muestra sólida

V_{mB} : Peso del vaso sin muestra sólida a 105° C

V: Volumen de la muestra en ml

Los resultados se pueden observar en la tabla N°9.

Sólidos sedimentables: En la toma de muestras se logró identificar que el agua del afluyente Huaycoloro contenía sólidos decantables y se decidió caracterizarla a través de un filtro a una temperatura máxima de 85°C y un periodo aproximado de 3 horas para no perturbar el resto de las muestras, en laboratorio se analizó mediante el Método del Cono de Imhoff, correspondiente a la norma DIN 12672 de Alemania.



Figura 14. Análisis de Sólidos Sedimentables con Método del cono de Imhoff

Análisis DQO: Se realizó con el Método del dicromato para ejercer un poder oxidante sobre las sustancias orgánicas e inorgánicas. Se utilizó materiales como: Pipeta volumétrica clase A, tubos de ensayo con tapa rosca, termo reactor, bureta volumétrica de 50 ml, matraz Erlenmeyer de 5 ml, agitador magnético. El procedimiento fue el siguiente: Se toma 3ml de muestra y se vierte al tubo de ensayo y se adiciona 3ml de agua destilada, luego añadir 3ml del reactivo dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) con una normalidad de 0.5 estandarizado, después agregar otros 3ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) –reacción exotérmica, se coloca la muestra en el reactor por 2 horas, se enfría y finalmente se titula.

Se determinó la DQO mediante la siguiente fórmula:

$$DQO_{mg/O_2/L} = \frac{(VB - VSFA) \times NSFA \times 8000}{VM(ml)} ; \text{ donde } \dots \dots \dots (3)$$

VB=Volumen gastado en el blanco en (ml)

VSFA= Volumen gastado en la titulación de la muestra

NSFA=Normalidad del sulfato férrico amoniacal

VM= Volumen de la muestra (ml) .Los resultados se observan en la tabla N°10.

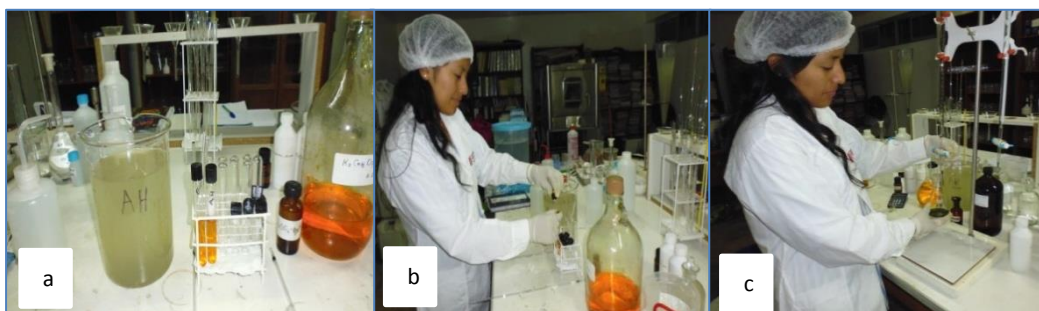


Figura 15. (a)Muestra de agua del afluente Huaycoloro (b) Análisis de DQO en laboratorio(c) Titulación de muestras de DQO

Análisis de DBO₅: Para determinar la cantidad de oxígeno que las bacterias dispenden mientras degradan sustancias orgánicas comprendidas en la muestra de agua. Se realizó con el Método de la Técnica de Winkler. Los materiales: Pipetas volumétricas clase A, frasco Winkler estandarizado, bureta volumétrica de 50 ml, termómetro, agua de disolución ,manta negra ,estufa de incubadora 20°C agitador magnético.

El procedimiento fue el siguiente: Se toma la muestra con el frasco Winkler de acuerdo al porcentaje de disolución que resultó la DQO, se añade agua de disolución, se tapa con una cápsula negra por 5 días. Tomar en cuenta que se realiza también la OD inicial del DBO₅ se evalúa por 5 días.

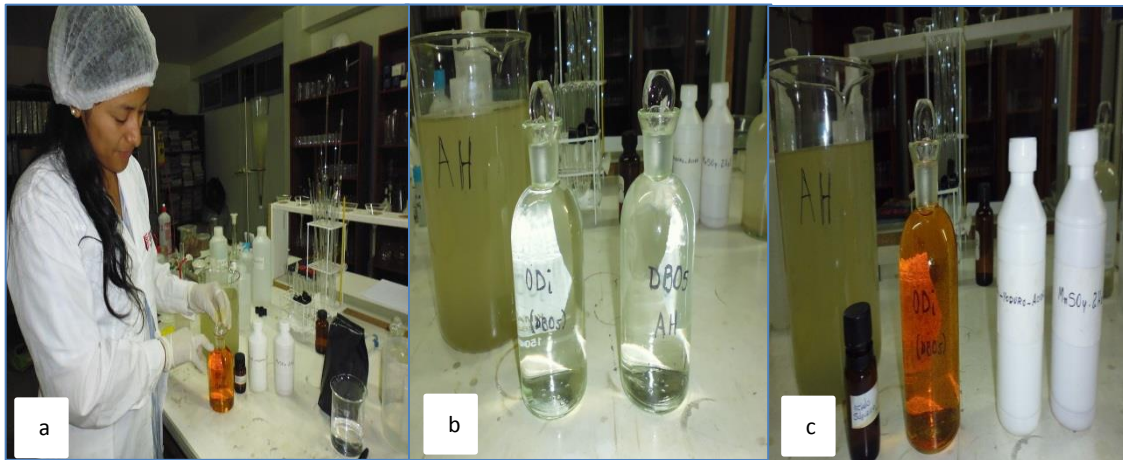


Figura 16. (a)Método de Winkler (b) y (c) Análisis de OD para DQO₅ en laboratorio

Se utilizó la siguiente fórmula para su determinación:

$$OD_{mg/O_2/L} = \frac{VM \times N \times 8000 \times VE}{Vmuestra \times (Vol\ winkler - 2)} ; \dots \dots \dots (4)$$

Factor 8000

VB=Volumen gastado del tiosulfato (ml)

N=Normalidad del tiosulfato

VE=Volumen estándar del Winkler

VM= Volumen de la muestra (ml) .Los resultados se observan en la tabla N°11.

Fase 3. Tratamiento con arcillas orgánicamente modificadas:

- **Clasificación Granulométrica :** Se realizó la clasificación granulométrica de la arcilla –Bentonita con un aproximado de 30 kg para poder obtener los tamaños necesarios para utilizar en el proceso del tratamiento del agua del afluyente Huaycoloro ,siendo estas las siguientes medidas :
 - Malla N°6 ~ 3.350 mm
 - Malla N °10~ 2.00 mm
 - Malla de ½ " ~ 12.5 mm
 - Malla de 1"~ 25.4 mm



Figura 17. Arcilla bentonita -30 kg para el tratamiento de agua del rio Huaycoloro

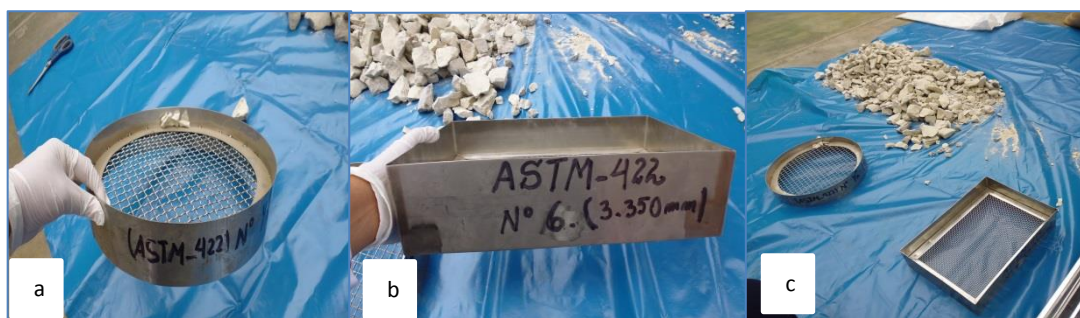


Figura 18. (a), (b) y (c) Mallas utilizadas para la distribución granulométrica



Figura 19. (a), (b) y (c) Procedimiento de clasificación de arcilla utilizando la granulometría

- **Diseño del filtro para el tratamiento de agua del afluente Huaycoloro**

Materiales

- 1 balde de 20 L y 15 L
- 1 tubo de desagüe de 6" (1metro)
- 2 caños de 1/2" p/agua
- 1 manguera de silicona de 5/4 " (2 metros)
- Pegamento p/tubo
- 3 teflones
- 6 adaptadores de PVC de 1/2" p/agua
- 3 uniones de 1/2" c/rosca
- 5 llaves de paso de 1/2"
- 6 niples de PVC de 2" largo de 1/2" p/agua
- 4 tapas de desagüe de 6 "
- 4 adaptador macho PVC

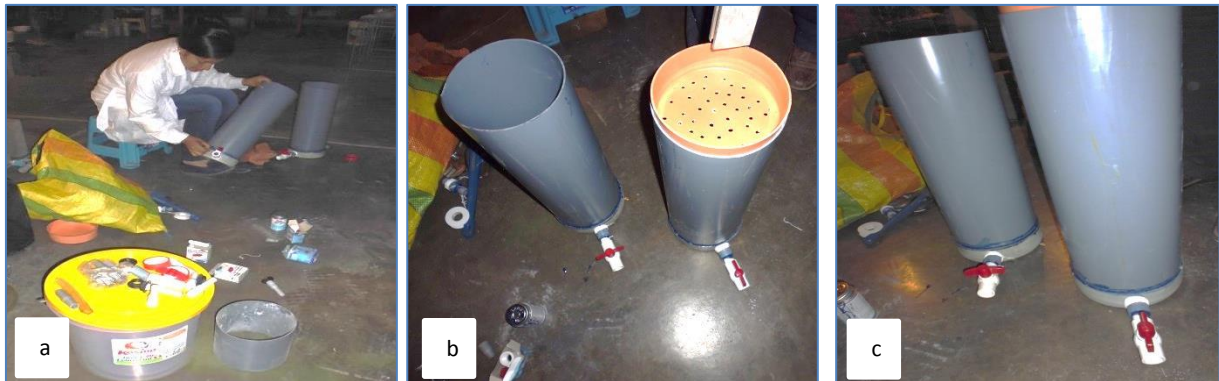


Figura 20. (a), (b) y (c) Elaboración del filtro para el tratamiento de reducción del arsénico



Figura 21. Filtro construido para el tratamiento de aguas del afluente Huaycoloro

Durante el tratamiento se llevó acabo el siguiente procedimiento:

- Se adicionó al primer filtro 6.500 kg de arcilla bentonita de la malla N°6, 3kg de la malla de 1" y 3 kg de la malla de 1/2".



Figura 22. Primer filtro con contenido de arcilla-bentonita

- Se adicionó al segundo filtro 2 kg de 1 kg de arcilla de la malla de 1" arcilla bentonita de la malla de 1/2" y finalmente 0.605 kg correspondiente a la malla N°10 (2 mm).
- En el balde de 20 L que representa el balde primario se agregó un total de 20 L del agua del afluente Huaycoloro, destinada para su tratamiento en la reducción del arsénico, ello significa que se utilizó esta cantidad para que sea una muestra representativa.
- Por medio del primer balde de 20 L y el caño de 1/2" se dejó abierto para trasladar el agua hacia el primer filtro, este captaba el agua residual proveniente de la contaminación, es así que debido al contenido de arcilla y su capacidad para adsorber metales pesados se logró retener la parte metálica de los componentes del agua, el filtro estaba debidamente aireado, ello para que pueda existir un contacto entre el aire y el agua y lograr la purificación del agua.
- El segundo filtro recibió el agua con menos contaminación debido a la presencia de arcilla bentonita, en esta etapa secundaria el agua está lista para poder ser analizada y donde los diversos sólidos presentes en el agua se puedan disminuir para llevar a cabo el estudio de los parámetros fisicoquímicos de la misma a fin de obtener la reducción del arsénico. Finalmente toda el agua captada de ambos filtros es almacenada en un balde, para su posterior análisis mediante el método de la prueba de jarras en laboratorio.



Figura 23. Tratamiento del agua del afluente Huaycoloro con arcilla-bentonita

- En general del tratamiento de las aguas del afluente Huaycoloro a través del diseño de los filtros se utilizó 18 L de agua divididos en tres tratamientos para el análisis en laboratorio, es decir 6 L por cada tratamiento.
- **Preparación del floculante**
Se utilizó como floculante del tratamiento a la penca de la tuna, para su eficiencia en el proceso de clarificación del agua, remoción de turbidez y apariencia física



Figura 24. Floculante *Opuntia Ficus-Indica*

- Se lavó la hoja de tuna
- Se cortó en trozos pequeños
- Se recortó por el centro de la hoja de la tuna
- Se extrajo con una cuchara todo el mucilago de la penca de la tuna

- Se trabajó con 3 vasos de precipitado de 150 ml para medir las concentraciones y pesos del floculante a utilizar en cada tratamiento.
- Las concentraciones y pesos fueron los siguientes: 0.5 % - 6 gr ,0.25% - 3gr y 0.10 % - 1.2 gr respectivamente.

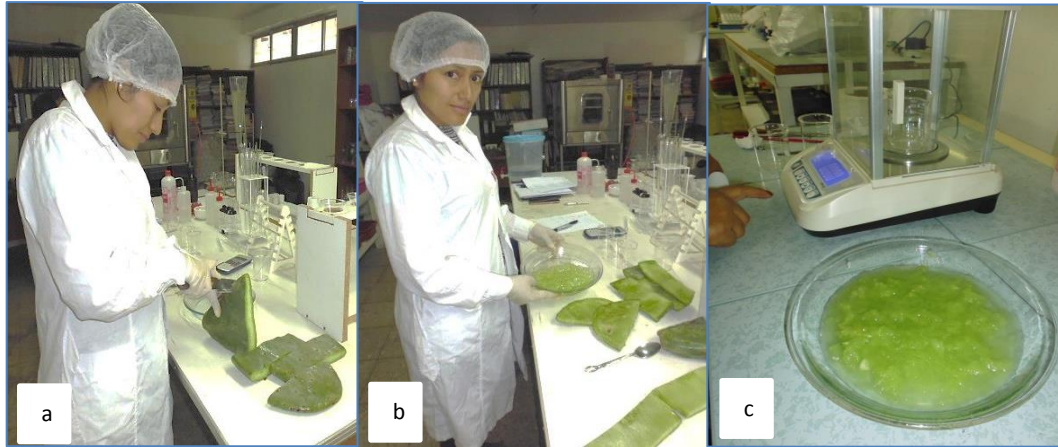


Figura 25. (a), (b) y (c) Preparación del floculante *mucilago* de hoja de tuna

- **Determinación de la dosis óptima de pH**

Se realizó un ensayo previo para determinar la dosis óptima de pH en función de la turbidez (Ver tabla N°10) mediante el turbidímetro Ezodo, para su posterior análisis en el método de la prueba de jarras, para ello se usó 6 vasos de 500 ml los cuales contenían 300 ml cada uno de agua del afluyente Huaycoloro a un pH que oscilaba de cada vaso en 2,4,6,8,10 y 12 ; resultando así una turbiedad eficiente de 29.4 NTU para un pH de 12 ,significando de esta manera con la contribución de la desaparición de la parte microbiológica del agua como eliminación de bacterias ,etc.

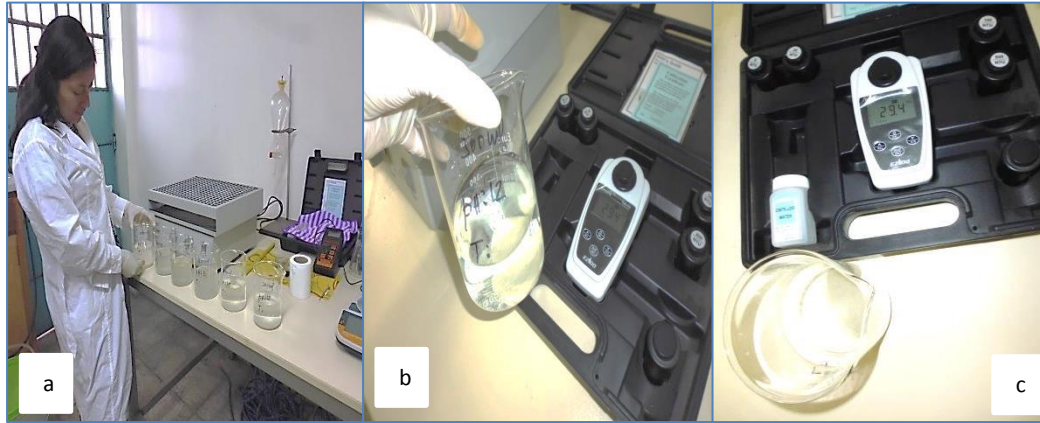


Figura 26. (a),(b) y (c) Análisis del pH óptimo, en relación a la turbidez

- **Procedimiento del método de prueba de jarras para el tratamiento**

Se realizó el test de pruebas de jarras en el equipo de marca EUROTECH para poder determinar el desempeño del floculante mucilago de la penca de la tuna, obtener la clarificación del agua y hallar la dosis conveniente para poder llevar a cabo un tratamiento final eficaz en cuanto a la recuperación de la calidad del agua obtenida mediante la modificación de diversas variables tales como: velocidad, tiempo de agitación y dosis; por ende lograr la reducción del metal pesado arsénico y parámetros fisicoquímicos .



Figura 27. (a),(b) y (c) Prueba del test de jarras para el tratamiento de reducción de As

- **Primer tratamiento:** Se empleó 3 vasos de precipitado de 2000 ml con una muestra de agua de 1200 ml cada una y el pH 12 analizado en la prueba de turbidez. Inicialmente se realizó la prueba de jarras a 500 RPM en un periodo de 10 minutos, seguidamente a 300 RPM igual que el tiempo anterior. Después al transcurrir 5

minutos se adicionó el floculante a las tres jarras y se aumentó la velocidad a 400 RPM para ocasionar que el floculante se disgregue y se homogenice por un lapso de 2 minutos y finalmente se a una velocidad de 100 RPM con 2 minutos.

