



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Efecto de la arcilla y óxido de hierro en la remoción de arsénico caso:
Río Rímac, Lima 2021

Tesis para obtener el título profesional

INGENIERIO CIVIL

AUTOR

Carrión López, Diego Hernan (ORCID: 0000-0001-9851-7961)

ASESOR:

Mg. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-9320-0540)

LINEA DE INVESTIGACION

DISEÑO DE OBRAS HIDRAULICAS Y SANEAMIENTO

LIMA-PERU

2021

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicado a mi madre que la quiero y admiro mucho, a mi padre y familiares por sus ánimos y buenos deseos en culminar mi carrera profesional para mejorar y seguir creciendo profesionalmente en culminar mi proyecto

AGRADECIMIENTO

A mis Padres, Familiares por apoyarme aconsejarme y motivarme con sus buenos deseos en el desarrollo de esta tesis.

A mi Asesor Mg. Luis Alberto Segura Terrones por brindarme su conocimiento y experiencia para la culminación de la tesis. A la Universidad Cesar Vallejo por poder permitirme sacar el título profesional.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	17
3.2. Variables y Operacionalización	17
3.3. Población, muestra y muestreo y unidad de análisis	18
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos de la Obtención de datos.....	20
3.6. Método de análisis de datos	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	28
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumento de investigación.....	19
Tabla 2. Resultados Limites de Atterberg.....	23
Tabla 3. Fluorescencia de Rayos X de la Arcilla calcinada.....	25
Tabla 4. Fluorescencia de Rayos X de Óxido de Hierro.	25
Tabla 5. Resultados de análisis Ph de muestras de agua patrón y experimentales.....	26
Tabla 6. Resultado del barrido de Arsénico de muestra de agua de patrón y experimentales.....	26

Índice de figuras

Figura 1. Cuenca rio Rímac.....	14
Figura 2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.....	15
Figura 3. Curva pérdida de masa de la arcilla – Análisis Termo gravimétrico.....	24
Figura 4. Curva calorimétrica de la arcilla – DSC.....	24
Figura 5 Arsénico total de patrón y experimentales.....	27

Resumen

Este proyecto de investigación tiene por objetivo determinar el efecto de la arcilla y óxido de hierro en la remoción de arsénico de las aguas del río Rímac en donde tiene un nivel de arsénico de 0.1727 mg/l la cual supera el 0.010 mg/l. límite permisible de ECA, esta investigación es Cuantitativa Aplicada Explicativa, cuya población fue el recurso hídrico del río Rímac, método experimental en donde se utilizó esferas biofiltrantes de 2mm de diámetro, se empleó para la muestra experimental 1 de 2 (arcilla), para el experimental 2 de 2:1:1 (arcilla, almidón, Fe) y para la muestra experimental 3 de 2:1:2 (arcilla, almidón, Fe).

Consecutivamente se realizó el ensayo por método de jarras a un 100 rpm en 2 minutos, luego 50 rpm durante 15 minutos en Laboratorio de ensayo investigación SLAB. Como resultados en el experimental 1 un 0.0248 mg/l cantidad de arsénico con 85.6% respecto al patrón (0.1727 mg/l), en el experimental 2 un 0.0175 mg/l cantidad de arsénico con 89.9% respecto al patrón y en el experimental 3 un 0.011 mg/l de cantidad de arsénico con 93.6% respecto al patrón, siendo el último más efectivo superando un 10% el límite máximo permisible para el consumo humano 0.010 que pide ECA.

Palabras claves: Arcilla, Óxido de Hierro, Remoción de Arsénico, ECA

Abstract

The objective of this research project is to determine the effect of clay and iron oxide on the removal of arsenic from the waters of the Rímac River, where it has an arsenic level of 0.1727 mg / l, which is sevenfold higher than the permissible limit of ECA 0.010 mg/l, this research is quantitative Applied Explanatory, whose population was the water resource of the Rímac river, an experimental method where biofiltering spheres of 2mm in diameter were used, it was used for the experimental sample 1 of 2 (clay), for the experimental sample 2 of 2: 1: 1 (clay, starch, faith) and for experimental sample 3 2: 1: 2 (clay, starch, faith).

Consecutively, the test was carried out by the jar method at 100rpm in 2 minutes, then 50 rpm for 15 minutes in the SLAB Research Test Laboratory. As results in experimental 1 a 0.0248 mg / l amount of arsenic with 85.6% compared to the standard (0.1727 mg / l), in experimental 2 a 0.0175 mg / l amount of arsenic with 89.9% compared to the standard and in experimental 3 a

0.011 mg / l amount of arsenic with 93.6% compared to the standard, the last one being more effective, exceeding 10% the maximum permissible limit for human consumption 0.010 requested by ECA.

Keywords: Clay, Iron Oxide, Arsenic Removal, ECA

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los seres humanos aprovechamos el recurso hídrico ya que es indispensable en la gran mayoría de actividades como agricultura, producción de energía minera e industria. Como también para su consumo, es fundamental una evaluación adecuada del grado de contaminación, el río Rímac se origina en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes a una altitud máxima de aproximadamente 5,508 m.s.n.m. alimentado por las aguas de los lagos Ticticocha y Leoncocha,

En el caso del Río Rímac para este fin el recurso del agua tiene que estar libre de contaminación. que actualmente por medio de actividad industrial, minera y antropogénica viene contaminándose y esto es perjudicial para los seres vivos que se ubican en sus márgenes o cerca de sus aguas, también para aquellos que tienen contacto con el recurso que aquellos que consumen (Pacherres M. 2019)

Debido a esta contaminación este recurso principalmente por los metales pesados con elevadas concentraciones como Arsénico. La falta de tratamiento constituye un riesgo al entorno del medio ambiente afectando la salud humana, calidad de agua y ecosistema. La presencia de Arsénico constituye una amenaza para la salud pública; el valor máximo admisible recomendado por la OMS es de 0,01 mg As/L (ECA 2019). como también por la indigestión de agua durante un largo periodo a bajas proporciones relativas de arsénico tiene efecto negativo para la salud, es conocido por ser carcinógeno y efectos adversos sobre la piel (Yauri H. 2016)

Actualmente existen métodos tecnológicos para el tratamiento de metales pesados, estos pueden presentar algunas desventajas como por ejemplo altos costos

por lo tanto inaccesible para toda la población. en este caso se requiere crear un método simple, con alcance para todos y de fácil manipulación. Las tecnologías utilizadas actualmente a nivel internacional son coagulación, adsorción, intercambio iónico, electrodiálisis y ósmosis inversa (Acuña A., Araya A., Romero L. 2016)

La arcilla es un material absorbente y retención de moléculas, tiene propiedades químicas como (Al_2O_3) y (SiO_2) , sus componentes esenciales para la absorción de arsénico (Zare K.2018) por conocimientos y antecedentes es un material absorbente para descontaminar específicamente el arsénico en las aguas del río Rímac, por otro lado, para hacer efectivo se empleará óxido de hierro material eficiente en absorción de metales pesados como el arsénico (Sánchez L. 2019)

La presente investigación analiza la parte ambiental y económica del proyecto Efecto de la arcilla y óxido de hierro en la remoción de arsénico río Rímac, para probar que se puede realizar la remoción de arsénico del agua con la determinación que puedan optar por el uso de este material compuesto ya que es un método innovador a bajo costo

Analizando la problemática se relaciona la interrogante ¿En qué proporción la arcilla y el óxido de hierro podrán disminuir el contenido de arsénico que están en las aguas del río Rímac? De acuerdo a la formulación del problema establecido en líneas anteriores por esta razón cabe de resaltar esta investigación es de justificación social porque esta investigación brinda un método simple mediante compuesto de arcilla y óxido para poder remover arsénico por lo que nos daría una descontaminación en el agua y mejoraría la calidad de vida de las personas que habitan en los márgenes del

rio y zonas aledañas que no tengan acceso a redes de agua potable por lo cual evitaría enfermedades posteriores de los pobladores.