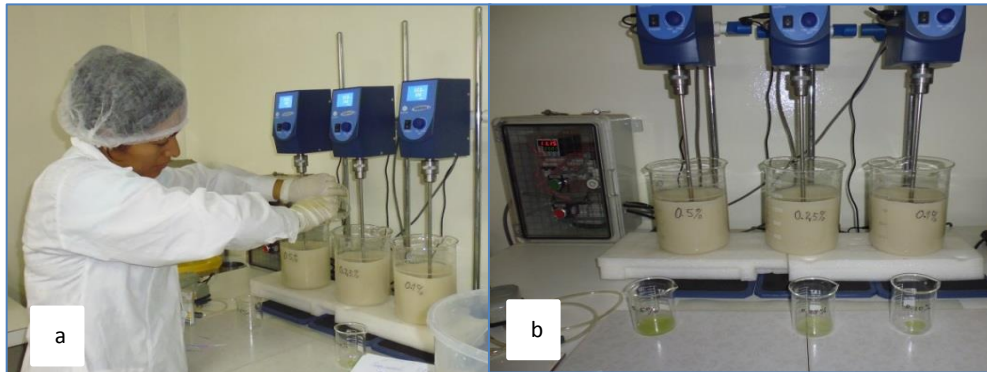


Figura 28. (a) Adición del floculante mucilago (b) Primer tratamiento con el test de jarras

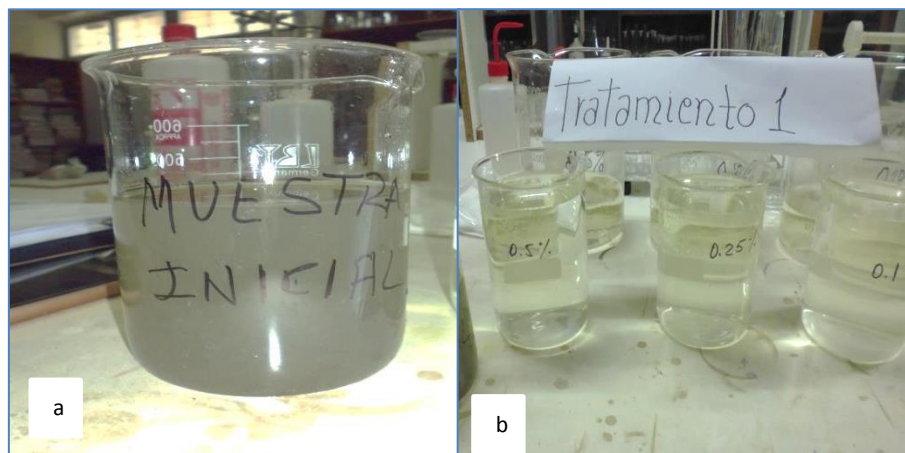


Figura 29. (a) y (b) Comparación entre muestra inicial y primer tratamiento

- **Segundo tratamiento:** Se procedió a pesar el mucilago de la hoja de la tuna con los mismos pesos del primer tratamiento, luego se realizó la prueba de jarras con un tiempo de oxidación para las muestras de 10 minutos a 500 RPM para las concentraciones de 0.1%, 0.25% y 0.55 con vasos de precipitado de 1200 ml, se procedió a bajar a 100 RPM en 2 minutos.



Figura 30. (a) y (b) Segundo tratamiento con prueba de jarras y mucilago de tuna

- **Tercer tratamiento** : Se realizó el mismo procedimiento que el tratamiento anterior referente al peso del mucilago de la hoja de tuna ,la prueba de jarras se realizó a 500 RPM por 10 minutos, seguido 300 RPM a 3 minutos y finalmente 100 RPM a 2 minutos .



Figura 31. Prueba de jarras para el tercer tratamiento

- **Tratamiento final** : Para realizar el tratamiento piloto de recuperación de las aguas, se utilizaron 20 L de agua del afluente Huaycoloro en el primer filtro y se usaron los siguientes equipos: Agitador con tiempo, compresora marca Galeazzi de 2.5 HP air compressor tank, se usó 6 kilos de arcilla bentonita que fueron adicionadas en los filtros ,se llevó a cabo con 500 RPM en un periodo de 20 minutos de agitación en el segundo filtro que se le añadió el floculante de la hoja de la tuna para el proceso de floculación ,acondicionamiento de pH y proceso de oxidación.



Figura 32. Proceso de recuperación del agua del afluente Huaycoloro



Figura 33. Tratamiento final con Arcillas modificadas

Seguidamente se procedió a recoger las muestras finales en 4 vasos de precipitado de 250 ml cada uno, para obtener el recojo de las muestras de agua se hizo entre un lapso de 5 minutos por vaso para observar el cambio en el tratamiento de recuperación de las aguas del afluente Huaycoloro y por ende la reducción del Arsénico(As).

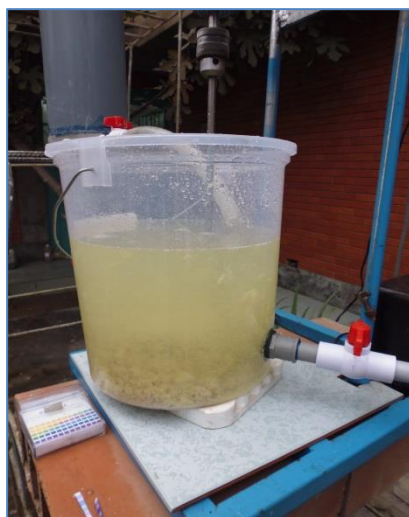
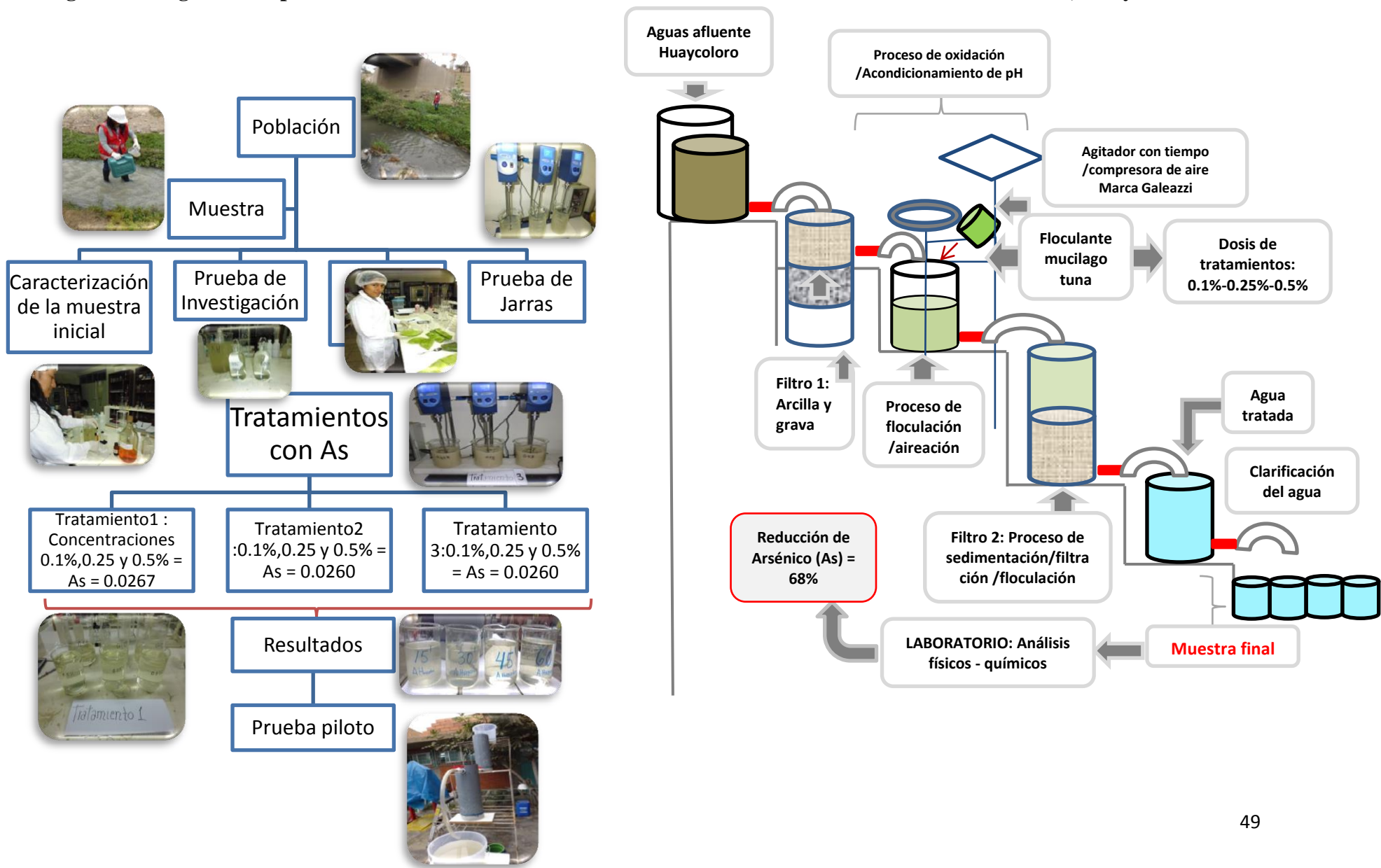


Figura 34. Proceso de floculación del tratamiento final con Arcillas modificadas



Figura 35. Resultado final del agua recuperada del Afluente Huaycoloro

Figura 36. Diagrama del procedimiento de reducción de As con tratamiento de arcillas modificadas afluente, Huaycoloro.



Validez y confiabilidad

La validación y confiabilidad del instrumento de esta investigación, se realizó por medio de 03 especialistas que fueron encargados de revisar los instrumentos Ver anexos (1, 2, 3,4 y 5) y asignarles puntajes de valoración. Los expertos fueron los siguientes:

- Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores -----90 % Validación
- Ing. Carlos Francisco Cabrera Carranza---85% Validación
- Juan Alberto Peralta Medina -----90 % Validación

Promedio de Validación: 83.3 %

2.5 Métodos de análisis de datos

El método que se empleó para llevar acabo el análisis de datos en esta investigación fue mediante el programa SPSS versión 24.0, 2019 y programa el uso de Microsoft Excel 2016.

2.6 Aspectos éticos

- Se asume esta investigación con mucha responsabilidad, cumpliendo lo estipulado en el CODIGO DE ETICA en Investigación de la Universidad César Vallejo, esta investigación por ser de tipo experimental justificará la capacidad de reducción del arsénico mediante arcillas modificadas a través de etapas logrando que los resultados obtenidos puedan ser difundidos hacia las personas para que pueda ser usado como antecedente o medio informativo, puesto que la información que contiene es fidedigna y no presenta alteración o adulteración ,buscando de esa manera el bienestar y la preservación del medio ambiente.
- Durante la investigación se ha tomado precaución y prevención hacia la zona de muestreo y evitar que se produzcan daños.
- Se han citado correctamente las fuentes de consulta, acatando debidamente los derechos de autor.
- A su vez la validación de datos en cuanto a metodología fue corroborada por los expertos y toda la averiguación que se ejecutó fue de ramas de la ciencia ya existentes, para su consiguiente aporte y aprovechamiento en esta investigación.

- Como todo investigador para demostrar que NO se está incurriendo en delitos de plagio, se pasó por el Programa de Evaluación de Trabajos de Investigación- TURNITIN y se determinó una coincidencia de **15%** en relación a otras fuentes.

III. RESULTADOS

3.1 Resultados de análisis preliminar del afluente Huaycoloro

Para determinar que el agua del afluente Huaycoloro contenía Arsénico, se realizó un muestreo previo y se llevaron a analizar las alícuotas al Laboratorio de Espectrometría de la UNI, este elemento fue determinado mediante el método EPA-350 técnica Espectrofotometría de Adsorción Atómica.

Tabla N°5: Resultados de análisis preliminar de presencia de As en Huaycoloro

METALES TOTALES	SIMBOLO	LDM	M-01 Agua Huaycoloro
Arsénico	As	0.001	0.081

Fuente: Reporte de análisis de laboratorio de Espectrometría –UNI

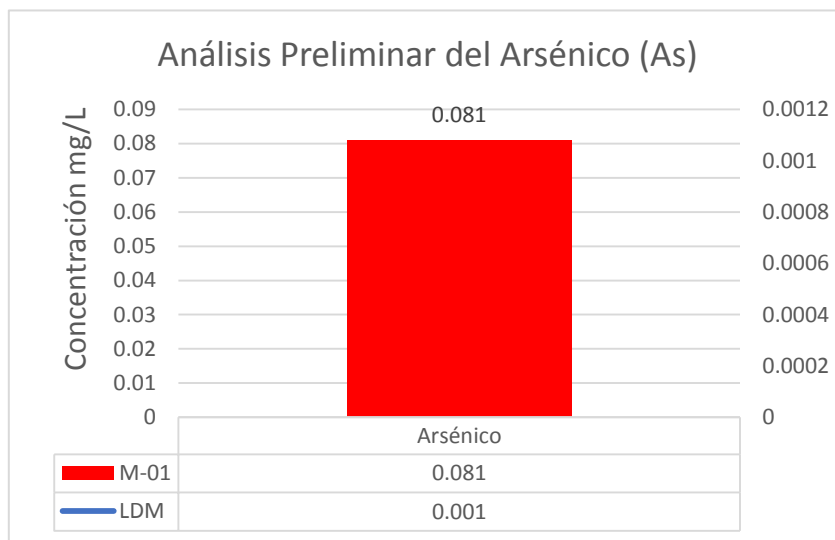


Figura 37: Resultados de análisis preliminar As

Interpretación: Como podemos observar en la figura 37, el elemento As sobrepasa el Límite de Detección del Método donde se evidencia que el Arsénico supera el Límite de Detección del Método con una concentración de 0.081 mg/L, con respecto al Límite de detección por parte del laboratorio competente para la realización de los análisis.

Asimismo se realizó la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA's) para agua, siendo el objetivo de interés la categoría 1, obteniendo el siguiente resultado:

Tabla N°6: Categoría 01 Poblacional y Recreacional

CATEGORIA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL					
METALES TOTALES	SIMBOLO	A1: Potabilizadas con desinfección	A2: Potabilizadas con Tratamiento convencional	A3: Tratamiento avanzado	M-01 Huaycoloro
Arsénico	As	0.01	0.01	0.15	0.081

Fuente: Elaboración propia, 2019

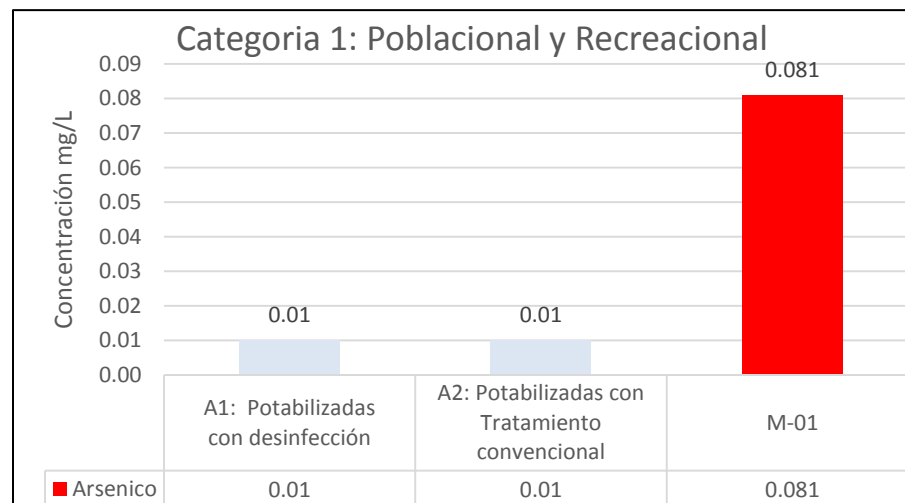


Figura 38: Resultado comparación de ECA's Categoría 1

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: Como podemos observar en la figura 38 se realizó una comparación entre el análisis preliminar de As del afluyente Huaycoloro sin tratamiento en donde se

superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA's) en la categoría 01 para aguas potabilizadas con desinfección y potabilizadas con tratamiento convencional.

3.2 Resultados de los parámetros medidos in situ

Tabla 7. Valores de los parámetros in situ de la muestra inicial

Parámetros	Resultados iniciales	Unidad de medida
pH	8.17	Unidad de pH
Temperatura	23.7	°C
Conductividad eléctrica	2.02	μS/cm
Potencial Rédox	-48	mv
Oxígeno disuelto	1.98	mg/L

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: En la tabla 7 se detalla los resultados de los parámetros medidos in situ de la muestra inicial ,la cual se tomó en el afluente Huaycoloro – altura puente Los Laureles – distrito Lurigancho.

3.3 Resultados de la caracterización inicial de agua del afluente Huaycoloro

Tabla 8. Resultados de los parámetros físicos del afluente Huaycoloro

Código	T°C	Eh mv	Cond.E μS/cm	Turbidez NTU
*AH	21.1°	-125.7	2.08	143

Fuente: Elaboración propia, 2019

*AH: muestra Huaycoloro

Interpretación: Como podemos observar en la tabla 8 se especifica los resultados obtenidos de los parámetros físicos analizados en la caracterización inicial de la muestra obtenida del Afluente Huaycoloro.

Tabla 9. Resultados de los parámetros químicos del afluente Huaycoloro

pH ácido/base	7.80			
Oxígeno disuelto OD	1.54mg/L			
Oxígeno O ₂	32%			
Código AH	Peso de vaso s/muestra a 105°C	Volumen de muestra	Peso del vas + muestra 105°C	Resultado final mg/L
Sólidos Totales(ST)	99.206	100 ml	99.495	2.89
Sólidos Disueltos(SD)	97.479	100 ml	97.665	2.16
Sólidos Suspendidos Totales(SST)	ST 2.89	SD 2.16	ST ST-SD	0.73
Sólidos sedimentables	Volumen	Tiempo	Concentración mg/L	
	1000 ml	T.Inicial - 5:47 pm T.Final- 9:00 pm	4.5 mg/L	

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 10. Resultados de DQO

Código	Vol.gastado en el blanco (ml)	Vol.gastado de la titulación de la muestra	Normalidad	Vol.de la muestra	DQO mgO ₂ /L
AH	3.6 ml	2.3 ml	0.2016	3ml	698.88

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 11. Resultados de la OD DBO₅

Código AH	Vol.gastado del tiosulfato(vt)	Normalidad del tiosulfato(N)	Vol. Estándar del Winkler(VE)	Volumen de la muestra(VM)	OD mgO ₂ /L
OD inicial	3.7 ml	0.02155	300 ml	100 ml	6.42 mg/L
OD final	2.2 ml	0.02155	300 ml	100 ml	3.818

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 12. Resultados de la DBO₅

Código	Oxígeno	Oxígeno	% disolución
--------	---------	---------	--------------

	disuelto inicial	disuelto final x 5 días		DBO mgO ₂ /L
AH	6.42	3.818	1%	260.2

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: En las tablas 8, 9,10, 11 y 12 se observan los resultados de los parámetros químicos analizados en la caracterización inicial al agua del afluente Huaycoloro a través de las siguientes técnicas:

- Método físico del agua: Técnica gravimétrica
- Standard Methods for examination of wáter:Tecnica Winkler
- Potenciométrico:Tecnica multiparámetro
- Método DIN 12672:Tecnica Cono Imhoff

A continuación se describe los resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados a la arcilla bentonita modificada

Tabla 13 .Parámetros fisicoquímicos de la Bentonita Modificada

Código	T°C	pH ácido/base	CE μS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
AH-Inicial	20	6.77	1492	29	80

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: En la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos luego de analizar los parámetros físicos y químicos a la arcilla bentonita tales como la temperatura, pH ,conductividad eléctrica potencial rédox y turbidez.