Se tiene Justificación teórica porque aportará y empleará antecedentes, conocimientos y métodos que ya existen sobre el empleo de la arcilla y el óxido de hierro para absorber arsénico con insumos de fácil obtención donde tenga mejoramiento de la calidad del agua de acuerdo a los límites permisibles, comprobando la eficacia de remover arsénico para poder incluir el método usado

Se tiene justificación económica la presente investigación analiza la parte ambiental y económica, para probar que se puede realizar la remoción de arsénico del agua con la determinación que puedan optar por el uso de este material compuesto ya que es un método innovador a bajo costo

Se desarrolló en el objetivo general: en determinar el efecto de arcilla y óxido de hierro en la remoción de arsénico de las aguas del río Rímac, y como objetivo específico: determinar las propiedades y caracterización físico-química del agua del río Rímac, determinar la caracterización físico química y también el análisis térmico diferencial la arcilla, determinar la composición química de la arcilla calcinada y como también el óxido hierro, determinar las proporciones arcilla - arcilla almidón hierro y arcilla en su relación agua-arcilla y hierro moldear el compuesto por en esferas de 2mm, determinar y comparar el porcentaje de arsénico de las aguas del río Rímac antes y después del aplicar el compuesto de arcilla – hierro.

La presente investigación planeo como hipótesis: utilizando arcilla y óxido de hierro se removerá el arsénico del río Rímac presenta en las aguas del río Rímac

II. MARCO TEÓRICO

Se utilizaron trabajos anteriores a la presente investigación a nivel internacional, como Meichtry, J. y De Zeta, E. (2016) Indican eficiencia de la remoción en el arsénico que se puede obtener materiales económicos como la arcilla y variables de hierro mediante absorción y/o precipitación, se identificó que son necesarias 2.5% m/v de cantidad de la arcilla y 0.05% de cantidad de óxido hierro para tener como resultado una remoción de $\geq 95\%$ de arsénico

Camacho R. (2019) Identifica el uso de nano partículas de óxido de hierro disolviendo en el agua del material, recomienda un método de una matriz de carbón activado usado en la molienda mecánica y en la precipitación por la evaporización de este, donde se tuvo como resultado beneficioso logrando una absorción de 7.4mg de arsénico con una concentración de 17.18 mg/l donde hubo una remoción de arsénico hasta 85.5%

Vera, L. y otros (2016) sostiene que la biosorción resulta ser el tratamiento más eficaz para la eliminación de metales pesados, aparte de ser de bajo costo tiene un proceso veloz que permite limpiar grandes cantidades de aguas, para el análisis de la adsorción se debe tener información de las propiedades químicas y físicas de la biomasa.

Cheng, W. y otros (2016) Donde utilizaron sintetizaron el óxido de hierro por medio del método grabado con tamaños de 4mm de diámetro para remover arsénico mediante absorción. Dando como capacidad máxima de absorción derivada para Arsénicos (III) y Arsénicos (V) de 42 mg/g -1 a pH 7 hasta un 83 mg/ g -1 a pH 3, el mecanismo para la remoción de arsénico fue la quimisorción donde hubo una eficaz

remoción de arsénico.

Pio, I y otros (2015) indica los procesos combinados para poder absorber y purificar el agua mediante un proceso físico-químico dando a conocer proporciones de policloruro de aluminio, carbón activado y zeolitas, dando a conocer los resultados positivos para remover la baja concentración de arsénico con una eficiencia de 89% en condiciones óptimas.

Wang, Y. y otros (2017) Se utilizó la precipitación de Fe(II) para remover el arsénico de la solución de lixiviación, donde la precipitación se realizó a una temperatura normal, dando como resultado los índices de remoción de arsénico es diferente dependiendo de los distintos valores de pH dando a conocer el mayor efecto a un rango pH de 5.25 a 5.96 esta se puede aumentar adicionando mayor cantidad de Fe (II)

Adelaju, S. y otros (2021) Indican la naturalidad que está presente el arsénico en la geología del mundo y contaminante en países, amenazando la salud y el bienestar económico y social, con mayor efectividad en países subdesarrollados y remotas, dando un método de las composiciones de sulfatos de hierros la efectividad de remover el arsénico donde señalan diversos tipos de filtros para remover domésticamente en aguas subterráneas para poder purificar y lograr para el consumo humano.

En el ámbito nivel nacional, Villanueva M. (2017) El objetivo fue establecer si el compuesto arcilla, almidón y hierro (Dosificación A:1, A:1/3 y Fe:1/2), es efectivo para remover el arsénico de las aguas del río Huandoval donde se tomarán 3 muestras de

una unidad de litro de agua previo y posterior al utilizar el material compuesto, para muestras realizadas. Se definió que este compuesto de arcilla, almidón y fierro pudo remover el arsénico Concluyendo que la (Dos: A:2, A:1/2, FE:1) removió un 99.42% de arsénico de las aguas superficiales

Condori y Córdova (2019) Se efectuó primero la caracterización del agua donde se detalló 0.049mg/l concentración de arsénico, siendo este parámetro constante durante los años 2018 y 2019 de igual manera se caracterizó la zeolita natural unida con óxido de fierro. La experimentación determinó de forma continua cuyo interior se formó mediante el método absorbente zeolita unida con óxido de hierro pasando el agua sin tratamiento proveniente del agua subterránea. Finalmente, el contenido se pudo remover un 100% Acondicionado el lecho filtrante de adsorción compuesto por zeolita natural y óxido de hierro para remoción de arsénico, se logró niveles de reducción elevados lo cual se concluye el estudio es una buena alternativa para la reducción de arsénico en el agua para consumo humano.

Chumbes. J. (2018) Indico que realizó la tecnología de remoción de arsénico mediante oxidación solar. donde empleo jugo de limón para poder acelerar la oxidación del alambre con ayuda de la radiación solar promoviendo la aparición de especies muy buenas de óxido. Los resultados se dieron que se redujo un gran porcentaje de arsénico de casi 97% y 98% donde la mayor remoción de arsénico se consiguió con la combinación de 6k de alambre 1.3ml de jugo de limón y 8 horas de irradiación solar,

reduciendo el arsénico en un 98.18%.