3.4. Resultados de tratamiento

3.4.1. Resultados de la dosis óptima de pH

En la tabla 14: Se muestra los resultados del análisis realizado para medir la dosis óptima de pH utilizado para el tratamiento en función a la turbidez.

$$Q_{\text{INICIAL}} = 1\text{L}/45 \text{ sg}$$

$$Q_{\text{SALIDA}} = 1\text{L}/30 \text{ sg}$$

Tabla 14. Resultados de la dosis óptima de pH en relación a la turbidez

Muestras vaso precipitado	pH : 7.5	Turbidez
1	2 Hcl	102.2 NTU
2	4 Hcl	85 NTU
3	6 Hcl	105.9 NTU
4	8 CaO	225 NTU
5	10 CaO	40.6 NTU
6	12 CaO	29.4 NTU (OPTIMO)

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: En la tabla 14 se observa los resultados obtenidos al realizar el análisis de la dosis óptima de pH en relación a la turbidez, resultando 29.4 óptimo para realizar la prueba de jarras a los tres tratamientos del agua del afluyente Huaycoloro con la mencionada dosis

3.4.2 Resultados de los tres tratamientos con arcilla bentonita/mucílago hoja de tuna

Tabla 15. Resultados del primer tratamiento

Concentración	T°C	pH ácido/base	CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eh mv	Turbidez NTU
0.5%	20	12.57	3200	-243	27.4
0.25%	20	12.59	3320	-263	26.98
0.1%	20	12.79	4700	-309	26.01
Dosis primer tratamiento arcilla bentonita/mucilago hoja de tuna					
Concentración	Volumen de la muestra	Dosis floculante mucilago hoja de tuna	Peso de la dosis	% de acuerdo al vol. muestra	Altura del sólido
0.5%	1200 ml	0.005	6 gr	0.50%	1 cm
0.25%	1200 ml	0.0025	3 gr	0.25%	0.8 cm
0.1%	1200 ml	0.0010	1.2 gr	0.10%	0.6 cm
Tiempo de oxidación y acondicionamiento de pH					
Concentración	Tiempo de oxidación /aire	Tiempo de floculación	RPM oxidación/pH	RPM en floculación	

0.5%	10 min/25psi	5 min	500 rpm	100 rpm	
0.25%	10 min/25psi	5 min	500 rpm	100 rpm	
0.1%	10 min/25psi	5 min	500 rpm	100 rpm	
Sólidos Totales					
Concentración	Volumen de la muestra	Peso vaso seco 105°C	Peso vaso +muestra seca 105°C	Resultado ST mg/L	
0.5%	100 ml	98.323	98.434	1.11	
0.25%	100 ml	100.774	100.893	1.19	
0.1%	100 ml	100.925	101.030	1.05	
Sólidos Disueltos					
Concentración	Volumen de la muestra	Peso vaso seco 105°C	Peso vaso +muestra seca 105°C	Resultado SD mg/L	
0.5%	100 ml	99.226	99.326	1.00	
0.25%	100 ml	98.156	98.259	1.03	
0.1%	100 ml	98.858	98.949	0.91	
Sólidos Suspendidos Totales					
Concentración	Volumen de la muestra	Sólidos Totales	Sólidos Disueltos	Resultado SST mg/L	
0.5%	100 ml	1.11	1.00	0.11	
0.25%	100 ml	1.19	1.03	0.16	
0.1%	100 ml	1.05	0.91	0.14	
Oxígeno Disuelto					
Concentración	Vol.del winkler	Vol.de la muestra	Vol.tiosulfato gastado	Normalidad del tiosulfato	OD mg/o ₂ L
0.5%	300 ml	100 ml	2.60	0.01953	4.09
0.25%	300 ml	100 ml	2.70	0.01953	4.24
0.1%	300 ml	100 ml	2.75	0.01953	4.33
Demanda Química de Oxígeno – DQO					
Concentración	Vol.de la muestra	Vol.gastado en el blanco SFA	Vol.gastado en la muestra SFA	Normalidad del SFA	DQO mg/o ₂ L
0.5%	3 ml	3.9 ml	3.65	0.2016	134.40
0.25%	3 ml	3.9 ml	3.70	0.2016	107.52
0.1%	3 ml	3.9 ml	3.75	0.2016	80.64
Sólidos Sedimentables: Técnica Cono Imhoff-DIN 12672					
Concentración	Vol.de la muestra	T°C	Tiempo de sedimentación	Conc.Sólidos	
0.5%	1000 ml	20	8 horas	0.8 mg/L	
0.25%	1000 ml	20	8 horas	0.6mg/L	
0.1%	1000 ml	20	8 horas	0.4 mg/L	
DBO – Oxígeno Disuelto Inicial del DQO₅					
	Vol.del	Vol.de la	Vol.tiosulfato	Normalidad	OD mg/o ₂ L

Concentración	winkler	muestra	gastado	del tiosulfato	
0.5%	300 ml	100 ml	3.25ml	0.01953	5.11
0.25%	300 ml	100 ml	3.35 ml	0.01953	5.27
0.1%	300 ml	100 ml	3.50 ml	0.01953	5.50
Oxígeno Disuelto final del DQO ₅ x 5 días					
Concentración	Vol.del winkler	Vol.de la muestra	Vol.tiosulfato gastado	Normalidad del tiosulfato	OD mg/o ₂ L
0.5%	300 ml	100 ml	0.1 ml	0.01953	0.16
0.25%	300 ml	100 ml	0.8 ml	0.01953	1.16
0.1%	300 ml	100 ml	1.8 ml	0.01953	2.83
DQO ₅ primer tratamiento					
Concentración	OD mg/o ₂ L Inicial	OD mg/o ₂ L Final x 5 días	% de Disolución	DQO ₅ mg/o ₂ L	
0.5%	5.11	0.16	5%	99	
0.25%	5.27	1.26	5%	80.2	
0.1%	5.50	2.83	5%	53.4	

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: En la tabla 15 se puede observar los resultados de los análisis realizados para el primer tratamiento con la arcilla bentonita y mucilago de la hoja de tuna en la muestra de las aguas del afluente Huaycoloro, distrito de Lurigancho.

Tabla 16.Resultados del segundo tratamiento

Concentración	T°C	pH ácido/base	CE μS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
0.5%	20	12.36	3310	-219	27.28
0.25%	20	12.72	3360	-220	26.09
0.1%	20	11.93	3390	-218	25.00
Dosis segundo tratamiento arcilla bentonita/mucilago hoja de tuna					
Concentración	Volumen de la muestra	Dosis floculante mucilago hoja de tuna	Peso de la dosis	% de acuerdo al vol. muestra	Altura del sólido
0.5%	1200 ml	0.005	6 gr	0.50%	1.01cm
0.25%	1200 ml	0.0025	3 gr	0.25%	0.75 cm
0.1%	1200 ml	0.0010	1.2 gr	0.10%	0.7 cm
Tiempo de oxidación y acondicionamiento de pH					
Concentración	Tiempo de oxidación /aire	Tiempo de floculación	RPM oxidación/pH	RPM en floculación	
0.5%	10 min/25psi	5 min	500 rpm	100 rpm	

0.25%	10 min/25psi	5 min	500 rpm	100 rpm	
0.1%	10 min/25psi	5 min	500 rpm	100 rpm	
Solidos Totales					
Concentración	Volumen de la muestra	Peso vaso seco 105°C	Peso vaso +muestra seca 105°C	Resultado ST mg/L	
0.5%	100 ml	96.273	96.391	1.18	
0.25%	100 ml	103.748	103.864	1.16	
0.1%	100 ml	105.876	105.978	1.02	
Solidos Disueltos					
Concentración	Volumen de la muestra	Peso vaso seco 105°C	Peso vaso +muestra seca 105°C	Resultado SD mg/L	
0.5%	100 ml	98.907	99.012	1.05	
0.25%	100 ml	100.462	100.569	1.07	
0.1%	100 ml	102.870	102.970	1.00	
Sólidos Suspendidos Totales					
Concentración	Volumen de la muestra	Solidos Totales	Solidos Disueltos	Resultado SST mg/L	
0.5%	100 ml	1.18	1.05	0.13	
0.25%	100 ml	1.16	1.07	0.09	
0.1%	100 ml	1.02	1.00	0.02	
Oxígeno Disuelto					
Concentración	Vol.del winkler	Vol.de la muestra	Vol.tiosulfato gastado	Normalidad del tiosulfato	OD mg/o ₂ /L
0.5%	300 ml	100 ml	2.75	0.01953	4.32
0.25%	300 ml	100 ml	2.85	0.01953	4.48
0.1%	300 ml	100 ml	3.35	0.01953	5.26
Demanda Química de Oxígeno – DQO					
Concentración	Vol.de la muestra	Vol.gastado en el blanco SFA	Vol.gastado en la muestra SFA	Normalidad del SFA	DQO mg/o ₂ /L
0.5%	3 ml	3.9 ml	3.60	0.2016	161.28
0.25%	3 ml	3.9 ml	3.75	0.2016	80.64
0.1%	3 ml	3.9 ml	3.80	0.2016	53.76
Solidos Sedimentables: Técnica Cono Imhoff-DIN 12672					
Concentración	Vol.de la muestra	T°C	Tiempo de sedimentación	Conc.Sólidos	
0.5%	1000 ml	20	8 horas	0.4 mg/L	
0.25%	1000 ml	20	8 horas	0.3 mg/L	
0.1%	1000 ml	20	8 horas	0.5 mg/L	
DBO – Oxígeno Disuelto Inicial del DQO₅					
Concentración	Vol.del winkler	Vol.de la muestra	Vol.tiosulfato gastado	Normalidad del tiosulfato	OD mg/o ₂ /L

0.5%	300 ml	100 ml	3.80 ml	0.01953	5.97
0.25%	300 ml	100 ml	3.60 ml	0.01953	5.66
0.1%	300 ml	100 ml	4.1ml	0.01953	6.45
Oxígeno Disuelto final del DQO ₅ x 5 días					
Concentración	Vol.del winkler	Vol.de la muestra	Vol.tiosulfato gastado	Normalidad del tiosulfato	OD mg/o ₂ L
0.5%	300 ml	100 ml	0.90 ml	0.01953	1.42
0.25%	300 ml	100 ml	1.00 ml	0.01953	1.59
0.1%	300 ml	100 ml	1.00 ml	0.01953	2.90
DQO ₅ segundo tratamiento					
Concentración	OD mg/o ₂ L Inicial	OD mg/o ₂ L Final x 5 días	% de Disolución	DQO ₅ mg/o ₂ L	
0.5%	5.97	1.42	5%	91.4	
0.25%	5.66	1.57	5%	81.0	
0.1%	6.45	2.90	5%	61.4	

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: En la tabla 16 se puede observar los resultados de los análisis realizados para el segundo tratamiento con la arcilla bentonita y mucilago de la hoja de tuna en la muestra de las aguas del afluente Huaycoloro, distrito de Lurigancho.

Tabla 17. Resultados del tercer tratamiento

Concentración	T°C	pH ácido/base	CE μS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
0.5%	19.5	12.63	3480	-238	26.99
0.25%	19.5	12.59	3220	-242	26.01
0.1%	19.5	11.53	3050	-237	25.05
Dosis primer tratamiento arcilla bentonita/mucilago hoja de tuna					
Concentración	Volumen de la muestra	Dosis floculante mucilago hoja de tuna	Peso de la dosis	% de acuerdo al vol. muestra	Altura del sólido
0.5%	1200 ml	0.005	6 gr	0.50%	1.08cm
0.25%	1200 ml	0.0025	3 gr	0.25%	0.85 cm
0.1%	1200 ml	0.0010	1.2 gr	0.10%	0.75 cm
Tiempo de oxidación y acondicionamiento de pH					
Concentración	Tiempo de oxidación /aire	Tiempo de floculación	RPM oxidación/pH	RPM en floculación	

0.5%	10 min/25psi	5 min	500 rpm	100 rpm	
0.25%	10 min/25psi	5 min	500 rpm	100 rpm	
0.1%	10 min/25psi	5 min	500 rpm	100 rpm	
Sólidos Totales					
Concentración	Volumen de la muestra	Peso vaso seco 105°C	Peso vaso +muestra seca 105°C	Resultado ST mg/L	
0.5%	100 ml	100.722	100.845	1.23	
0.25%	100 ml	103.988	104.113	1.25	
0.1%	100 ml	102.094	102.208	1.14	
Sólidos Disueltos					
Concentración	Volumen de la muestra	Peso vaso seco 105°C	Peso vaso +muestra seca 105°C	Resultado SD mg/L	
0.5%	100 ml	96.810	97.925	1.15	
0.25%	100 ml	102.780	102.891	1.11	
0.1%	100 ml	97.358	97.470	1.12	
Sólidos Suspendidos Totales					
Concentración	Volumen de la muestra	Sólidos Totales	Sólidos Disueltos	Resultado SST mg/L	
0.5%	100 ml	1.23	1.15	0.08	
0.25%	100 ml	1.25	1.01	0.14	
0.1%	100 ml	1.14	1.12	0.02	
Oxígeno Disuelto					
Concentración	Vol.del winkler	Vol.de la muestra	Vol.tiosulfato gastado	Normalidad del tiosulfato	OD mg/o ₂ L
0.5%	300 ml	100 ml	2.85	0.01953	4.48
0.25%	300 ml	100 ml	2.95	0.01953	4.64
0.1%	300 ml	100 ml	3.45	0.01953	5.43
Demanda Química de Oxígeno – DQO					
Concentración	Vol.de la muestra	Vol.gastado en el blanco SFA	Vol.gastado en la muestra SFA	Normalidad del SFA	DQO mg/o ₂ L
0.5%	3 ml	3.9 ml	3.70	0.2016	107.52
0.25%	3 ml	3.9 ml	3.75	0.2016	80.64
0.1%	3 ml	3.9 ml	3.80	0.2016	53.76
Sólidos Sedimentables: Técnica Cono Imhoff-DIN 12672					
Concentración	Vol.de la muestra	T°C	Tiempo de sedimentación	Conc.Sólidos	
0.5%	1000 ml	20	8 horas	0.6 mg/L	
0.25%	1000 ml	20	8 horas	0.4 mg/L	
0.1%	1000 ml	20	8 horas	0.7 mg/L	
DBO – Oxígeno Disuelto Inicial del DQO₅					
	Vol.del	Vol.de la	Vol.tiosulfato	Normalidad	OD mg/o ₂ L

Concentración	winkler	muestra	gastado	del tiosulfato	
0.5%	300 ml	100 ml	3.85 ml	0.01953	6.06
0.25%	300 ml	100 ml	3.75 ml	0.01953	5.89
0.1%	300 ml	100 ml	4.1ml	0.01953	6.52
Oxígeno Disuelto final del DQO ₅ x 5 días					
Concentración	Vol.del winkler	Vol.de la muestra	Vol.tiosulfato gastado	Normalidad del tiosulfato	OD mg/o ₂ L
0.5%	300 ml	100 ml	0.95 ml	0.01953	1.49
0.25%	300 ml	100 ml	1.00 ml	0.01953	1.59
0.1%	300 ml	100 ml	1.65 ml	0.01953	2.60
DQO ₅ tercer tratamiento					
Concentración	OD mg/o ₂ L Inicial	OD mg/o ₂ L Final x 5 días		% de Disolución	DQO ₅ mg/o ₂ L
0.5%	6.06	1.49		5%	91.4
0.25%	5.89	1.59		5%	86.0
0.1%	6.52	2.60		5%	78.4

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: En la tabla 17 se puede observar los resultados de los análisis realizados para el tercer tratamiento con la arcilla bentonita y mucilago de la hoja de tuna en la muestra de las aguas del afluente Huaycoloro, distrito de Lurigancho.

3.4.3 Interpretación y Análisis estadísticos

Se analizaron los resultados de la muestra de la caracterización inicial y los parámetros de las muestras después de los tres tratamientos y se comparó ambos resultados para comprobar su efectividad y los porcentajes de reducción del (As).

Parámetros físicos :(Temperatura, turbidez y conductividad eléctrica)

Temperatura

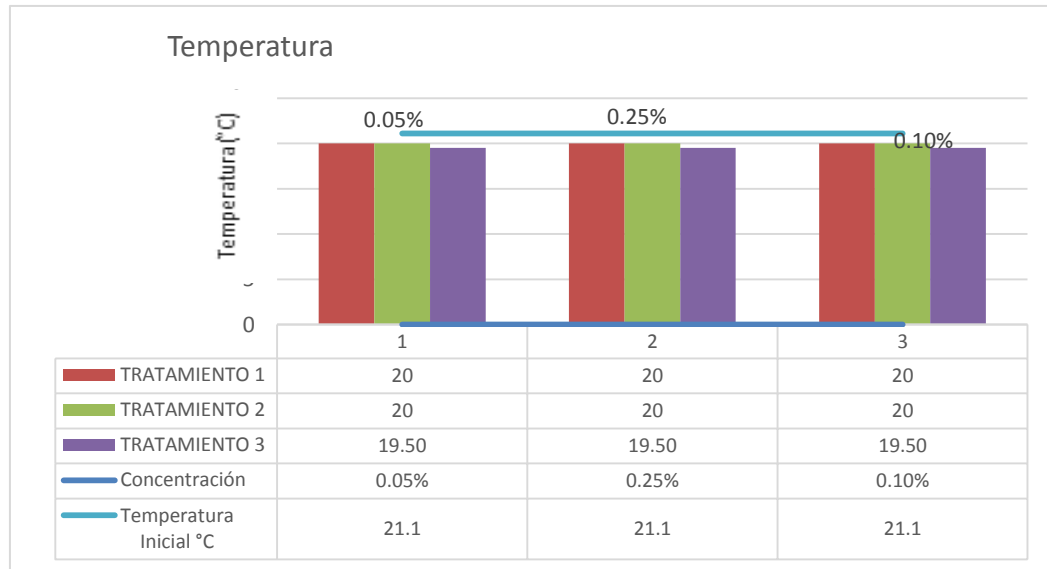


Figura 39: Variación de la temperatura

Interpretación: En la figura 39 se observa que la temperatura inicial fue de 21.1 °C y después de realizar los tres tratamientos a concentraciones de 0.05%, 0.25 % y 0.10% logró una variación en cuanto a una disminución promedio de 19.83°C.

Potencial Hidrógeno

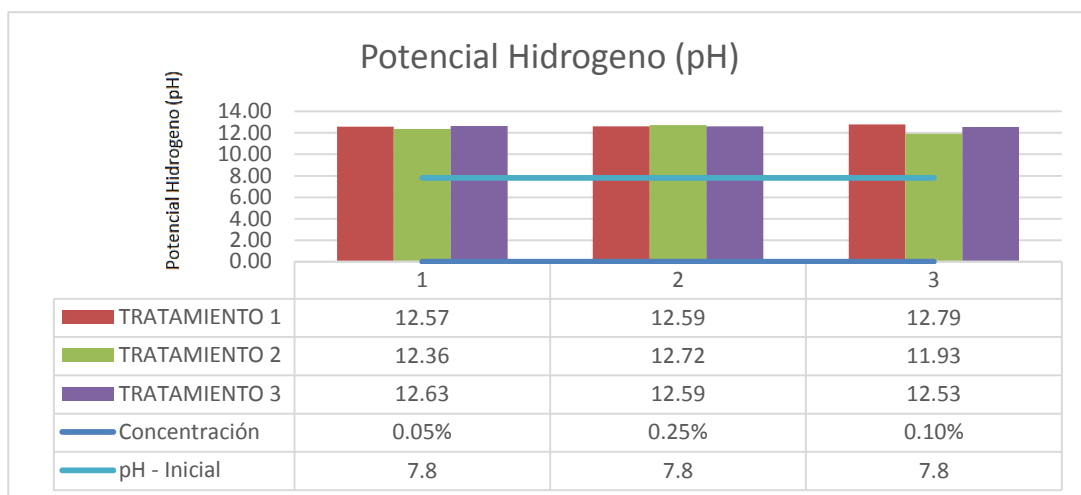


Figura 40: Variación del pH después del tratamiento

Interpretación: En la figura 40 se aprecia que el pH inicialmente alcalino con 7.8 y en los tratamientos realizados se incrementó, siendo el valor mínimo encontrado en el tratamiento 2 medianamente alcalino con 11.93 y el valor máximo encontrado fue alcalino con 12.79 con una concentración al 0.10% correspondiente al tratamiento 3 de arcilla bentonita y mucilago de la hoja de la tuna.

Turbidez

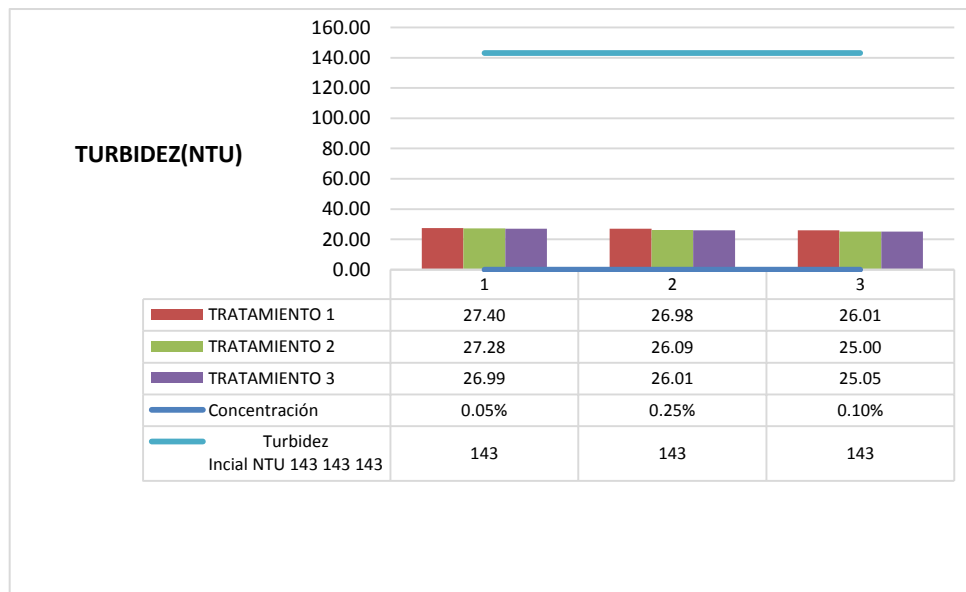


Figura 41: Variación de la turbidez después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: En la figura 41 se aprecia que la turbidez inicial fue de 143 NTU y en comparación con los tratamientos realizados hubo una disminución considerable, siendo el valor mínimo encontrado en el tratamiento 2 con 25.00 NTU y el valor máximo encontrado fue de 27.40 con una concentración al 0.05 % correspondiente al tratamiento 1 de arcilla bentonita y mucilago de la hoja de la tuna.

Sólidos Totales

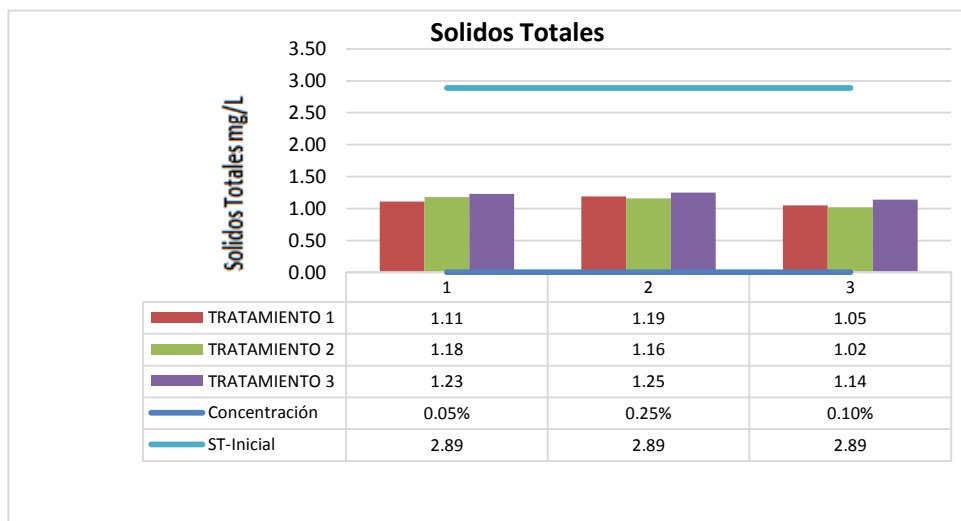


Figura 42: Variación de los sólidos totales después del tratamiento

Interpretación: Como se observa en la figura 42 se aprecia que inicialmente los sólidos totales tuvieron un 2.89 mg/L antes del tratamiento y en comparación después de los tratamientos realizados, siendo el valor mínimo encontrado en el tratamiento 2 con 0.02 mg/L a una concentración de 0.10% y el valor máximo fue 1.25 mg/L a una concentración al 0.25 % correspondiente al tratamiento 3 de arcilla bentonita y mucilago de la hoja de la tuna.

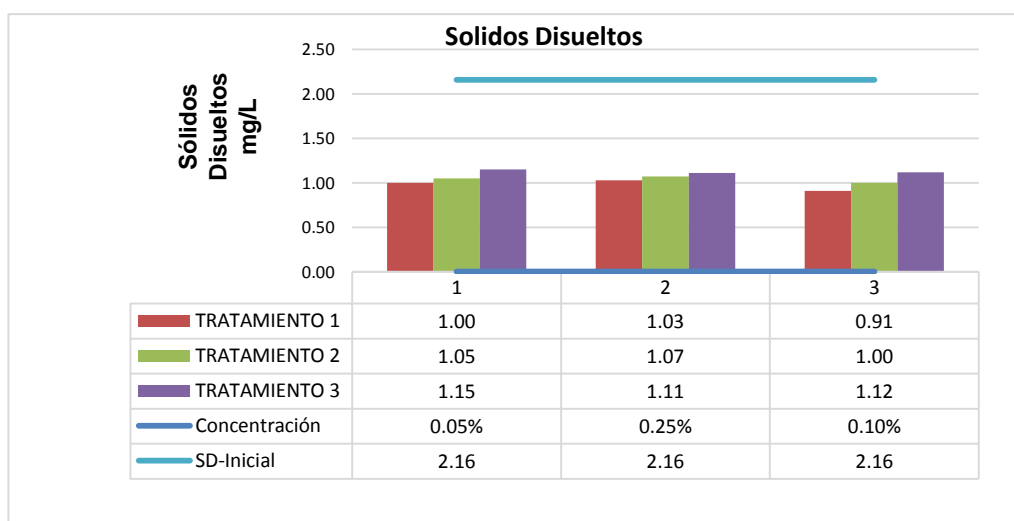


Figura 43: Variación de los sólidos disueltos después del tratamiento

Interpretación: Como se observa en la figura 43 se aprecia que inicialmente los sólidos disueltos tuvieron un 2.16 mg/L antes del tratamiento y en comparación después de los tratamientos realizados hubo una disminución, siendo el valor mínimo encontrado en el tratamiento 1 con 0.91 mg/L a una concentración de 0.10% y el

valor máximo fue 1.15 mg/L a una concentración al 0.05 % correspondiente al tratamiento 3 de arcilla bentonita y mucilago de la hoja de la tuna.

Sólidos Suspendidos Totales

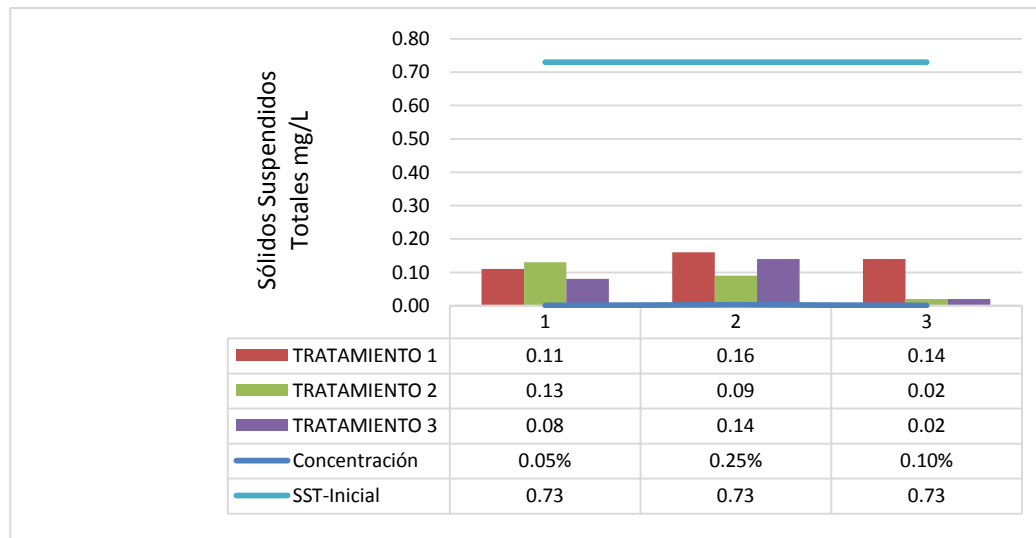


Figura 44: Variación de los sólidos suspendidos totales después del tratamiento
Interpretación: Como se observa en la figura 44 se aprecia que inicialmente los sólidos suspendidos totales fueron de 0.173 mg/L antes del tratamiento y en comparación después de los tratamientos realizados hubo una disminución, siendo el promedio 0.06 mg/L a una concentración de 0.10% para el tratamiento con arcilla.

Oxígeno Disuelto

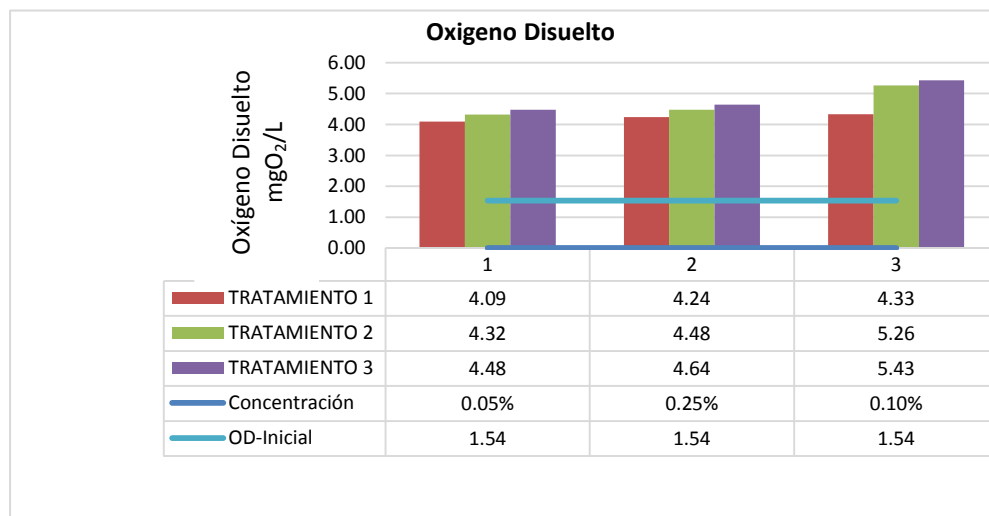


Figura 45: Variación del oxígeno disuelto después del tratamiento

Interpretación: Como se observa en la figura 45 se aprecia que inicialmente el Oxígeno Disuelto fue de 1.54 mgO₂/L antes del tratamiento y en comparación después de los tratamientos realizados hubo un aumento con un valor mínimo 4.09 mg/L a una concentración de 0.05% y el valor máximo encontrado fue de 5.43 mg/L a una concentración de 0.10% de para el tratamiento con arcilla y mucilago de la hoja de la tuna.

Demanda Química de Oxígeno

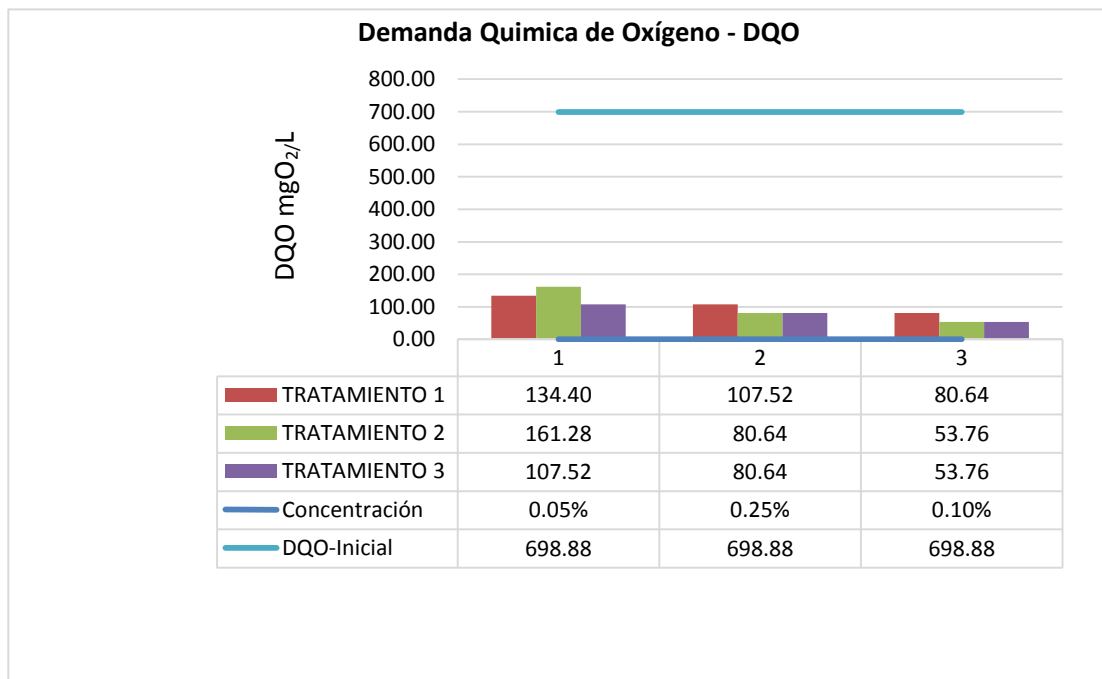


Figura 46 : Variación de la Demanda Química de Oxígeno después del tratamiento

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: Como se observa en la figura 46 se aprecia que inicialmente la Demanda Química de Oxígeno Oxígeno fue de 698 mgO₂/L antes del tratamiento y en comparación después de los tratamientos realizados hubo una disminución siendo el valor mínimo 53.76 mg/L y el máximo 161.28 mg/L a una concentración de 0.05%. para el tratamiento con arcilla y mucilago de la hoja de la tuna.

Sólidos Sedimentables

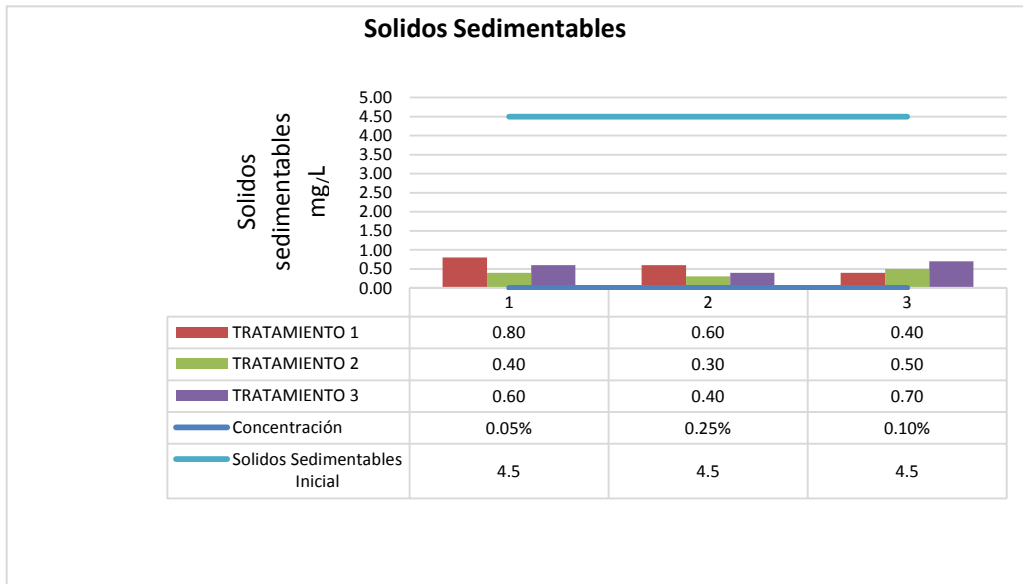


Figura 47 : Variación de los sólidos sedimentables después del tratamiento
Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: Como se observa en la figura 47 se aprecia que inicialmente los sólidos sedimentables fueron de 4.5 mg/L antes del tratamiento y en comparación después de los tratamientos hubo una disminución considerable con un promedio de 0.43 mg/L a una concentración de 0.25% para el tratamiento con arcilla y mucilago de la hoja de la tuna.