Velarde A. (2016). determinó que la remoción de la cantidad presentada de Arsénico por sillar anexando óxido de hierro una gran cantidad de absorción de 4.84mg.g después de 2h, por el cual observados en los estudios en batch dan a conocer que el óxido de hierro es un elemento eficiente y buena propiedad de adsorción para reducir gran cantidad concentraciones de Arsénico.

Zare K. (2018). determinó si la arcilla natural activada remueve el arsénico, como resultado se demostró la concentración de arsénico se redujo en la muestra antes del tratamiento es 0.0878mg/L y al ser tratada se reduce a 0.079mg/L, siendo efectiva en un 10.02% de la cantidad inicial.

León L. (2021) Determino la cantidad de arsénico removido al emplear filtros de arcilla, como resultado muestran que se presenta remoción de arsénico; para el filtro de arcilla se removió 0.0528 mg/L, para el filtro de arcilla + aserrín fue 0.0614 y el filtro de arcilla + aserrín + arena fue 0.0570 mg/L. El filtro arcilla + aserrín, resultó más eficiente demostrando mayor capacidad de adsorción, en la remoción del arsénico.

Calla, H. (2018), indica que la calidad del agua de la cuenca del río Rímac está afectada por las actividades mineras, considerada una de las principales causas de contaminación del ambiente en el Río Rímac, estas actividades es responsable de la presencia de al menos trazas de muchas especies químicas metálicas y no metálicas en el río Rímac. Varios metales, tales como el Arsénico.

En la corteza terrestre existe el arsénico que es un elemento natural, este

elemento puede estar en el atmosfera, agua o tierra ampliamente distribuido. El arsénico cuando toma forma inorgánica llega a ser peligroso para la salud, si se utiliza en preparar alimento o regar cultivos cuando el agua esta con alta concentración de arsénico puede ocasionar intoxicación crónica, lesiones cutáneas y generar cáncer en la piel (OMS 2018)

Sánchez M.(2019) Indica que el rio Rímac está conteniendo una dura contaminación por principalmente la falta de conciencia de las personas que habitan alrededores de la rivera que ensucian con aguas residuales e industriales también arrojando desechos en sus bordes

contaminando en su conjunto, para su descontaminación las autoridades hagan planificación de alternativas para esta problemática incentivando el cuidado y aprecio ambiente, ecosistema para que mejore la calidad de vida de del ecosistema.

Chapa L. (2018) con objetivo de reducir la cantidad de arsénico mediante la oxidación solar usando alambre de hierro utilizando jugo de limón, encontrando en el rio Rímac una cantidad de inicial de 1.62mg/l . como resultado el nivel de arsénico fue ampliamente reducido un 99.8% aplicando la técnica de oxidación solar. recomienda usar la oxidación solar a gran medida y tratar mayor cantidad de agua teniendo en cuenta el lugar y su clima.

Huaroc Y. (2019) Observa y evalúa la proporción de arsénico que esta disueltos en el agua geotermales donde evalúa la implementación de un elemento periódicamente de remoción y filtración de contaminantes de metales pesados como el arsénico para controlar así los límites establecidos en ECA.

Tapia y Huanca (2019) Indican el uso removedor de nanopartículas de óxido de hierro en zeolitas aplicando el método de jarras, consecutivamente se evaluó la adsorción y saturación de sus partículas, de los análisis de la prueba de remoción se demostró un resultado de 97% de remoción en los primeros 30 minutos, logrando estar en el rango permisible según establecido en el D.S.

Pary y Mamani (2018) Indican la remoción de arsénico en elementos acuosos y en aguas naturales, utilizando procesos de oxidación por elementos férricos cuyo resultado de remoción de arsénico hubo comparación en el límite permisible según normas de calidad del agua, como resultado de remoción por oxidación se utilizó 0.022 g/l de CaO de pureza 52.52% y se mezcló una pequeña columna de arena y grava a un caudal 10.5 L/min lográndose remover arsénico un 93.75%.

Zapata, R. (2016) Determino la remoción de arsénico con un método práctico y económico haciendo uso de la oxidación de lana de hierro y ácido cítrico extraído limón, donde empleo 12 pruebas experimentales en las cuales como resultado se obtuvieron cantidades de remoción superando el 96%, llegando debajo del rango máximo permisible de la OMS 0.010mg/l.

Caicedo y Fuentes(2020) Determinaron la remoción de las muestras de aguas subterráneas de Pacora, donde se aplicó 3 tratamientos siendo en 4 repeticiones, donde se evaluó el estándar de la calidad de muestras superficiales de agua, la cantidad de la eficiencia de remoción y el incremento del arsénico, como resultados en el T1 usando 1 filtro óxido de hierro llegó a remover 87.54% del contenido inicial 0.012 mg/l llegando a reducir a la cantidad de 0.0015mg/l llegando al límite máximo

permisible de arsénico 0.010mg/l según la OMS.

Carranza y Rodríguez (2020) Determinaron los parámetros del óxido de hierro y tiempo de contacto para una eficiente remoción de arsénico en el agua subterránea en el caserío casa blanca donde se encontró una cantidad 0.10mg/l superando el rango permisible según ECA, usando el proceso de oxidación, absorción y filtración llegaron a la remoción de arsénico utilizando 1.6g/l de hierro y con un tiempo de contacto de 120 min, se obtuvo la mayor eficiencia en remover arsénico de un 100% de la muestra inicial

Huaracha y Quispe (2020) su objetivo fue calcular la proporción de arsénico disueltas en las aguas subterráneas ubicado en el distrito Juliaca, donde se realizó la toma de 10 muestras para el muestreo, el análisis de las muestras se realizó con el método espectrométrico de absorción atómica, se guiaron de la normativa nacional de máximo permibles de arsénico 0.010mg/l y OMS, dando a conocer que la gran mayoría supera el límite permisible de arsénico siendo no apta para su consumo humano.

San Marín D. y Otros(2020) tienen como objetivo analizar las propiedades de zeolitas y arcilla naturales en la remoción de arsénico, donde fueron hecho polvo para su uso absorbente conformados formas cilíndricas de 0.5 cm de longitud y 0.2 cm de diámetro, donde se realizó experimentos por cargas empleando dosificación de 100 ml por gramo de absorbente ,en el sistema de 100 rpm a una temperatura de 30, como resultados la absorción máxima para las arcillas fue 13-15ugAs/g una mayor absorción comparando con la zeolita 5-6 ugAs/g.