DBO₅

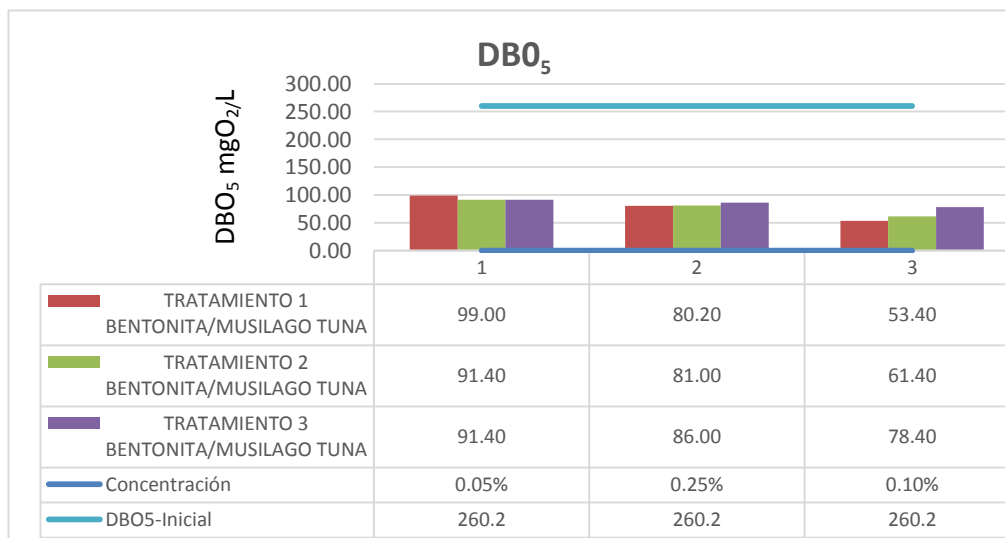


Figura 48: Variación de la demanda química de Oxígeno₅ después del tratamiento

Interpretación: Como se observa en la figura 48 se aprecia que inicialmente la DBO₅ sólidos sedimentables fueron de 4.5 mg/L antes del tratamiento y en comparación después de los tratamientos hubo una disminución considerable con un promedio de 0.43 mg/L a una concentración de 0.25% para el tratamiento con arcilla y mucilago de la hoja de la tuna.

Determinación del Arsénico (As)

Asimismo se realizaron los análisis del metal pesado Arsénico (As) presente en el agua del afluente Huaycoloro distrito de Lurigancho.

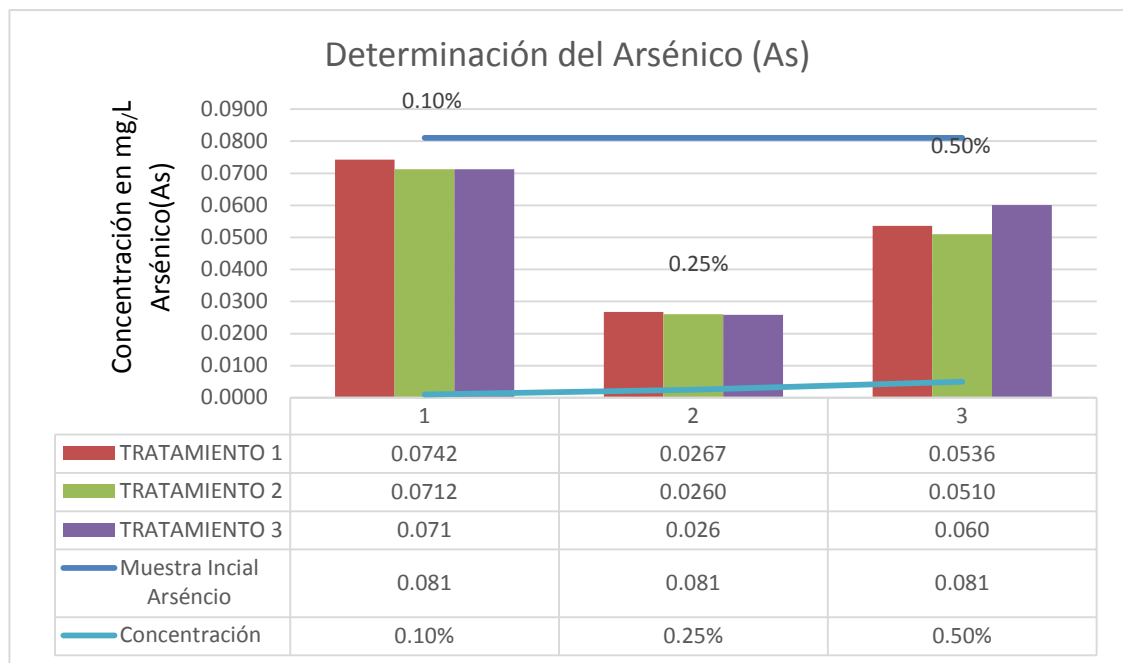


Figura 49: Determinación del arsénico después del tratamiento

Interpretación: Como se observa en la figura 49 el nivel de concentración de arsénico tuvo un descenso significativo en comparación al inicial, puesto que después del tratamiento llegó a reducir en un promedio 0.026 mg/L a una concentración del 0.25% del tratamiento.

Porcentaje de reducción del Arsénico (As)

Para determinar el % de reducción de As de los tres tratamientos realizados a la muestra de agua del afluente Huaycoloro, para ello como indica la figura 50 se demuestra que a una concentración del 0.25% se redujo óptimamente el As para los tres tratamientos, ante ello con los resultados de estos se calculó el % de reducción del Arsénico y se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%Remoción = \left(\frac{M_{Inicial} - M_{Final}}{M_{Inicial}} \right) * 100$$

Dónde:

% Remoción: X

M. Inicial = Contaminante

M. Final = Muestra Tratada

Remoción Arsénico: Primer tratamiento

$$\%Remoción = \left(\frac{0.081mg/L - 0.0267mg/L}{0.081mg/L} \right) * 100$$

$$\%Remoción = 67.03mg/L$$

Remoción Arsénico: Segundo tratamiento

$$\%Remoción = \left(\frac{0.081mg/L - 0.0260mg/L}{0.081mg/L} \right) * 100$$

$$\%Remoción = 67.90\%$$

Remoción Arsénico: Tercer tratamiento

$$\%Remoción = \left(\frac{0.081mg/L - 0.0258mg/L}{0.081mg/L} \right) * 100$$

$$\%Remoción = 68.14. mg/L$$

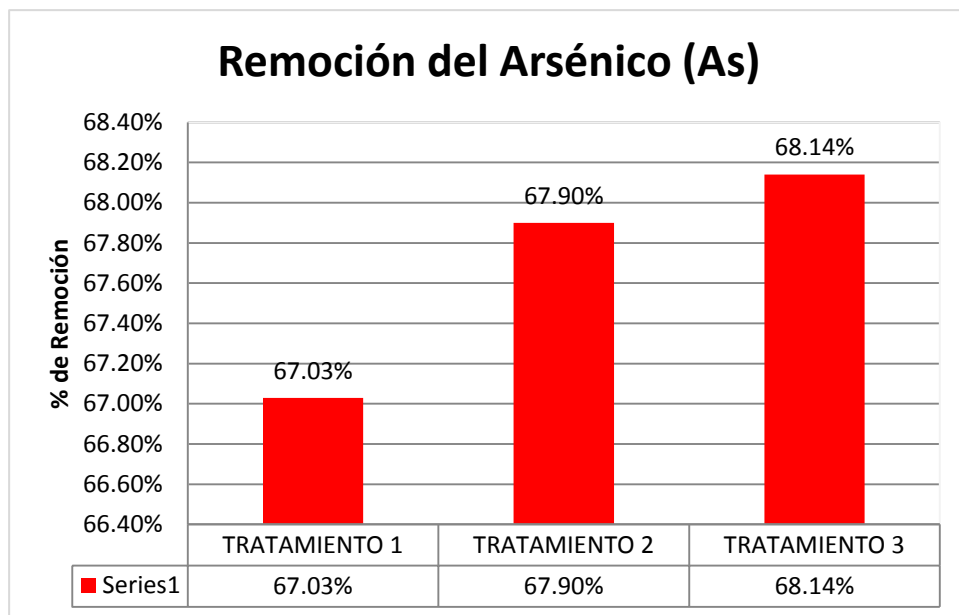


Figura 50 : Porcentaje de reducción del arsénico después del tratamiento
Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: En la figura 50 se puede observar los porcentajes de reducción en forma global para los tres tratamientos realizados al agua del afluente Huaycoloro, los cuales tuvieron una reducción significativa después del tratamiento, siendo el % de reducción más alto con un 68.14% de arsénico correspondiente al tratamiento 3 a una concentración del 0.25 %, lo cual demuestra la capacidad de reducción del arsénico después de utilizar la arcilla bentonita y el mucilago de la hoja de la tuna.

Tabla 18. Resultados de prueba piloto para el agua recuperada del tratamiento con arcillas/mucilago de hoja de tuna del afluente Huaycoloro con la concentración más óptima 0.25 %.

Tiempo promedio	T°C	pH Acido/base	CE $\mu\text{S/cm}$	Eh mv	Turbidez NTU
15 min	19.3	11.60	4390	-226	52.20
30 min	19.3	11.21	4120	-213	28.90
45 min	19.3	11.18	4150	-211	26.00
60 min	19.3	11.20	4180	-212	25.95

Tiempo promedio	OD $\text{mg/O}_2/\text{l}$	DQO $\text{mg/O}_2/\text{l}$	DBO ₅ $\text{mg/O}_2/\text{l}$
15 min	4.35	145.63	135
30 min	5.24	111.57	98
45 min	6.33	60.01	67
60 min	6.25	53.85	60

Tiempo promedio	ST mg/L	SD mg/L	SST mg/L	Solidos sedimentables
15 min	19.3	11.60	4390	52.20
30 min	19.3	11.21	4120	28.90
45 min	19.3	11.18	4150	26.00
60 min	19.3	11.20	4180	25.95

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

3.4.4 Contrastación de la hipótesis

A. Prueba de normalidad

La prueba de normalidad determinará si la distribución es normal o no

Hipótesis específica 1:

H1 = El nivel de la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluente Huaycoloro antes del tratamiento con arcillas modificadas excede los límites máximos permisibles.

H0 = El nivel de la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluente Huaycoloro antes del tratamiento con arcillas modificadas NO excede los límites máximos permisibles.

Tabla 19.Resumen de procesamiento de casos

Resumen de procesamiento de casos

VAR00001	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
,081	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 20.Descriptivos de las variables para As antes del tratamiento

Descriptivos

VAR00001		Estadístico	Error estándar
VAR00005	,081	Media	,0567
		95% de intervalo de confianza para la media	
		Límite inferior	-,1441
		Límite superior	,2575
		Media recortada al 5%	.
		Mediana	,0100
		Varianza	,007
		Desviación estándar	,08083
		Mínimo	,01
		Máximo	,15

Rango	,14	
Rango intercuartil	.	
Asimetría	1,732	1,225
Curtosis	.	.

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 21. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad							
VAR00001	Estadístico	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
VAR00005	,081	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 22. Estadísticas de muestras emparejadas

Estadísticas de muestras emparejadas				
Par 1	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Eca Agua	,0567	3	,08083	,04667
Arsénico Inicial	,08100	3	,000000	,000000

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 23. Prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras emparejadas								Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Diferencias emparejadas		t	gl		
			Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Eca Agua - Arsénico Inicial	-,024333	,080829	,046667	-,225124	,176457	-,521	2	,654

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha = 0.05$ Luego, se acepta la Hipótesis Nula

Si $P\text{value} < \alpha = 0.05$.Se rechaza la Hipótesis Nula

Como P-value es menor que 0.05, luego se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, la indica que “El nivel de la concentración del Arsénico (As) en las aguas del afluente Huaycoloro antes del tratamiento con arcillas modificadas excede los LMP.

Hipótesis específica 2

H1 = Los parámetros físicos (NTU, Temp°C, CE $\mu\text{S}/\text{cm}$) de las aguas del afluente Huaycoloro mejoran después de utilizar arcillas modificadas.

H0 = Los parámetros físicos (NTU, Temp°C, CE $\mu\text{S}/\text{cm}$) de las aguas del afluente Huaycoloro NO mejoran después de utilizar arcillas modificadas.

Tabla 24: Resumen de procesamiento de casos

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Temp °C Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Temp. °C Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
NTU Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
NTU Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
CE Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
CE Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 25. Descriptivos de las variables de los parámetros físicos -Huaycoloro

		Estadístico	Desv. Error	
Temp °C Inicial	Media	19,7811	,05399	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	19,6566	
		Límite superior	19,9056	
	Media recortada al 5%	19,7823		
	Mediana	19,8400		
	Varianza	,026		
	Desv. Desviación	,16198		
	Mínimo	19,57		
	Máximo	19,97		
	Rango	,40		
	Rango intercuartil	,34		
	Asimetría	-,486	,717	
	Curtosis	-1,679	1,400	
	Temp. °C Final	Media	22,2556	,09824
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	22,0290	
		Límite superior	22,4821	
Media recortada al 5%		22,2601		
Mediana		22,3000		
Varianza		,087		
Desv. Desviación		,29471		
Mínimo		21,78		
Máximo		22,65		
Rango		,87		
Rango intercuartil		,53		
Asimetría		-,427	,717	
Curtosis		-1,089	1,400	
NTU Inicial		Media	199,8889	2,90328
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	193,1939	
		Límite superior	206,5839	
	Media recortada al 5%	199,7099		
	Mediana	198,0000		
	Varianza	75,861		
	Desv. Desviación	8,70983		

	Mínimo		190,00	
	Máximo		213,00	
	Rango		23,00	
	Rango intercuartil		17,50	
	Asimetría		,447	,717
	Curtosis		-1,431	1,400
NTU Final	Media		23,5344	,40644
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	22,5972	
		Límite superior	24,4717	
	Media recortada al 5%		23,5333	
	Mediana		23,4000	
	Varianza		1,487	
	Desv. Desviación		1,21931	
	Mínimo		21,70	
	Máximo		25,39	
	Rango		3,69	
	Rango intercuartil		2,14	
	Asimetría		,163	,717
	Curtosis		-,897	1,400
	CE Inicial	Media		2422,6667
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	2340,5378	
		Límite superior	2504,7955	
Media recortada al 5%			2419,8519	
Mediana			2428,0000	
Varianza			11416,000	
Desv. Desviación			106,84568	
Mínimo			2300,00	
Máximo			2596,00	
Rango			296,00	
Rango intercuartil			197,50	
Asimetría			,368	,717
Curtosis			-1,128	1,400
CE Final		Media		1297,7778
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1226,0670	
		Límite superior	1369,4886	
	Media recortada al 5%		1298,5309	
	Mediana		1320,0000	

Varianza	8703,444	
Desv. Desviación	93,29225	
Mínimo	1156,00	
Máximo	1426,00	
Rango	270,00	
Rango intercuartil	164,00	
Asimetría	-,029	,717
Curtosis	-1,083	1,400

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

INTERPRETACIÓN : De acuerdo a la hipótesis específica en la investigación ,la tabla 25 referente a Descriptivos de las variables de los parámetros físicos- Huaycoloro se acepta la hipótesis alterna, donde se observó un promedio estadístico inicial de turbidez de 199.88 y estadísticamente un final de 23.53 ,siendo estas las medias del proceso.

Tabla 26. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temp °C Inicial	,214	9	,200 [*]	,851	9	,075
Temp. °C Final	,173	9	,200 [*]	,940	9	,581
NTU Inicial	,207	9	,200 [*]	,893	9	,215
NTU Final	,178	9	,200 [*]	,963	9	,826
CE Inicial	,167	9	,200 [*]	,928	9	,463
CE Final	,150	9	,200 [*]	,955	9	,743

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha = 0.05$ La distribución es Normal

Si $P\text{value} < \alpha = 0.05$ La distribución No es Normal

Como el p-value de la temperatura, la conductividad eléctrica y la turbidez es mayor al nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, por lo tanto se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

Tabla 27. Estadísticas de muestras emparejadas para los parámetros físicos -Huaycoloro

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Temp °C Inicial	19,7811	9	,16198	,05399
	Temp. °C Final	22,2556	9	,29471	,09824
Par 2	NTU Inicial	199,8889	9	8,70983	2,90328
	NTU Final	23,5344	9	1,21931	,40644
Par 3	CE Inicial	2422,6667	9	106,84568	35,61523
	CE Final	1297,7778	9	93,29225	31,09742

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 28. Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Temp °C Inicial & Temp. °C Final	9	-,055	,888
Par 2	NTU Inicial & NTU Final	9	-,754	,019
Par 3	CE Inicial & CE Final	9	-,798	,010

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 29. Prueba de muestras emparejadas

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Temp °C Inicial - Temp. °C Final	-2,47444	,34399	,11466	-2,73886	-2,21003	-21,580	8	,000
Par 2	NTU Inicial - NTU Final	176,35444	9,66252	3,22084	168,92718	183,78171	54,754	8	,000
Par 3	CE Inicial - CE Final	1124,88889	189,79097	63,26366	979,00264	1270,77514	17,781	8	,000

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha = 0.05$ Luego, se acepta la Hipótesis Nula

Si $P\text{value} < \alpha = 0.05$.Se rechaza la Hipótesis Nula

Como P-evalue es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica que “Los parámetros físicos (NTU, Temp°C, CE $\mu\text{S}/\text{cm}$) de las aguas del afluente Huaycoloro mejoran después de utilizar arcillas modificadas”

Hipótesis específica 3

H1 = Los parámetros químicos de las aguas del afluente Huaycoloro mejoran después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas

H0 = Los parámetros químicos de las aguas del afluente Huaycoloro NO mejoran después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas.

Tabla 30. Resumen de procesamiento de casos

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
pH Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
pH Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Solidos Totales Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Solidos Totales Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Sólidos Disueltos Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Sólidos Disuelto Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
SST Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
SST Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
O. D. Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
O.D. Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
DQO Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
DQO Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
DBO5 Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

DBO5 Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Solidos Sedimentables Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Solidos Sedimentables Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 31. Descriptivos de las variables para parámetros químicos -Huaycoloro

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
pH Inicial	Media	7,8000	,00000	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,8000	
		Límite superior	7,8000	
	Media recortada al 5%	7,8000		
	Mediana	7,8000		
	Varianza	,000		
	Desv. Desviación	,00000		
	Mínimo	7,80		
	Máximo	7,80		
	Rango	,00		
	Rango intercuartil	,00		
	Asimetría	.	.	
	Curtosis	.	.	
pH Final	Media	12,5233	,08425	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	12,3291	
		Límite superior	12,7176	
	Media recortada al 5%	12,5415		
	Mediana	12,5900		
	Varianza	,064		
	Desv. Desviación	,25274		
	Mínimo	11,93		
	Máximo	12,79		
	Rango	,86		
	Rango intercuartil	,23		
	Asimetría	-1,839	,717	
	Curtosis	4,053	1,400	
Solidos Totales Inicial	Media	2,8900	,00000	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,8900	

	confianza para la media	Límite superior	2,8900	
	Media recortada al 5%		2,8900	
	Mediana		2,8900	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,00000	
	Mínimo		2,89	
	Máximo		2,89	
	Rango		,00	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
Sólidos Totales Final	Media		1,1478	,02570
	95% de intervalo de	Límite inferior	1,0885	
	confianza para la media	Límite superior	1,2070	
	Media recortada al 5%		1,1492	
	Mediana		1,1600	
	Varianza		,006	
	Desv. Desviación		,07710	
	Mínimo		1,02	
	Máximo		1,25	
	Rango		,23	
	Rango intercuartil		,13	
	Asimetría		-,470	,717
	Curtosis		-,636	1,400
Sólidos Disueltos Inicial	Media		2,1600	,00000
	95% de intervalo de	Límite inferior	2,1600	
	confianza para la media	Límite superior	2,1600	
	Media recortada al 5%		2,1600	
	Mediana		2,1600	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,00000	
	Mínimo		2,16	
	Máximo		2,16	
	Rango		,00	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.