Álvarez y Veli (2019) Donde tuvo como objetivo la remoción de arsénico del

agua manantial Quero-Jauja mediante absorción utilizando arcilla natural proveniente de Parco-Jauja , se caracterizó el agua con una cantidad de 0.0577mg As/L pasando el límite máximo permisible (LMP), se determinó usar 9 gramos de arcilla en 500 ml de solución , donde se evaluó el proceso y tiempo de contacto de absorción. Como resultado se obtuvo una remoción de 0.0055 mg As/L con 89% del patrón. Se resaltó la eficiencia de la arcilla como una tecnología emergente en su absorción de metales pesados como el arsénico.

Calcina, M. (2017) tienen como objetivo el origen, factores de movilidad y ubicación de arsénico de las aguas del río Callacame-Desaguadero donde indica que la muestra inicial de arsénico es de 1.4 a 446ug/L, pasando el límite 10ug/l recomendado por la OMS, donde las rocas volcánicas ácidas y también los sedimentos alrededor de la cuenca dando a conocer el alteramiento hidrotermal con sulfuros. Dando a conocer el modelamiento químico por la saturación donde se encuentran óxidos de fierros

Cortez, J. (2018) Determino la síntesis y caracterización de las nano partículas de óxido de hierro por medio de coprecipitación, donde se analizó su contenido por medio de espectros y difractogramas dando a conocer la mayor cantidad corresponde a la concentración de Fe(III) 73Mn y de Fe(II) 36Mn con un tiempo de ultrasonido de 60 min.

Quino, J. y otros (2021) donde evalúan el uso de Fe(VI) con Fe(III) extraídas

químicamente para poder eliminar el arsénico, donde se verificó el descenso de cantidad de arsénico en 4 proporciones donde para cada concentración hubo una remoción entre el rango de 99.0% y 96.9% respectivamente

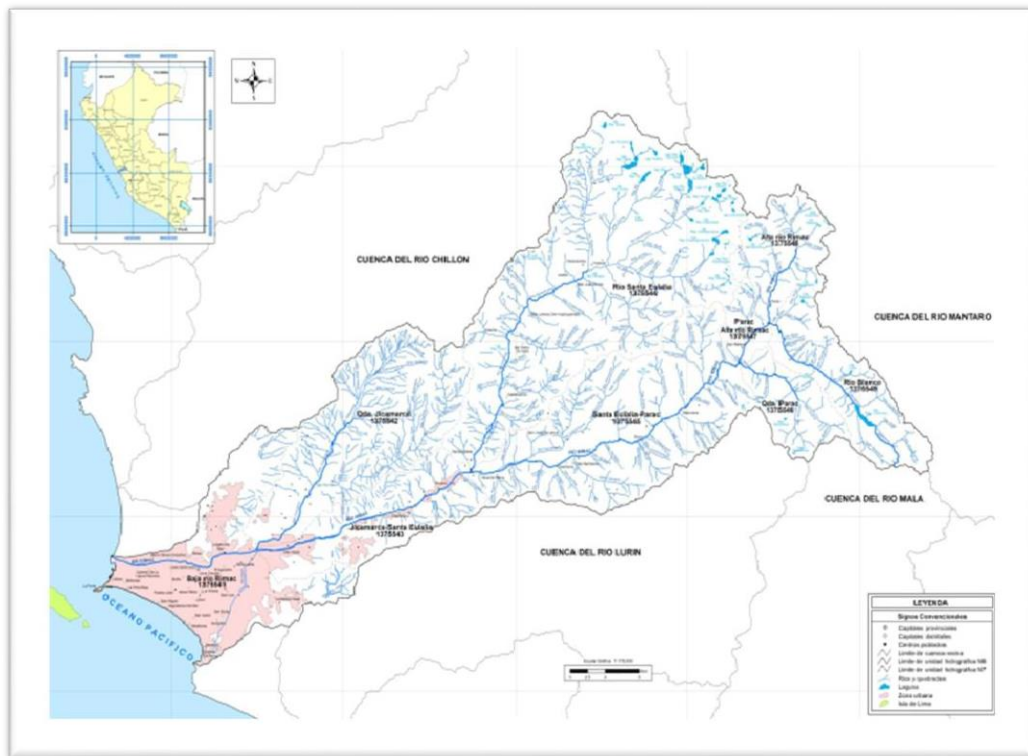


Figura N° 01 cuenca Rio Rímac

Fuente: (ANA 2016)

La contaminación del arsénico es considerada un problema mundial de salud pública. Según la (OMS 2018), el agua puede ser dañino y perjudicial si supera el 0.010mg/l de arsénico, A pesar de los daños de salud que causan las altas cantidades de arsénico en el agua

PARAMETROS	UNIDAD	Agua superficiales destinadas a las produccion de agua potable			Agus superficiales destinadas para recreacion	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfeccion	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto primario	Contacto secundario
		Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
FISICOS Y QUIMICOS						
Aceites y grasas(MEH)	Mg/L	1	1.00	1.00	ausencia de pelicula visible	"
Cianuro libre	Mg/L	0.005	0.022	0.022	0.022	0.022
Cianuro wod	Mg/L	0.08	0.08	0.08	0.08	"
Cloruros	Mg/L	250	250	250	"	"
Color	Pi/co	15	100	200	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Conductividad	Us/cm	1500	1600	"	"	"
D.B.O	Mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O	Mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	Mg/L	500	"	"	"	"
Fenoles	Mg/L	0.003	0.01	0.1	"	"
Fluoruros	Mg/L	1	"	"	"	"
Fosforo total	Mg/L p	0.1	0.15	0.15	"	"
Materiales flotantes		Ausencia de materiales flotantes	"	"	Ausencia de materiales flotantes	Ausencia de materiales flotantes
Nitratos	Mg/L N	10	10	10	10	"
Nitritos	Mg/L N	1	1	1	1(5)	"
Nitrogeno amoriacal	Mg/L N	1.5	2	3.7	"	"
Olor		Aceptable	"	"	Aceptable	"
Oxigeno diluido	Mg/L	>=6	>=5	>=4	>=5	>=4
Ph	Ph	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	6-9(2.5)	"
Solidos disuelto totales	Mg/L	1000	1000	1500	"	"
Sulfatos	Mg/L	250	"	"	"	"
Sulfuros	Mg/L	0.05	"	"	0.05	"
Turbiedad		5	100	"	100	"
INORGANICOS						
Aluminio	Mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	"
Antimonio	Mg/L	0.006	0.006	0.006	0.006	"
Arsenico	Mg/L	0.01	0.01	0.05	0.01	"
Bario	Mg/L	0.7	0.7	1	0.7	"
Berilio	Mg/L	0.004	0.04	0.04	0.04	"

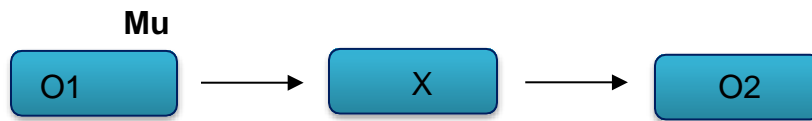
Figura 2 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua 2017

Fuente: (MINAM, 2016)

III. METOLOGIA

3.1. Tipo de investigación y diseño de investigación

Donde se tiene como tipo de investigación aplicada explicativa que se tiene por objetivo Diseño de investigación es experimental pre experimental del diseño de investigación el siguiente esquema:



Donde:

Mu= muestra estudiada

O1 = Observación de la cantidad arsénico antes de pasar el material compuesto

O2 = Observación de cantidad arsénico después de pasar el material compuesto

X = Aplicación del material experimental utilizando los compuesto Arcilla-almidón y Hierro (Dosificación A: 2) (DOSIFICACION A: 2,A:1 Y Fe: 1) y (DOSIFICACION A:2,A:1 Y Fe: 2).

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variable independiente cuantitativa: Efecto de la Arcilla, Almidón y óxido de hierro.

Definición conceptual: La arcilla es un material absorbente y retención de moléculas, tiene propiedades químicas como (Al₂O₃) y (SiO₂), sus componentes esenciales para la absorción de arsénico (Zare K.)

Definición operacional: Se tomarán 3 muestras de 1 litro c/u donde luego los componentes esféricos se invertirán para el método ensayo de jarras para luego calcular la cantidad de remoción de arsénico.

Dimensión: Dosificación de esferas Arcilla, Almidón y Fe (Anexo 01)

3.2.2. Variable dependiente cuantitativa: Remoción de Arsénico caso: río Rímac

Definición conceptual: Sánchez (2019) "Define que la remoción es la separación de metales pesados y disueltos entre un elemento líquido, Sánchez (2019) el elemento arsénico aparte de ser un metal pesado contiene contaminantes

Definición operacional: Calcular la cantidad de arsénico que tiene la agua del río Rímac-Lima. Por lo cual se recogerá la muestra insitu, donde se llevara a un laboratorio

Dimensión: Caracterización del agua, propiedad de eficiencia de remoción de arsénico disuelto en agua, Cantidad de la absorción

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: las aguas del río Rímac-Lima que contienen arsénico

Muestra: para realizar el procedimiento experimental se consideró 8 litros de agua superficial del río Rímac-Lima

Muestreo: El muestreo se hizo teniendo como guía el protocolo Nacional para poder realizar el monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos

Unidad de análisis: se extrajo 4 muestras de 1 litro de agua

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 1 Técnicas e instrumento de investigación

OBJETIVOS	TECNICAS	INTRUMENTOS	RESULTADOS
determinar la caracterización físico-química del agua del río Rímac	Observación científica	Laboratorio de ensayo de investigación SLAB	valores de Arsénico y ph patrón, en el agua Rio Rímac
determinar la caracterización físico-química y análisis térmico diferencial la arcilla	Observación científica	Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad Privada San Pedro- Laboratorio de Polímeros Universidad Nacional de Trujillo	valores fisico-quimicas de la arcilla y temperatura de calcinación
determinar la composición química de la arcilla calcinada y el óxido hierro mediante fluorescencia de rayos x	Observación científica	Laboratorio Labicer de la Universidad Nacional de Ingeniería	Conocimiento de las composiciones químicas de los materiales utilizados
determinar y comparar el porcentaje de arsénico de las aguas del río Rímac antes y después de aplicar el compuesto de arcilla – hierro	Observación científica	Laboratorio de ensayo de investigación SLAB	Comparación de valores obtenidos para conocer la capacidad de Bioabsorción de las esferas de arcilla y óxido de hierro en función de remover arsénico de la muestra inicial patrón del río Rímac

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos

Extracción de Óxido de hierro

Se obtuvo óxido de hierro mediante la cantera de Siderperu-Gerdau ubicado en el distrito de Chimbote provincia del santa- Ancash, se colocó en un recipiente y se dejó en el ambiente para que comience su proceso solar de oxidación por 8 días.

Extracción de la Arcilla

Se obtuvo arcilla de la cantera Yuracoto ubicado en el distrito de Caraz-Ancash. Se procedió a la desintegración de arcilla apoyado con un canto rodado de tamaño mediano, luego se tamizó mediante un colador así homogenizándose, luego se lavó y posteriormente se dejó en una tina por un día para su posterior secado y lavado.

Recolección de la muestra del río Rímac

Se realizó la extracción de muestra de agua del río empleando el protocolo de ANA-2016 para ríos caudalosos y profundos, se inició usando los implementos adecuados para la realización de la toma de muestra, se buscó un punto de interés y de fácil acceso.

Se utilizó 4 depósitos limpios y desinfectados de 1 ltr , para el barrido de la muestra inicial se usó 1 litro y 3 litros experimentación de los materiales empleando el ensayo de jarras.

3.6. Método de análisis de datos

Se elaboró con el programa Excel. Para la realización de ubicar, analizar y comprender la información que obtendrá por medio de la técnica y instrumento de recolección que se aplicarían, donde se utilizaran cuadros estadísticos. se establecerá resultados y soluciones mediante tablas y gráficos estadísticos para concretar resultados y conclusiones.

3.7. Aspectos éticos

En este trabajo de investigación se realizó con transparencia y honestidad lo cual se efectuó en los códigos de ética y los parámetros establecidos para el proceso de investigación que establece la Universidad Cesar Vallejo mediante la guía para de elaboración informe de tesis para tener la obtención de título profesional. Para este informe académico se empleó uso de antecedentes, revistas científicas confiables con gran precisión y claridad posible, para finalizar esta investigación será utilizada al programa turnitin para reconocer el grado de autenticidad y constatar el porcentaje de copia.

IV. RESULTADOS

Tabla 1 Ensayo de Atterberg

LIMITE LIQUIDO
(MTC E-110 ASTM D-4318 y AASHTOT89)
LL: % 53.53
LIMITE PLASTICO
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)
LP % 18.29
INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM D-438
IP : % 35.24

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos de la UPS

Interpretación: se aprecia en la tabla el ensayo de límites Atterberg de la arcilla en donde se calculó el límite líquido en porcentaje 53.53% y el límite plástico en porcentaje 18.29% y el índice de plasticidad en

porcentaje 35.24

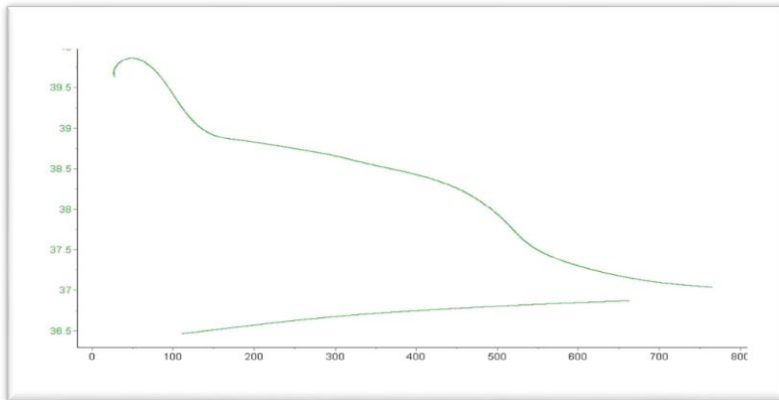


Figura 3 Curva masa perdida de la arcilla – Análisis Termo gravimétrico

Fuente: Laboratorio de polímero – UNT

Interpretación: Según el análisis Termo gravimétrico se da a conocer 2 caídas del componente, primeramente, en un rango de 70°C hasta 130°C posteriormente se muestra caída más intensificada entre el rango de 450 y 530° finalmente 11% en su totalidad