Sólidos Disuelto Final	Media		1,0489	,02469	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9920		
		Límite superior	1,1058		
	Media recortada al 5%		1,0510		
	Mediana		1,0500		
	Varianza		,005		
	Desv. Desviación		,07407		
	Mínimo		,91		
	Máximo		1,15		
	Rango		,24		
	Rango intercuartil		,12		
	Asimetría		-,510	,717	
	Curtosis		,127	1,400	
	SST Inicial	Media		,7300	,00000
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,7300	
Límite superior			,7300		
Media recortada al 5%			,7300		
Mediana			,7300		
Varianza			,000		
Desv. Desviación			,00000		
Mínimo			,73		
Máximo			,73		
Rango			,00		
Rango intercuartil			,00		
Asimetría			.	.	
Curtosis			.	.	
SST Final		Media		,0989	,01711
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,0594	
	Límite superior		,1384		
	Media recortada al 5%		,0999		
	Mediana		,1100		
	Varianza		,003		
	Desv. Desviación		,05134		
	Mínimo		,02		
	Máximo		,16		
	Rango		,14		
	Rango intercuartil		,09		

	Asimetría		-,701	,717
	Curtosis		-,786	1,400
O. D. Inicial	Media		1,5400	,00000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,5400	
		Límite superior	1,5400	
	Media recortada al 5%		1,5400	
	Mediana		1,5400	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,00000	
	Mínimo		1,54	
	Máximo		1,54	
	Rango		,00	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
O.D. Final	Media		4,5856	,15339
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,2318	
		Límite superior	4,9393	
	Media recortada al 5%		4,5662	
	Mediana		4,4800	
	Varianza		,212	
	Desv. Desviación		,46017	
	Mínimo		4,09	
	Máximo		5,43	
	Rango		1,34	
	Rango intercuartil		,67	
	Asimetría		1,168	,717
	Curtosis		,204	1,400
DQO Inicial	Media		698,8800	,00000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	698,8800	
		Límite superior	698,8800	
	Media recortada al 5%		698,8800	
	Mediana		698,8800	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,00000	
	Mínimo		698,88	
	Máximo		698,88	

	Rango		,00	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
DQO Final	Media		95,5733	11,94667
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	68,0243	
		Límite superior	123,1224	
	Media recortada al 5%		94,2459	
	Mediana		80,6400	
	Varianza		1284,506	
	Desv. Desviación		35,84000	
	Mínimo		53,76	
	Máximo		161,28	
	Rango		107,52	
	Rango intercuartil		53,76	
	Asimetría		,661	,717
	Curtosis		-,153	1,400
DBO5 Inicial	Media		260,2000	,00000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	260,2000	
		Límite superior	260,2000	
	Media recortada al 5%		260,2000	
	Mediana		260,2000	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,00000	
	Mínimo		260,20	
	Máximo		260,20	
	Rango		,00	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
DBO5 Final	Media		80,2444	4,87839
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	68,9949	
		Límite superior	91,4940	
	Media recortada al 5%		80,6938	
	Mediana		81,0000	
	Varianza		214,188	
	Desv. Desviación		14,63516	

	Mínimo		53,40	
	Máximo		99,00	
	Rango		45,60	
	Rango intercuartil		21,50	
	Asimetría		-,845	,717
	Curtosis		,107	1,400
Solidos Sedimentables Inicial	Media		4,5000	,00000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,5000	
		Límite superior	4,5000	
	Media recortada al 5%		4,5000	
	Mediana		4,5000	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,00000	
	Mínimo		4,50	
	Máximo		4,50	
	Rango		,00	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
Solidos Sedimentables Final	Media		,5222	,05472
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3960	
		Límite superior	,6484	
	Media recortada al 5%		,5191	
	Mediana		,5000	
	Varianza		,027	
	Desv. Desviación		,16415	
	Mínimo		,30	
	Máximo		,80	
	Rango		,50	
	Rango intercuartil		,25	
	Asimetría		,419	,717
	Curtosis		-,832	1,400

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 32. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH Inicial	.	9	.	.	9	.
pH Final	,288	9	,030	,813	9	,029
Solidos Totales Inicial	.	9	.	.	9	.
Solidos Totales Final	,126	9	,200*	,958	9	,775
Sólidos Disueltos Inicial	.	9	.	.	9	.
Sólidos Disuelto Final	,143	9	,200*	,965	9	,849
SST Inicial	.	9	.	.	9	.
SST Final	,172	9	,200*	,890	9	,201
O. D. Inicial	.	9	.	.	9	.
O.D. Final	,257	9	,087	,846	9	,068
DQO Inicial	.	9	.	.	9	.
DQO Final	,217	9	,200*	,922	9	,407
DBO5 Inicial	.	9	.	.	9	.
DBO5 Final	,228	9	,197	,920	9	,390
Solidos Sedimentables Inicial	.	9	.	.	9	.
Solidos Sedimentables Final	,216	9	,200*	,941	9	,588

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 33. Estadística de muestras emparejadas

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	pH Inicial	7,8000	9	,00000	,00000
	pH Final	12,5233	9	,25274	,08425
Par 2	Solidos Totales Inicial	2,8900	9	,00000	,00000
	Solidos Totales Final	1,1478	9	,07710	,02570
Par 3	Sólidos Disueltos Inicial	2,1600	9	,00000	,00000

	Sólidos Disuelto Final	1,0489	9	,07407	,02469
Par 4	SST Inicial	,7300	9	,00000	,00000
	SST Final	,0989	9	,05134	,01711
Par 5	O. D. Inicial	1,5400	9	,00000	,00000
	O.D. Final	4,5856	9	,46017	,15339
Par 6	DQO Inicial	698,8800	9	,00000	,00000
	DQO Final	95,5733	9	35,84000	11,94667
Par 7	DBO5 Inicial	260,2000	9	,00000	,00000
	DBO5 Final	80,2444	9	14,63516	4,87839
Par 8	Solidos Sedimentables Inicial	4,5000	9	,00000	,00000
	Solidos Sedimentables Final	,5222	9	,16415	,05472

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 34. Prueba para parámetros químicos

Prueba para parámetros químicos						
Valor de prueba = 0						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
pH Inicial	5610,000	8	,000	7,80000	7,8000	7,8000
pH Final	148,654	8	,000	12,52333	12,3291	12,7176
Solidos Totales Final	44,660	8	,000	1,14778	1,0885	1,2070
Sólidos Disuelto Final	42,483	8	,000	1,04889	,9920	1,1058
SST Inicial	596,000	8	,000	,73000	,7300	,7300
SST Final	5,778	8	,000	,09889	,0594	,1384
O. D. Inicial	6292,000	8	,000	1,54000	1,5400	1,5400
O.D. Final	29,895	8	,000	4,58556	4,2318	4,9393
DQO Final	8,000	8	,000	95,57333	68,0243	123,1224
DBO5 Final	16,449	8	,000	80,24444	68,9949	91,4940
Solidos Sedimentables Final	9,544	8	,000	,52222	,3960	,6484

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha = 0.05$ La distribución es normal

Si $P\text{value} < \alpha = 0.05$ La distribución es No Normal

Como el p-value de los parámetros químicos (pH, ST, SD, SST, OD, DQO, DBO₅ y sólidos sedimentables) es mayor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, por lo tanto se puede concluir que los datos son **paramétricos**

Por lo tanto se puede decir que:

Si $P_{value} > \alpha = 0.05$ Luego, se acepta la Hipótesis Nula

Si $P_{value} < \alpha = 0.05$.Se rechaza la Hipótesis Nula

Como P-value es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica que “Los parámetros químicos de las aguas del afluyente Huaycoloro mejoran después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas”.

Hipótesis específica 4

H1= El porcentaje de reducción del arsénico en las aguas del afluyente Huaycoloro. utilizando arcillas modificadas es apta para consumo humano indirecto.

H0 = El porcentaje de reducción del arsénico en las aguas del afluyente Huaycoloro. utilizando arcillas modificadas NO es apta para consumo humano indirecto.

Tabla 35. Resumen de procesamiento de casos porcentaje reducción (As)

Arsénico Inicial		Resumen de procesamiento de casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Porcentaje de reducción	,081	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 36. Descriptivos de las variables para % reducción As

		Descriptivos		
Arsénico Inicial		Estadístico	Error estándar	
Pörcentaje de reducción ,081	Media	67,6900	,33719	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	66,2392	
		Límite superior	69,1408	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	67,9000		
	Varianza	,341		
	Desviación estándar	,58404		
	Mínimo	67,03		
	Máximo	68,14		
	Rango	1,11		
	Rango intercuartil	.		
	Asimetría	-1,409	1,225	
	Curtosis	.	.	

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 37. Pruebas de normalidad % reducción As

		Pruebas de normalidad					
Arsénico Inicial		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pörcentaje de reducción ,081		,307	3	.	,903	3	,395

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 38. Estadísticas de muestras emparejadas

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Arsénico Inicial	,08100	3	,000000	,000000
	Porcentaje de reducción	67,6900	3	,58404	,33719

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 39. Prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
Par					Inferior	Superior			
1	Arsénico Inicial - Porcentaje de reducción	- 67,60900 0	,584038	,337194	- 69,059830	- 66,158170	- 200,50 5	2	,000

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha = 0.05$ Luego, se acepta la Hipótesis Nula

Si $P\text{value} < \alpha = 0.05$.Se rechaza la Hipótesis Nula

Como p-value es menor que 0.05, luego se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica: que “El porcentaje de reducción del arsénico en las aguas del afluente Huaycoloro utilizando arcillas modificadas es apta para consumo humano indirecto.

Prueba de Hipótesis:

Hipótesis general

H1= La capacidad de reducción del arsénico utilizando arcillas orgánicamente modificadas es significativa para descontaminar las aguas del afluente Huaycoloro.

H0 = La capacidad de reducción del arsénico utilizando arcillas orgánicamente modificadas NO es significativa para descontaminar las aguas del afluente Huaycoloro.

Tabla 40. Resumen de procesamiento de casos

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Arsénico (As) Inicial	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Arsénico (As) Final	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 41. Descriptivos de las variables

		Estadístico	Desv. Error	
Arsénico (As) Inicial	Media	,08100	,000000	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,08100	
		Límite superior	,08100	
	Media recortada al 5%	,08100		
	Mediana	,08100		

	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,000000	
	Mínimo		,081	
	Máximo		,081	
	Rango		,000	
	Rango intercuartil		,000	
	Asimetría		.	.
	Curtosis		.	.
Arsénico (As) Final	Media		,05109	,006764
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,03549	
		Límite superior	,06669	
	Media recortada al 5%		,05121	
	Mediana		,05360	
	Varianza		,000	
	Desv. Desviación		,020293	
	Mínimo		,026	
	Máximo		,074	
	Rango		,048	
	Rango intercuartil		,045	
	Asimetría		-,329	,717
	Curtosis		-1,763	1,400

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 42. Prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Arsénico (As) Inicial	.	9	.	.	9	.
Arsénico (As) Final	,219	9	,200*	,847	9	,070

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Tabla 43. Estadísticas de muestras emparejadas

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Arsénico Inicial	,08100	9	,000000	,000000
	Arsénico Final	,05109	9	,020293	,006764

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha = 0.05$ Luego, se acepta la Hipótesis Nula

Si $P\text{value} < \alpha = 0.05$.Se rechaza la Hipótesis Nula

Como el p-value es menor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución normal y por ende son paramétricos, luego se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica que “La capacidad de reducción del arsénico utilizando arcillas orgánicamente modificadas es significativa para descontaminar las aguas del afluente Huaycoloro”.

IV.DISCUSIÓN

Se realizó una caracterización preliminar de muestras para determinar la presencia de Arsénico(As) en las aguas del Afluente Huaycoloro, llevadas analizar a un laboratorio especializado, confirmando con un 0.081 As (mg/L) que este elemento excede lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas y en promedio después del tratamiento con arcillas modificadas se redujo a un promedio de 0.026 mg/L a un 0.25% de concentración respectivamente, mientras que, Álvarez y Veli (2014), en su investigación “Remoción de arsénico mediante arcilla natural del agua procedente del Manantial de Quero-Jauja “determinó el mecanismo de adsorción de la arcilla a través de propiedades físico-químicas del agua de Quero, obtuvo un resultado de 0.00131As(mg/L) valor que se encuentra dentro de los LMP y una remoción de As del 97.5% fundamentando lo factible de su investigación.

En el presente estudio se ha podido evidenciar, un incremento eficiente de pH de 7.8 ligeramente alcalino a un valor de 12.79 alcalino utilizando el proceso de floculación con el mucilago de la hoja de la tuna y arcillas modificadas, mientras Bhalkaran (2017), en su tesis “Eliminación de especies de arsénico a través de procesos de coagulación-floculación” el pH alcanzaba niveles de 3 a 9 llegando a disminuir la turbidez con relación al pH ,el autor demostró la eliminación del arsénico en presencia de la arcilla denominada caolinita.

Las concentraciones máximas de parámetros químicos como: Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno y DBO₅ en la investigación fueron de 5.26 mg/L, 161.28 mg/L y 99 mg/L mediante la técnica gravimétrica, de Winkler y Técnica Multiparámetro para los tres tratamientos llevados a cabo con el agua del Afluente Huaycoloro, mientras que, Onalo(2015) , en su investigación “Biorremediación de agua contaminada con metales pesados usando inmovilizado de agua dulce verde microalga *Otryococcus Sp*”, determinó la eficacia de cuatro metales pesados dentro de los cuales se encontraba el Arsénico y logró la mayor reducción la Demanda Química de Oxígeno con algas analizadas a un valor de As((P< 0.05),demostrando que son eficaces para la limpieza de aguas.

Asimismo en los tres tratamientos con arcillas modificadas se trabajó a 0.1%,0.25% y 0.5% de concentración para determinar el arsénico presente en las aguas de afluente Huaycoloro, demostrando que el valor de 0.25% en 60 minutos resultó el más efectivo para reducir el As a 0.025 mg/L, corroborado a través de la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica en 100 ml de muestra, mientras que GARCIA et al (2019), en la investigación “Eliminación del arsénico de soluciones acuosas utilizando arcilla natural” el objetivo fue obtener la arcilla bentonita en su estado natural, para ello se sometieron a técnicas de fluorescencia de difracción de rayos X ,donde se halló sus características fisicoquímicas ,luego evaluó el poder de adsorción del arsénico con pH desde 3 a 9 con 2000 µg de As , promediando un valor de 15 µg de As por gramo de arcillas alcanzando una captación en menor tiempo de equilibrio de 24 h ,lo que significa que el As en relación a la adsorción con arcilla natural es apta para adsorber en sitios fijos.

En esta investigación se usó la arcilla bentonita para los tres tratamientos de reducción del As del agua del Afluente Huaycoloro, con un tiempo de oxidación y acondicionamiento del pH a 10 min/25psi, tiempo de floculación 5 min y RPM desde 500 a 100 RPM obteniendo un porcentaje de reducción de 68.14% de As, en tanto para Gautam (2014) en su investigación “Estudio de varios métodos para la remoción de contaminación de Arsénico(As) en agua subterránea, logró remover el arsénico mediante la arcilla calcita gruesa y analizando pH, C°, tiempo, concentración de adsorbato/coagulante utilizó el Espectrómetro de Adsorción Atómica para medir el As residual demostrando así que la arcilla calcita gruesa logró adsorber este metal con un 99% a un tiempo de reacción de 30 minutos y 5ppm de solución.

Finalmente en el tratamiento final se llevó a cabo una prueba piloto a través de filtros con arcillas modificadas y proceso de floculación con mucilago de la hoja de la tuna para recuperar las aguas del afluente Huaycoloro y realizar su posterior análisis de parámetros físicos y químicos, las muestras fueron recogidas en un periodo de 15 min, 30 min, 45 min y 60 min a 19.3°C obteniendo un agua apta categorizada para consumo humano indirecto. A su vez Tejada et al (2014) en su investigación “Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen

biológico” resalta la importancia de remover la contaminación de metales pesados a través de la adsorción por ser una tecnología de bajo costo que contribuyen a disminuir los efectos al medio ambiente y la salud y restauración de las aguas residuales.

V.CONCLUSIONES

1. Se logró determinar la reducción del Arsénico (As) en las aguas del afluente Huaycoloro, distrito de Lurigancho después de haber realizado el tratamiento con arcillas modificadas a una dosis optima del 0.25% en los tres tratamientos ,se observa el valor de la concentración y reducción máxima a 0.0258 As mg/L .
2. Se diagnosticó mediante una caracterización inicial la presencia del Arsénico en las aguas del afluente Huaycoloro antes del tratamiento con arcillas modificadas, un valor que resultó 0.081 As mg/L, concentración que excede los Límites Máximos Permisibles del ECA para aguas.
3. Se determinó la variación de los parámetros físicos del agua del afluente Huaycoloro después de utilizar arcillas modificadas, tendiendo como resultado que la temperatura inicial fue de 21.1 °C a una ligera variación de 19.3°C la turbidez al inicio del tratamiento fue de 143 NTU y después del tratamiento llegó a un valor mínimo de 25 NTU y valor máximo a 27.40 NTU.
4. Se determinó la variación de los parámetros químicos del agua del afluente Huaycoloro después de utilizar arcillas modificadas, tales como Oxígeno Disuelto, DQO, DBO₅,Sólidos Totales,sedimentales,suspendidos, los cuales demuestran en la

investigación que ayudaron a mejorar las aguas del mencionado río y por ende a la reducción del elemento Arsénico.

5. Finalmente se logró determinar el porcentaje de reducción de la concentración del Arsénico(As) equivalente a un 68.14% As mg/L en las aguas del afluente Huaycoloro, después de utilizar arcillas modificadas.

IV .RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones analizando otros parámetros químicos aplicando el tratamiento con arcillas modificadas y floculantes naturales.
- Se recomienda utilizar grava para facilitar el proceso de filtrado con el tratamiento de arcillas modificadas.
- En la réplica de esta investigación se sugiere que al momento de echar cualquier tipo de floculante natural en el tratamiento de arcillas modificadas ya no se debe oxidar la muestra, porque eliminaría los flóculos y por consiguiente ocasiona que el agua se vuelva turbia.
- Llevar a cabo un plan piloto IN SITU para hacer un ensayo y demostrar esta tecnología para constatar su funcionamiento correcto, para ello se sugiere construir un diseño de filtros con elevada dimensión. Lo que propone la investigación es un tanque inicial de 500 L con agua contaminada a tratar, para la distribución de 2 tubos de 2 m de altura con un diámetro de 25 cm y 2 filtros interiores con una separación de 66 cm cada uno, donde se necesitaría para el primer tubo 15 kg de grava y 35 kg de arcilla ,los que tendrían un caudal en el filtro primario de 150 L/sg mientras que el tubo secundario con las mismas dimensiones y carga igual ,pero de

diferente granulometría ,tendrá un caudal de 70 L/sg ,para reducir los parámetros físicos ,químicos y biológicos y obtener un agua de baja turbidez que tenga la capacidad de reducir los contaminantes presentes en el medio acuoso y así manejar magnitudes de muestras superiores.