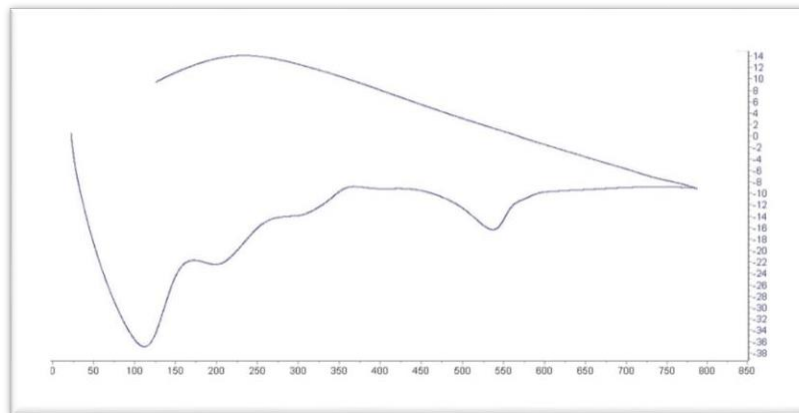


Figura 4 Curva calorimétrica de la arcilla – DSC

Fuente: Laboratorio de polímeros – UNT

Interpretación: Donde del análisis calorimétrico. Se observa una primera banda endotérmica, que luego a 120°C luego a 200°C y después un pequeño pico de 540°C

Tabla 2 Composición química arcilla calcinada – Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	42.912	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva
Óxido de silicio (SiO ₂)	31.357	
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	10.486	
Óxido de Magnesio (MgO)	7.374	
Óxido de Potasio (K ₂ O)	4.956	
Óxido de calcio (CaO)	1.84	
Óxido de Titanio (TiO ₂)	0.508	
Óxido de fósforo (P ₂ O ₅)	0.272	
Óxido de manganeso (MnO)	0.178	

Fuente: UNI-Labicer

Interpretación: Se muestra en la tabla resultado del análisis elemental por espectrometría de Fluorescencia de Rayos X donde se tiene como principales componentes óxido de aluminio(Al₂O₃) 42.91%, óxido de silicio(SiO₂) 31.35%

Tabla 3 Composición química óxido de hierro- Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	97.639	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva
Óxido de manganeso (MnO)	0.782	
Óxido de silicio (SiO ₂)	0.658	
Óxido de Cobre (CuO)	0.342	
Óxido de calcio (CaO)	0.209	
Óxido de azufre (SO ₃)	0.182	

Fuente: UNI-Labicer

Interpretación: Se muestra en la tabla como principal componente óxido de hierro(Fe₂O₃) 97.63%, con un porcentaje muy reducido Óxido de

manganeso(Mno) 0.782% y Óxido de Silicio(SiO₂) 0.658%.

Tabla 4 Resultados del análisis de Ph

Código de laboratorio	Muestra	Unidad	Resultado
S-2260	PATRON	Unid pH	6.69
S-2289-01	Experimental A:2	Unid pH	7.89
S-2289-02	Experimental A:2,A:1,FE:1	Unid pH	7.73
S-2289-03	Experimental A:2,A:1,FE:2	Unid pH	7.76

Fuente: Laboratorio de ensayo de investigación SLAB

Interpretación: Se muestra en la tabla los resultados obtenidos del ensayo para determinar Ph en el laboratorio de ensayo de investigación SLAB, la muestra patrón tienen un resultado de 6.69 Ph, luego se realizó ensayo a las muestras experimentales, en el experimental N°1 con un resultado 7.89 Ph, en el experimental N°2 con un resultado 7.73 Ph, en el experimental N°3 se determinó un 7.76 Ph.

Tabla 5 Resultados del ensayo de arsénico total

Código de laboratorio	Muestra	Unidad	Resultado
S-2260	PATRON	mg/L	0.1727
S-2289-01	Experimental A:2	mg/L	0.0248
S-2289-02	Experimental A:2,A:1,FE:1	mg/L	0.0175
S-2289-03	Experimental A:2,A:1,FE:2	mg/L	0.011

Fuente: Laboratorio de ensayo e investigación SLAB

Interpretación: Se muestra en la tabla el ensayo de arsénico total de la muestra patrón con una cantidad de 0.1727 como muestra inicial, luego del proceso de ensayo de jarras de los experimentales se dio a conocer los resultados, en el experimental N°1

con un resultado de 0.0248, en el experimental N°2 con un resultado de 0.0175, en el experimental N°3 se determinó con 0.011

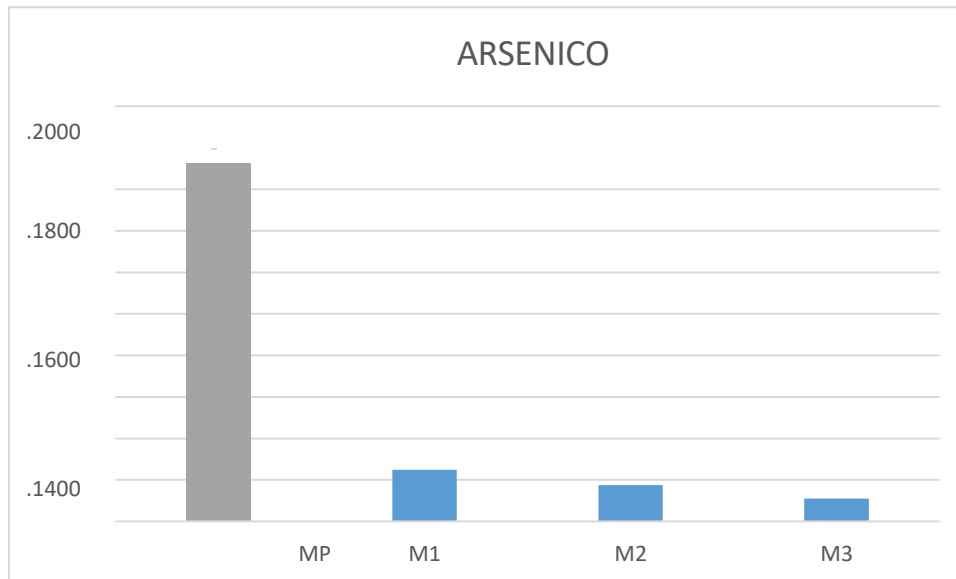


Figura 5 Resultados de arsénico en muestra patrón y Experimentales

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: podemos observar en la imagen los resultados de la determinación cuantitativa de arsénico que la M3 del experimental (Dos:A:2,A:1,FE:2) tuvo el más acercamiento a el límite máximos permisibles 0.010 para ECA para consumo humano, mientras las M1 Y M2 presentan una elevada concentración de arsénico que supera los límites máximos permisibles ECA 0.010.

V. DISCUSIÓN

Debido del gran contaminante de metales tóxicos sin ningún tratamiento, es por esto el presente estudio, se busca una solución que facilite sea económico y remueva el arsénico en las aguas del río Rímac del sector San Juan de Lurigancho- El Agustino, se encontró arsénico pasando los límites máximos permisibles establecidos por los estándares calidad de agua y la OMS, según Calla H., Basualdo y Yacila debido principalmente a actividad minera, fábricas industriales, y por la falta de compromiso de las autoridades de cuidar mejor el medio ambiente.

Analizando la tabla 1 ensayo de límites Atterberg de la arcilla extraída de cantera Yuracoto –Caraz, nos da a conocer el índice de plasticidad 35.24 y el límite líquido 53.53 donde podemos concluir que la arcilla tiene un porcentaje de plasticidad tipo caolinita según Suarez E. (2017) dando a conocer la arcilla caolinita si puede y tiene capacidad de remover metales pesados, pero con menos eficiencia en comparación a la arcilla montmorillonita.

De acuerdo al Análisis Térmico Diferencial realizado en la Universidad Nacional de Trujillo, se observa luego la calcinación de la arcilla, (Figura 3 y Figura 4) se presenta una pérdida de 11% de la masa inicial a una temperatura de 530°C,

respecto a los ensayos de FRX que se realizó en el laboratorio Labicer ubicado en Universidad Nacional de Ingeniería para conocer la composición a la arcilla calcinada (Tabla 2)

se obtuvo como principales componentes Óxido de aluminio (Al_2O_3) 42.91%, Óxido de silicio (SiO_2) 31.35%, estos elementos producen intercambio catiónico para

la absorción de arsénico. Luego del proceso de oxidación del hierro extraído de la cantera Siderperu, para poder conocer su composición se realizó en ensayo FRX (Tabla 3) donde se obtuvo Óxido de hierro (Fe_2O_3) 97.63%, con un porcentaje muy reducido Óxido de manganeso(Mno) 0.782% y Óxido de Silicio(SiO_2) 0.658 %.

La Arcilla Calcinada y Óxido de hierro fueron usados con un tamaño de 0.60mm (empleando la malla n° 200) pasantes, con esto estos materiales estaban listo para el proceso de experimentación. Para luego se formó compuestos de Arcilla almidón y óxido de hierro, se elaboraron compuestos removedores de 2mm de diámetro.

En los Resultados del Análisis del Ph de las muestras de agua (Tabla 4) tenemos el conocimiento que la muestra inicial o patrón de agua representa un contenido de 6.69 Ph, sin embargo, en las muestras experimentales se presentó un ligero aumento, En el experimental N°1 se obtuvo 7.89 de Ph, en el experimental N°2 se obtuvo 7.73 de Ph y en el experimental N° 03 se determinó un 7.76 Ph. Dando entender que se encuentra en un rango de Ph aceptable (Figura 2)

En los resultados de la determinación cuantitativa de Arsénico de la muestra patrón y experimentales (Tabla 5) tenemos conocimiento que la muestra inicial o patrón contiene arsénico 0.1727 pasando de los límites permisibles establecidos por ECCA 2020, aplicando los experimentales compuestos se pueden reconocer una gran cantidad de remoción de arsénico. En el experimental N°1 (Dos: A:2) se obtuvo una cantidad de arsénico 0.2048, en el experimental N°2 (Dos: A:2,A:1,FE:1) Se obtuvo una cantidad de Arsénico de 0.0175, en el experimental N°3 (Dos:A:2,A:1,FE:2) se determinó una cantidad de arsénico 0.010. Podemos observar de los experimentales

usados solo la M3 está en el rango del límite máximo permisible de arsénico en agua y está apto para consumo 0.010 (ECCA 2020).

En la Figura 5 se puede apreciar la cantidad de arsénico total de las muestras de agua del patrón y experimentales, En donde se observa que la arcilla de caraz en la (dos: A:2) 0.0248 removió un 85.6% de arsénico sin embargo no alcanzo rango mínimo de límites permisible de arsénico, En el compuesto de arcilla, almidón, oxido hierro, en la (dos: A:2,A:1,FE:1) 0.0175 removió un 89.9% no logrando el límite mínimo permisible, En cambio en el compuesto (dos: A:2,A:1,FE:2) 0.011 removió un 93.6% logra acercarse al rango mínimo permisible según EC

VI. CONCLUSIÓN

1. La arcilla extraída de la cantera Yuracoto-Caraz es tipo caolinita con características plásticas y donde se dio a conocer su activación térmica a 540°C durante 60 minutos.
2. Teniendo conocimiento de las propiedades químicas de la arcilla mediante el análisis FRX- realizado en la UNI-Labicer, Se determinó que contiene Óxido de aluminio(Al_2O_3) 42.91%, Óxido de silicio(SiO_2) 31.35%, estos elementos fundamentales para absorción de arsénico.
3. El agua del río Rímac sector San Juan de Lurigancho- el Agustino tiene un nivel de arsénico de 0.1727 la cual supera ampliamente los límites permisibles de ECA 0.010..
4. La mayor eficiencia en remover arsénico total fue la M3 con la dosificación 2:1:2 (Arcilla: Almidón: Hierro) 0.011 de cantidad de arsénico con 93.6% respecto al patrón, superando un 10% el límite máximo permisible para el consumo humano 0.010 que se indica ECA.
5. Se obtuvieron remociones de arsénico eficientes a comparación con la muestra patrón con la M1 0.0248 cantidad de arsénico con 85.6% respecto al patrón y la M2 0.0175 cantidad de arsénico con 89.9% respecto al patrón, sin embargo, presentan una elevada concentración de arsénico que supera el límite 0.010 ECA.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda evaluar y buscar información donde se quiera realizar la toma muestra del agua del río, donde es recomendable un análisis completo de metales pesados usando un análisis o ensayo de cantidad de metales pesados al comenzar y/o posterior del proyecto de investigación.
2. Se debe buscar una arcilla con propiedades de mayor plasticidad y absorción como la arcilla Montmorillonita ideal para la absorción y retención de metales como el arsénico
3. Se debe realizar el ensayo ATD para conocer a que grados el material experimentara el cambio químico y el tiempo del proceso de calcinación de la arcilla
4. Se recomienda realizar ensayo FRX para conocer la composición de los componentes químicos que se emplearan para la remoción de arsénico.
5. Se recomienda usar el compuesto por la dosificación 2:1:2 (Arcilla: Almidón: Fierro) para remover arsénico, ya que su porcentaje de absorción es de 93.6%