- Se recomienda que a los lodos producidos en el tratamiento de aguas residuales con esta tecnología limpia puedan ser estudiados y ser sometidos a procedimientos para convertirse en abonos naturales que sirvan para el desarrollo sostenible de la agricultura.
- Realizar diversas pruebas para determinar el tiempo más eficiente para la reducción del Arsénico(As) y la mejora en la calidad de las aguas residuales.

REFERENCIAS

- ABREGO, Ramón. Evaluación de un filtro biológico con material de soporte inorgánico-rocas a una escala de laboratorio. [En línea]Panamá. Universidad Tecnológica de Panamá, 2017.Vol 3.Nº2. [Fecha de Consulta: 05 de marzo de 2019].Disponible en: revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/download/1757/2497
- AFÁN, Karina y FLORES, Víctor. Determinación por adsorción atómica de plomo y arsénico en agua potable de viviendas del distrito Hualgayoc-Cajamarca. Tesis [en línea] Lima .Universidad Norbert Wiener, 2017. [Fecha de Consulta: 05 de marzo de 2019].Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1854/TITULO%20-%20Afan%20Rojas%2C%20%20Karina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AGUILAR, Kharla. Remoción de Arsénico en aguas subterráneas de la Comarca Lagunera. Tesis [en línea] Monterrey. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores, 2005. [Fecha de Consulta: 10 de marzo de 2019].Disponible en: https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/572421/DocsTec_2591.pdf?sequence=1%20https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic
- ALVAREZ, Grace y VELI, Ernesto. Remoción de Arsénico mediante arcilla natural del agua procedente del Manantial de Quero-Jauja. Tesis [en línea] Huancayo. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014. [Fecha de Consulta: 13de abril de 2019].Disponibleen:<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3719/Alvarez%20Camarena-Vela%20Jimenez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AUCCAHUASI, Williams. Calidad del agua y sedimentos en el rio Madre de Dios, departamento Madre de Dios. Tesis [en línea].Puerto Maldonado. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2015. [Fecha de Consulta: 12 de junio de 2019].Disponible en [:http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/116/004-2-3-039.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/116/004-2-3-039.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ARNAL, Pedro. Filtros para descontaminar agua hechos con residuos [En Línea].16 de agosto de 2017. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2019].Disponible en: <https://gestoresderesiduos.org/noticias/filtros-para-descontaminar-agua-hechos-con-residuos>

- BHALKARAN, Savi. Removal of Arsenic Species through Coagulation-Flocculation Processes. Thesis [Online]. University of Saskatchewan, Canada, 2017. Date of consultation: April 29, 2019]. Available in: <https://harvest.usask.ca/bitstream/handle/10388/7832/BHALKARAN-THESIS-2017.pdf?sequence=1>

- BENITEZ, Jorge. Alternativas tecnológicas a tener en cuenta para la toma de decisiones frente a la problemática del arsénico en el agua de bebida [en línea]. Buenos Aires. Ministerio de Salud, 2012. [Fecha de Consulta: 25 de abril de 2019]. Disponible en: http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000000339cnt-10-Abatimiento_arsenico.pdf ISBN: 978-950-38-0131-4

- BUZETZKY [et al] Application of Modified Bentonites for Arsenite (III) Removal from Drinking Water [Online]. University of Debrecen, Hungary, 2018. [Date of consultation: March 15, 2019]. Available in: <https://pp.bme.hu/ch/article/download/12197/8121/>

- BURGA, Pedro. Aprovechamiento de residuos agroindustriales de cáscara de huevo como insumo para la elaboración de pintura látex de color. Tesis [en línea]. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018. [Fecha de Consulta: 25 de abril de 2019]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8805>

- COAQUIRA, Miluska y QUISPE, Nilton. Obtención de arcilla modificada apilarada y su aplicación como material adsorbente en efluentes contaminados con metales pesados Pb, Cu, Cd. Tesis [en línea]. Arequipa. Universidad Nacional San Agustín, 2014 [Fecha de Consulta: 23 de abril de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3967>

- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú. 7 de junio de 2017. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/WP-CONTENT/UPLOADS/2017/06/DS-004-2017-MINAM.PDF>

- DEL HOYO, Carmen. Incorporación de arcillas para mejorar la depuración de aguas industriales [en línea]. Salamanca. Universidad de Salamanca, 2017. [Fecha de Consulta: 20 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.residuosprofesional.com/arcillas-eliminar-contaminantes-aguas/>

- DIAZ, José. Ecuaciones y cálculos para el tratamiento de aguas [en línea]. España: Editorial Paraninfo, 2018 [Fecha de Consulta: 17 de marzo de 2019]. Disponible en :

<https://books.google.com.pe/books?id=WUaCDwAAQBAJ&pg=PA342&dq=aguas+industriales+definiciones&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi3s6ugibLiAhWo1VkKHdinD4AQ6AEINDAC#v=onepage&q=aguas%20industriales%20definiciones&f=false>

- DURAN.E, GAMIZ.B, COX.L y HERMOSIN .M.C.Ensayo de Arcillas Modificadas con Materia Orgánica Soluble para la Eliminación de Cu y Zn. [en línea].Sevilla, 2015. [Fecha de Consulta: 17 de abril de 2019].Disponible en:http://digital.csic.es/bitstream/10261/129049/1/Ensayo_arcillas_modificadas_Poster_CC2015.pdf
- FACSA.21 de enero de 2017.Disponible en: <https://www.facsa.com/metales-pesados/>
- FISCALIZACIÓN Ambiental en Aguas Residuales.OEFA, 2014. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- FLORES, Honorato .Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas del río Grande y su relación con la actividad minera. Tesis [en línea].Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, 2016. [Fecha de Consulta: 24 de noviembre de 2018]. Disponible en:<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1299/TESIS%20HERNAN%20post%20privada%202%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- GALVAN, Francisco, ed. Diccionario Ambiental. México. Editorial Arlequin, 2009,241 pp. ISBN: 978-607-95172-8-1
- GAUTAM, Aman.Study of various methods for the removal of arsenic contamination in groundwater.Thesis. [Online]. National Institute of Technology, India, 2014. [Date of consultation: April 23, 2019].Available in: <https://core.ac.uk/download/pdf/53190274.pdf>
- GARCIA, Emilia y SUAREZ, Mercedes. Las arcillas propiedades y usos. [En Línea]España. Universidad de Salamanca [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2019].
- GARCIA [et al]. Arsenic (V) removal from aqueous solutions using natural clay ceramic monoliths for [Online].National University of San Luis, Argentina, 2019. [Date of consultation: April 14, 2019].Available in: https://www.researchgate.net/publication/330864972_Arsenic_V_removal_from_aqueous_solutions_using_natural_clay_ceramic_monoliths

- MBAYE, [et al] .Characterization of natural and chemically modified kaolinite from Mako (Senegal) to remove lead from aqueous solutions [Online].Vol 49, Senegal, 2014. [Date of consultation: April 16, 2019].Available in: <https://core.ac.uk/download/pdf/33664324.pdf> ISSN 0009-8558
- MINSA. Protocolo monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales. [En línea] [Fecha de consulta: 22 abril de 2019]. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf)
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. Estándares de Calidad Ambiental. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/ds_002_2008_eca_agua.pdf
- MUNAY.Contaminacion Industrial: El principal problema del rio Rímac. [En Línea].1 de abril de 2013. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2019].
- MUÑOZ, Eugenio, CONTRERAS, Alfonso y MOLERO, Mariano. Ingeniería del medio ambiente [en línea] Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2018 [Fecha de Consulta: 3 de octubre de 2018].Capitulo 3 .Adsorción. Disponible en:<https://books.google.com.pe/books?id=1mF6DwAAQBAJ&pg=PT129&dq=tipos+de+adsorbentes+contreras&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjgy4Hv99zeAhVBp1kKHeQIDqkQ6AEIKDAA#v=onepage&q=tipos%20de%20adsorbentes%20contreras&f=false>
- ONALO, Joan .Bioremediation of the heavy metal polluted water using immobilized freshwater Green microalga ,Botryococcus sp .Thesis [Online]. University Tun Hussein, Malasia, 2015. [Date of consultation: March 19, 2019].Available in:http://eprints.uthm.edu.my/7008/1/ONALO_JOAN_IYE.pdf
- ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud.31 de marzo de 2017.Disponible en:<http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
- PABLOS, José, et al. ,2014. Estudio sobre Protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los Derechos Humanos [en línea] México: Universidad Nacional Autónoma de México,2018.[Fecha de Consulta: 27 de mayo de 2019] .Disponible en: https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/ESTUDIO_RIOS_LAGOS_ACUIFEROS.pdf
- PASTRAÑA, Jhonny y MORA, Nubia. Evaluación de la capacidad de adsorción del residuo de café molido en la remoción de mercurio (II) en matrices acuosas. Tesis [en línea].San Juan de Pasto. Universidad de Nariño, 2017. [Fecha de Consulta: 14 de mayo de 2019].Disponible

en:<http://sired.udenar.edu.co/3889/1/EVALUACION%20DE%20LA%20CAPACIDAD%20DE%20ADSORCION%20DEL%20RESIDUO%20DE%20CAF%203%29%20MOLIDO%20EN%20LA%20REMOCION%20DE%20MERCURIO%20%28II%29%20EN%20MATRICES%20ACUOSAS..pdf>

- PASCUAL, E., Por qué hay contaminación en los ríos? Cómo se produce y cómo evitarla. [Mensaje en un blog]. (10 de junio de 2019). [Fecha de Consulta: 13 de marzo de 2019].Recuperado de <https://elblogverde.com/contaminacion-de-los-rios/>
- PICASSO, Gino y SUN, María del Rosario. Aplicaciones tecnológicas de las arcillas modificadas. [En línea]Lima. Revista Sociedad Química del Perú, 2008. [Fecha de Consulta: 06 de abril de 2019].Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000100007
- Plataforma glr.Más de 170 descargas contaminantes afectan aguas del río Rímac. [en línea].La República.PE.19 de marzo de 2015.[Fecha de Consulta: 18 de mayo de 2019].Disponible en :<https://larepublica.pe/sociedad/864217-mas-de-170-descargas-contaminantes-afectan-aguas-del-rio-rimac/> ISSN: 1810-634X
- ¿Qué son las arcillas? Quiminet.20 junio 2006.Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/que-son-las-arcillas-10078.htm>
- ¿Qué son las arcillas? Biblioteca Digital Ilce.Disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/html/sec_6.html
- ¿Qué es el agua tratada? .Investigación y Desarrollo.27 de junio, 2017.Disponible en: <https://invdes.com.mx/infografias/que-es-el-agua-tratada/>
- ROJAS, Yelitza y ZARATE, Cynthia. Efecto del pH y el tiempo de contacto en la adsorción de cromo hexavalente en solución acuosa utilizando Montmorillonita como adsorbente. Tesis [en línea] Huancayo .Universidad Nacional del Centro, 2015. [Fecha de Consulta: 19 de mayo de 2019]. Disponible en:<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1012/Rojas%20Villalva%20Yelitza%20%2B.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SANS, Ramón y RIBAS, Joan. Ingeniería Ambiental: Contaminación y Tratamientos [en línea] Barcelona: Editorial Marcombo, 1989[Fecha de Consulta: 14 de abril de 2019]. Pg. 93.Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=kumplOJs6T0C&pg=PA93&dq=AGUAS+METALES+PESADOS&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiXqoHsOrLiAhXNZd8KHYgRBocQ6AEIPzAF#v=onepage&q=AGUAS%20METALES%20PESADOS&f=false> ISBN: 84-267-0742-4

- SILVA, Megy. Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias. Tesis [en línea] Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017 [Fecha de Consulta: 6 marzo de 2019] Disponible en :http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7155/Silva_cm.pdf?sequence=1

- TEJADA, Candelaria, et al. ,2014. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. [en línea] Colombia: Revista Tecnológicas vol. 18, no. 34, pp. 109-123. [Fecha de Consulta: 27 de mayo de 2019]. ISSN :0123-7799 .Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5062883.pdf>

- TINGZHI, Liu. [et al] Bentonite Adsorption and Coagulation Treatment of Recycled Fiber Pulping Wastewater [Online]. Tianjin University of Science and Technology, China, 2013. [Date of consultation: April 10, 2019]. Available in: <https://pdfs.semanticscholar.org/59d4/a35632ce8c353468f1fbd441ade8d2f4bd52.pdf>

- UNESCO. Aguas residuales: El recurso desaprovechado [en línea]. Francia: UNESCO Publishing ,2017. [Fecha de Consulta: 27 de febrero de 2019]. Disponible en : <https://books.google.com.pe/books?id=29AIDwAAQBAJ&pg=PA176&dq=aguas+residuales+dom%C3%A9sticas+definiciones&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjh-7VkrLiAhWrrVkkHcDxAa8Q6AEILjAB#v=onepage&q=aguas%20residuales%20dom%C3%A9sticas%20definiciones&f=false> _____ ISBN: 978-92-3-3000582

- VASQUEZ, Wilmer. Arcillas modificadas. [Fecha de Consulta: 25 de febrero de 2019]. Disponible en <https://es.slideshare.net/wilmervasquez/arcillas-modificadas>

- ZARE, Kenyu. Remoción de arsénico de las aguas del Rio Santa usando arcilla natural del centro poblado de Otuzco-Cajamarca. Tesis [en línea] Chimbote, Universidad San Pedro, 2018. [Fecha de Consulta: 6 de mayo de 2019]. Disponible en: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5407/Tesis_57289.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXO N° 1.Registro de recolecta de muestra



Anexo N° 1 Registro de recolecta de muestra

Datos del cuerpo de agua

Nombre del Afluente

Ubicación del Afluente

Distrito:	Provincia	Departamento
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Localidad

Identificación del punto de monitoreo

Código del punto de Monitoreo

Número de muestra

Coordenada U.T.M(WGS84)

Norte: Este:

Zona: Altitud:

Caudal del afluente: Método de medición

Nombre del responsable de la toma de muestra

Cargo

Fecha Hora:

Motivo:

Observación del agua del afluente

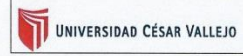
CIP 79862

Juan Alberu Peralta Medina
Ing. Químico - CIP N° 36071
Mtro. en Gestión Ambiental

Coden Espinoza
CIP 46572

ANEXO N°2

Anexo N° 2



Registro de las condiciones de los parámetros iniciales del agua del Afluente Huaycoloro – Lurigancho 2019			
Lugar:		Empresa:	
Distrito:		Fecha:	
Coordenadas UTM:	X:	Y:	Hora:

Ítem	Parámetros de control del agua inicial	Unidad	Agua del afluente Huaycoloro		
			A1	A2	A3
1	Temperatura	o °C			
2	Color	X Unidad de color			
3	Solidos totales	X mg/l			
4	Solidos Suspendidos Totales	X mg/l			
5	Solidos disueltos	X mg/l			
6	pH	o Unidad de pH			
7	Conductividad Eléctrica	o S/m			
8	Potencial redox	X m/v			
9	O.D	o mg/l			
10	D.B.O	X mg/l			
11	D.Q.O	X mg/l			

X: Análisis realizado por un laboratorio
O: Análisis in situ

Jhony Velasco
CIP 79862

Juan Alberto Peralta Medina
Juan Alberto Peralta Medina
Ing. Químico - CIP N° 56071
Mtro. en Gestión Ambiental

Carlos Obando
CIP 46572

ANEXO N°3



ANEXO N° 3

Registro final de los parámetros con el tratamiento de arcillas orgánicamente modificadas del agua del Afluente Huaycoloro – Lurigancho 2019

Lugar:	Empresa:
Distrito:	Fecha:
Coordenadas UTM: X: Y:	Hora:

Ítem	Parámetros de control final del agua tratada		Unidad	Agua del afluente Huaycoloro		
				A1	A2	A3
1	Temperatura	X	°C			
2	Color	X	Unidad de color			
3	Sólidos totales	X	mg/l			
4	Sólidos Suspendedos Totales	X	mg/l			
5	Sólidos disueltos	X	mg/l			
6	pH	X	Unidad de pH			
7	Conductividad Eléctrica	X	S/m			
8	Potencial redox	X	m/v			
9	D.O	X	mg/l			
10	D.B.O	X	mg/l			
11	D.Q.O	X	mg/l			

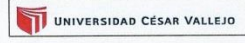
X: Análisis realizado por un laboratorio
O: Análisis in situ

ghomy
CIP 79862

Juan Alberto Peralta Medina
Juan Alberto Peralta Medina
 Ing. Químico - CIP N° 56871
 Área: en Gestión Ambiental

Carolina
 CIP 46572

ANEXO N°4



ANEXO N° 4

Registro de tratamiento con arcillas orgánicamente modificadas del agua del Afluente Huaycoloro – Lurigancho 2019	
Lugar:	Empresa:
Distrito:	Fecha:
Coordenadas UTM:	Hora:
X: Y:	

Ítem	Parámetros de control del filtro		Unidad	Agua del afluente Huaycoloro		
				A1	A2	A3
1	Granulometría	X	mm			
2	Peso	X	g			
3	Capacidad de adsorción del arsénico	X	mg/g			
Ítem	Parámetros de control del floculante de hoja de tuna		Unidad	Agua del afluente Huaycoloro		
				A1	A2	A3
1	Granulometría	X	mm			
2	Dosis de mucilago de la hoja de tuna	X	%			

Jhonny Valverde P
CIP 79862

Juan Alberto Peralta Medina
Ing. Químico - CIP N° 56871
Mtro. en Gestión Ambiental

Colin Cobarracá
CIP 46572

ANEXO N°5.Registro de georreferenciación



REGISTRO DE GEORREFERENCIACIÓN				
CUENCA:				
RESPONSABLE:				
LOCALIDAD:		DISTRITO:		DEPARTAMENTO:
FECHA		HORA		
POBLACIÓN				
T° Ambiental		HR		
Código	Área de la población	Zona	Coordenadas UTM	
			X:N	
			Y:E	
MUESTRA		Ubicación :		
T° Ambiental		HR		
Altura				
Código	Área de la muestra	Coordenadas UTM		
			X:N	
			Y:E	

Jhonny Vallejo P
CIP 79862

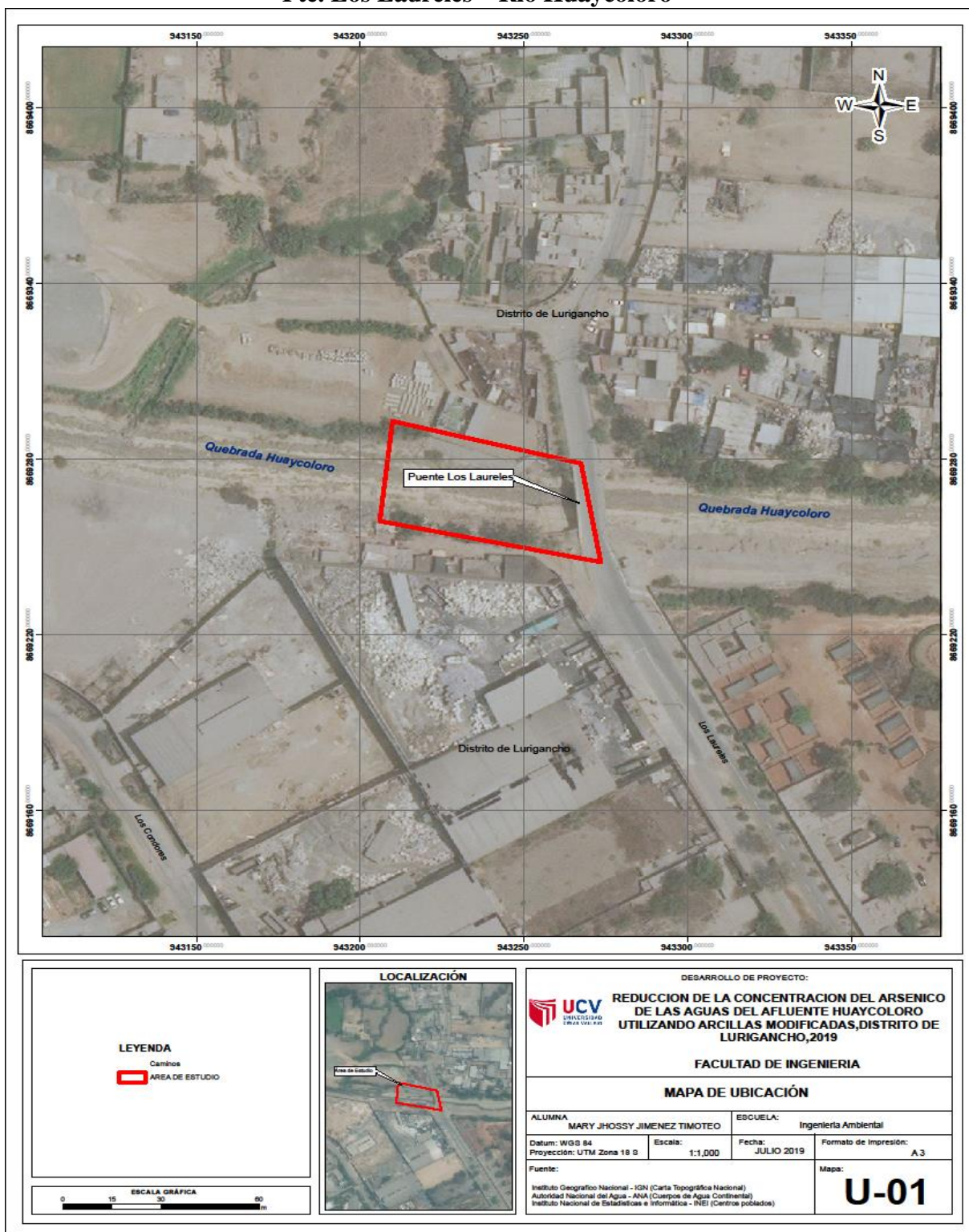
Juan Alberto Peralta Medina
.....
Juan Alberto Peralta Medina
Ing. Químico - CIP N° 56071
Mtro. en Gestión Ambiental

Adrian Kamborac
CIP 46572

ANEXO N°6.Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	ESCALA DE MEDICIÓN		
GENERAL	¿Cuál es la capacidad de reducción de la concentración del Arsénico (As) para descontaminar las aguas del afluyente Huaycoloro, utilizando arcillas modificadas distrito de Lurigancho-Chosica 2019?	Reducir la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluyente Huaycoloro, utilizando arcillas modificadas, Lurigancho 2019	INDEPENDIENTE	Arcillas modificadas	Las arcillas son rocas naturales en forma de partículas muy finas (menor que 2µm), compuestas de minerales conocidos como minerales arcillosos. Ellos son esencialmente láminas de silicatos de aluminio hidratado(Biblioteca Iice,2018)	La arcillas modificadas será medido mediante sus parámetros físicos y químicos	Parámetros físicos arcilla modificada	Temperatura	°C	Razón	
								Turbidez	NTU	Razón	
								Conductividad electrica	µS/cm	Razón	
								Potencial Redox	mv	Razón	
						Parámetros químicos arcilla modificada	Potencial Hidrogeno	pH	Razón		
ESPECÍFICAS	¿Cuál es la concentración del Arsénico en las aguas del afluyente Huaycoloro antes de utilizar arcillas modificadas en el distrito de Lurigancho-2019	Diagnosticar el nivel de la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluyente Huaycoloro antes de utilizar arcillas modificadas.	DEPENDIENTE	Reduccion del arsenico de las aguas del afluyente Huaycoloro	La reducción es un estado interno en el cual se aglomera una serie de fases liquida o gaseosa encima de un espacio denso poroso del cual interactuan superficie del material y porciones de ion o moleculas. Sánchez(2015)	La reducción de la concentración del Arsénico presente en las aguas del afluyente Huaycoloro será medido mediante parámetros físicos y químicos	Nivel de concentración del Arsénico(As)	Concentración inicial	mg/L	Razón	
							Porcentaje de reducción del Arsénico(As)	Concentración final	mg/L	Razón	
	¿Cuál es la variación de los parámetros físicos después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas en las aguas del afluyente distrito de Lurigancho-2019?	Determinar la variación de los parámetros físicos después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas en las aguas del afluyente Huaycoloro					Los parámetros físicos de las aguas del afluyente Huaycoloro mejoran después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas.	Parámetros físicos	Temperatura	°C	Razón
									Turbidez	NTU	Razón
									Conductividad eléctrica	µS/cm	Razón
	¿Cuál es la variación de los parámetros químicos después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas en las aguas del afluyente distrito de Lurigancho-2019?	Determinar la variación de los parámetros químicos después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas en las aguas del afluyente Huaycoloro					Los parámetros químicos de las aguas del afluyente Huaycoloro mejoran después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas.	Parametros Quimicos	Potencial Hidrogeno	pH	Razón
									SD,ST,SST,Solidos sedimentables	mg/L	Razón
	¿Cuál es la variación de los parámetros químicos después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas en las aguas del afluyente Huaycoloro, distrito de Lurigancho-2019?	Determinar la variación de los parámetros químicos después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas en las aguas del afluyente Huaycoloro					Los parámetros químicos de las aguas del afluyente Huaycoloro mejoran después de utilizar arcillas orgánicamente modificadas.	Parametros Quimicos	Oxigeno Disuelto	mg/L	Razón
									Demanda Biológica de Oxigeno (DBO5)	mg/L	Razón
									Demanda Química de Oxigeno(DQO)	mg/L	Razón
¿Cuál es el porcentaje de reducción del Arsénico en las aguas del afluyente Huaycoloro, después de utilizar arcillas modificadas, distrito de Lurigancho-2019?	Determinar el porcentaje de reducción de la concentración del Arsénico(As) en las aguas del afluyente Huaycoloro después de utilizar arcillas modificadas	El porcentaje de reducción del arsénico en las aguas del afluyente Huaycoloro utilizando arcillas modificadas es apta para consumo humano indirecto.		Oxigeno	%	Razón					

ANEXO N°7. Ubicación geográfica zona de estudio Pte. Los Laureles – Río Huaycoloro



LEYENDA

Caminos

AREA DE ESTUDIO



DESARROLLO DE PROYECTO:

REDUCCION DE LA CONCENTRACION DEL ARSENICO DE LAS AGUAS DEL AFLUENTE HUAYCOLORO UTILIZANDO ARCILLAS MODIFICADAS, DISTRITO DE LURIGANCHO, 2019

FACULTAD DE INGENIERIA

MAPA DE UBICACIÓN

ALUMNA MARY JHOSSY JIMENEZ TIMOTEO		ESCUELA: Ingeniería Ambiental	
Datum: WGS 84	Escala: 1:1,000	Fecha: JULIO 2019	Formato de Impresión: A 3
Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Topográfica Nacional) Autoridad Nacional del Agua - ANA (Cuerpos de Agua Continental) Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (Centros poblados)			U-01

ANEXO N°8. Validación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: Ing. Johnny Wilfredo Valverde Flores
 I.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV Lima Norte - Grado Dr
 I.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Químico
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Reg. Final Parámetros - Afluente Haya coloro
 I.5. Autor(A) de Instrumento: Mary Jhassy Jimenez Timoteo

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.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 11 de Junio del 2019

Johnny Valverde P
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No. 18120253 Telf: 949585952

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: *Carlos Francisco Cabrera Carranza*
 I.2. Cargo e institución donde labora: *Vice Decano UUMSH*
 I.3. Especialidad o línea de investigación: *Medio Ambiente*
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Reg. Parametros iniciales - Huaycoloro*
 I.5. Autor(A) de Instrumento: *Mary Thassy Jimenez Tinoteo*

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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, *20 Junio* del 2019

[Firma]
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. *17402781* Telf. *945509195*

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres:..... JUAN ALBERTO PERALTA MEDINA
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... ESPECIALISTA AMBIENTAL
 I.3. Especialidad o línea de investigación:..... CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
 I.4. Nombre del instrumento de evaluación:..... REGISTRO TRATAMIENTO CON ARCILLAS MODIF.
 I.5. Autor(A) de Instrumento:..... MARY JHASSY JIMENEZ TIMOTE

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.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 20 JUNIO del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
Juan Alberto Peralta Medina 091 27909 Telf.: 981 521062
 Ing. Químico - CIP N° 56071
 Mtro. en Gestión Ambiental

ANEXO N°9. Certificados laboratorio especializado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE MUESTRA DE AGUA HUAYCOLORO

SOLICITADO POR : MARY JHOSSY JIMENEZ TIMOTEO

Procedencia de la Muestra : Pte. Huaycoloro (Pte. Los Laureles) Ramiro Prialé

Recepción de Muestra : Lima, 25 de Abril del 2019

RESULTADO DEL ANALISIS DE LA MUESTRA

Elementos	Muestra de agua Huaycoloro
Cu(mg/L)	0.035
Pb(mg/L)	0.045
Zn(mg/L)	0.108
Fe(mg/L)	1.789
Mn(mg/L)	0.154
Cd(mg/L)	0.007
As(mg/L)	0.081

Método Espectrofotometría (EPA 350)

Técnica: Absorción Atómica

Lima, 27 de Abril del 2019

MSc. Atilio Mendoza A.

Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



CARACTERIZACIÓN INICIAL DE AGUA DEL AFLUENTE HUAYCOLORO

SOLICITADO POR: MARY JHOSSY JIMENEZ TIMOTEO

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: AFLUENTE HUAYCOLORO- SJL

RECEPCION DE MUESTRA: Lima, 08 Junio del 2019

Código	T°C	pH acido/base	CE µS/cm	Eh mv
AH - Inicial	21.1	7.80	2080	-125.7

Código	ST mg/l	SD mg/l	SST mg/l	TURBIDEZ NTU
AH - Inicial	2.89	2.16	0.73	143

Código	OD mgO ₂ /l	DQO mgO ₂ /l	DBO ₅ mgO ₂ /l	Solidos sedimentables
AH -Inicial	1.54	698.88	260.2	4.5 mg/l

PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS DE LA BENTONITA MODIFICADA

Código	T°C	pH acido/base	CE µS/cm	Eh mv	TURBIDEZ NTU
AH-Inicial	20	6.77	1492	29	80

Método físico del agua	Técnica gravimétrica
Standard Methods for examination of water	Técnica Winkler
Potenciométrico	Técnica multiparámetro
Método DIN 12672	Técnica cono inof

Lima, 20 Junio 2019

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Laboratorio Espectrometría



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANÁLISIS DE NUEVE MUESTRAS DE AGUAS

SOLICITADO POR : **MARY JHOSSY JIMENEZ TIMOTEO**

Procedencia de muestras : Afluente Huaycoloro -S JL

Recepción de muestras : Lima, 13 de Junio del 2019

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE MUESTRAS

Tratamiento	Aguas tratadas	As(mg/L)
Primer tratamiento	T1-0.1%	0.074
	T1-0.25%	0.026
	T1-0.5%	0.053
Segundo tratamiento	T2-0.1%	0.073
	T2-0.25%	0.026
	T2-0.5%	0.051
Tercer tratamiento	T3-0.1%	0.071
	T3-0.25%	0.025
	T3-0.5%	0.060

Método de análisis : Absorción Atómica EPA-350

Lima, 17 de Junio del 2019

MSc. Atilio Mendoza A
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 . Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



PRIMER TRATAMIENTO DE AGUA DEL AFLUENTE HUAYCOLORO

SOLICITADO POR: MARY JHOSSY JIMENEZ TIMOTEO

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: AFLUENTE HUAYCOLORO- SJL

RECEPCION DE MUESTRA: Lima, 08 Junio del 2019

Código	T°C	pH ACIDO/BASE	CE μS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
AHT1-0.5%	20 °C	12.57	3200	-243	27.4
AHT1-0.25%	20 °C	12.59	3320	-263	26.98
AHT1-0.1%	20 °C	12.79	4700	-309	26.01

Código	OD mgO ₂ /l	DQO mgO ₂ /l	DBO ₅ mgO ₂ /l
AHT1-0.5%	4.09	134.40	99
AHT1-0.25%	4.24	107.52	80.2
AHT1-0.1%	4.33	80.64	53.4

Código	ST mg/l	SD mg/l	SST mg/l	Solidos sedimentables
AHT1-0.5%	1.11	1.00	1.00	0.8 mg/l
AHT1-0.25%	1.19	1.03	1.03	0.6mg/l
AHT1-0.1%	1.05	0.91	0.91	0.4 mg/l

Método físico del agua	Técnica gravimétrica
Standard Methods for examination of water	Técnica Winkler
Potenciométrico	Técnica multiparámetro
Método DIN 12672	Técnica cono inof

SEGUNDO TRATAMIENTO DE AGUA DEL AFLUENTE HUAYCOLORO

SOLICITADO POR: MARY JHOSSY JIMENEZ TIMOTEO

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: AFLUENTE HUAYCOLORO- SJL

RECEPCION DE MUESTRA: Lima, 08 Junio del 2019

Codigo	T°C	pH ACIDO/BASE	CE µS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
AHT2-0.5%	20 °C	12.36	3310	-219	27.28
AHT2-0.25%	20 °C	12.72	3360	-220	26.09
AHT2-0.1%	20 °C	11.93	3390	-218	25.00

Código	OD mgO ₂ /l	DQO mgO ₂ /l	DBO ₅ mgO ₂ /l
AHT2-0.5%	4.32	161.28	91.4
AHT2-0.25%	4.48	80.64	81.0
AHT2-0.1%	5.26	53.76	61.4

Código	ST mg/l	SD mg/l	SST mg/l	Solidos sedimentables
AHT2-0.5%	1.18	1.05	0.13	0.4 mg/l
AHT2-0.25%	1.16	1.07	0.09	0.3 mg/l
AHT2-0.1%	1.02	1.00	0.02	0.5 mg/l

Método físico del agua	Técnica gravimétrica
Standard Methods for examination of water	Técnica Winkler
Potenciométrico	Técnica multiparámetro
Método DIN 12672	Técnica cono inof

TERCER TRATAMIENTO DE AGUA DEL AFLUENTE HUAYCOLORO

SOLICITADO POR: MARY JHOSSY JIMENEZ TIMOTEO

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: AFLUENTE HUAYCOLORO- SJL

RECEPCION DE MUESTRA: Lima, 08 Junio del 2019

Codigo	T°C	pH ACIDO/BASE	CE μS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
AHT3-0.5%	19.5°C	12.63	3480	-238	26.99
AHT3-0.25%	19.5°C	12.59	3220	-242	26.01
AHT3-0.1%	19.5°C	12.53	3050	-237	25.05

Código	OD mgO ₂ /l	DQO mgO ₂ /l	DBO ₅ mgO ₂ /l
AHT3-0.5%	4.48	107.52	91.4
AHT3-0.25%	4.64	80.64	86.0
AHT3-0.1%	5.43	53.76	78.4

Código	ST mg/l	SD mg/l	SST mg/l	Solidos sedimentables
AHT3-0.5%	1.23	1.15	0.08	0.6mg/l
AHT3-0.25%	1.25	1.11	0.14	0.4mg/l
AHT3-0.1%	1.14	1.12	0.02	0.7 mg/l

Método físico del agua	Técnica gravimétrica
Standard Methodos for examination of water	Técnica Winkler
Potenciométrico	Técnica multiparámetro
Método DIN 12672	Técnica cono inof

Lima, 20 Junio 2019


 MSc. Atilio Mendoza A.
 Jefe Laboratorio Espectrometría





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

PRUEBA PILOTO DE AGUA DEL AFLUENTE HUAYCOLORO

SOLICITADO POR: MARY JHOSSY JIMENEZ TIMOTEO

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: AFLUENTE HUAYCOLORO- SJL

RECEPCION DE MUESTRA: Lima, 08 Junio del 2019

Código	T°C	pH ACIDO/BASE	CE μS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
AHTP - 15MIN	19.3	11.60	4390	-226	52.20
AHTP - 30 MIN	19.3	11.21	4120	-213	28.90
AHTP - 45 MIN	19.3	11.18	4150	-211	26.00
AHTP - 60 MIN	19.3	11.20	4180	-212	25.95

Código	OD mgO ₂ /l	DQO mgO ₂ /l	DBO ₅ mgO ₂ /l
AHTP - 15MIN	4.35	145.63	135
AHTP - 30 MIN	5.24	111.57	98
AHTP - 45 MIN	6.33	60.01	67
AHTP - 60 MIN	6.25	53.85	60

Código	ST mg/l	SD mg/l	SST mg/l	Solidos sedimentables
AHTP - 15MIN	1.78	1.38	1.00	0.8 mg/l
AHTP - 30 MIN	1.45	1.40	1.03	0.6mg/l
AHTP - 45 MIN	1.00	0.98	0.91	0.7 mg/l
AHTP - 60 MIN	0.9	0.85	0.04	0.9

Método físico del agua	Técnica gravimétrica
Standard Methodos for examination of water	Técnica Winkler
Potenciométrico	Técnica multiparámetro
Método DIN 12672	Técnica cono inof

Lima, 20 Junio 2019

MSc. Atilio Mendoza A.

Jefe Laboratorio Espectrometría