REFERENCIAS

Álvarez, G. y Veli, L. (2016) Remoción de arsénico mediante arcilla natural del agua procedente del manantial de Quero-Jauja (Tesis Titulación. Universidad Nacional del Centro del Perú- Huancayo) disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3719/Alvarez%20Camarena-Vela%20Jimenez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Adeloju, S. y otros(2021) Arsenic Contamination of Groundwater and Its Implications for Drinking Water Quality and Human Health in Under-Developed Countries and Remote Communities (Revista científica – Australia) disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/4/1926/htm>

Basualdo, G y Yacila, J. (2016) Determinación de arsénico y cadmio en aguas del río Rímac y habas cultivadas en el distrito de san mateo de Huánchor de la región Lima (Tesis Titulación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima) Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/4155>

Caicedo, M. y Fuentes V. (2020) Remoción de arsénico de aguas subterráneas del distrito de pacora para uso y consumo humano mediante adsorción (Tesis Titulación. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque) disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8847>

Calcina, M. (2017) Evaluación geoquímica del arsénico en aguas subterráneas de la subcuenca del río callacme, desaguadero puno (Tesis Titulación. Universidad

Nacional del Altiplano – Puno) disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9616>

Camacho, R. (2019) Nanopartículas de óxidos de hierro soportadas sobre carbón activado para la remoción de arsénico del agua potable. (Tesis Titulación. Universidad Autónoma de Querétaro- Querétaro) disponible en: <http://ri->

[ng.uaq.mx/handle/123456789/1692](http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1692)

Carranza, M. y Rodríguez O. (2020) Remoción de arsénico de agua de pozo para el consumo humano del caserío Casa Blanca – Mórrope empleando hierro y ácido cítrico (Tesis Titulación. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque) disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8769>

Castro, U. y Mollocondo, M. (2015) Aplicación tecnológica del óxido de hierro en lecho fijo para la reducción de arsénico de aguas superficiales provenientes del río Tambo a nivel laboratorio (Tesis Titulación. Universidad Nacional de San Agustín – Arequipa) disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4001>

Chapa, L. (2018) “Oxidación solar en la reducción de la concentración del arsénico en aguas del río Rímac – cuenca alta, de localidad San Mateo – Huarochiri, 2018” (Tesis Titulación. Universidad Cesar Vallejo – Lima) disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/24423>

Cheng, W. y otros (2016) Etching synthesis of iron oxide nanoparticles for adsorption of arsenic from water (revista científica - China) disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/ra/c5ra26143k/unauth>

Chumbes, J. (2018) "Reducción de arsénico en aguas subterráneas mediante el uso dealambre de hierro en diferentes concentraciones, Taparachi, Juliaca,2018" (Tesis Titulación. Universidad Cesar Vallejo – Lima) disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32871>

Coachin, J. (2018) Eficiencia del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua, medidas por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas en el río Casca del distrito de Independencia-Huaraz-Ancash (Tesis Titulación. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo- Huaraz) disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2451>

Concepción, L.y Otros (2018) Remoción de arsénico de agua potable mediante adsorción sobre óxido y oxihidróxidos de hierro (Revista Científica. Universidad Autónoma de Coahuila – México) disponible en: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2018/12/14/remocion-de-arsenico-de-agua-potable-mediante-adsorcion-sobre-oxido-y-oxihidroxidos-de-hierro/>

Condo, E. y Santi, D. (2019) Estudio de la eficiencia de remoción de arsénico con cascarilla de arroz (Oryza Sativa) como adsorbente en agua superficial, subterránea y potable en la provincia de Islay-Arequipa –Perú año 2019 (Tesis Titulación. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Arequipa) disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12534>

Condori, S. y Córdova, V. (2020) Evaluación de la remoción de arsénico del agua

subterránea del distrito de sabandia, provincia de Arequipa, utilizando como absorbente zeolita natural(clinoptilolita) adicionada con óxido de hierro (Tesis Titulación. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Arequipa) disponible: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12084>

Cortéz, J. (2018). Síntesis y caracterización de nanopartículas de óxidos de hierro (Tesis Titulación. Universidad Pública de Navarra- Pamplona) disponible en: <https://hdl.handle.net/2454/30639>

Decreto Supremo N° 015-2017-MINAM “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua”. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

Estándares de la Calidad Ambiental (ECA) para Agua disponible en: https://www.sagperu.com/18_nl_eca-agua.html

Flórez, E. y Jiménez, J. (2019) Absorción de arsénico de aguas subterráneas utilizando óxido de hierro a diferentes concentraciones de hipoclorito de calcio (Tesis Titulación. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque) disponible en : <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8102>

Gallardo, E. (2017) Metodología de la investigación (Universidad continental – Huancayo) disponible en: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-nacional-de-chimborazo/proyectos-e-investigacion/metodologia-de-la-investigacion-eliana-esther-gallardo-echenique-2017-pdf-version-1/10688625>

Huaracha, J. y Quispe, L. (2019) Determinación de la concentración de arsénico en

aguassubterráneas en las salidas: Puno, Lampa y Arequipa de la ciudad de Juliaca – 2019 (Tesis Titulación. Universidad Peruana Unión - Juliaca) disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/3321>

Mamani, M. (2018) Remoción de arsénico (As) en aguas naturales por procesos de oxidación, floculación, sedimentación y filtración (Universidad Nacional del Altiplano – Puno) disponible en : <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12407>

Mayca, G. (2019) Calidad de agua del Rio Rímac sector Chicla, Provincia de Huarochirí, departamento de Lima (Tesis Titulación. Universidad Nacional Federico Villareal – Lima) disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3607>

Meichtry, J. y De Zeta, E. (2015), “Remoción de arsénico en agua mediante materiales debajo costo y segura disposición final (Universidad Tecnológica Nacional –Buenos Aires) disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/292156852_Remocion_de_arsenico_en_agua_mediant_e_materiales_de_bajo_costo_y_segura_disposicion_final

Pardo, M. (2021) “Mejoramiento del ph y remoción de arsénico utilizando arcilla y cascara de coco en el rio moche – localidad shorey, 2021” (Tesis Titulación. Universidad CesarVallejo) disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66725>

Sánchez, M. (2019) Descontaminación del rio Rímac (Tesis Maestría. Universidad Nacional Federico Villareal - Lima) disponible en : <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3301>

San Martín, D. y Medina, D. (2021) Remoción de arsénico (III) en sistemas acuosos por absorción utilizando sólidos naturales de Ecuador (Universidad Técnica Particular de Loja – Ecuador) disponible en:

<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6186>

Suárez, E. (2017) Análisis comparativo de la retención de Cadmio y Plomo por las arcillas Montmorillonita y Caolinita para la mejora de la calidad del agua de río Rímac, Huarochirí 2017 (Tesis Titulación. Universidad César Vallejo – Lima)

Disponible en : <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12586>

Organización Mundial de la Salud. (2018). Programa de la OMS sobre el arsénico. disponible en:

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>

Quino, J. y otros (2021) Assessing the removal of arsenite and arsenate mixtures from the synthetic Bangladesh groundwater (Sbgw) using combined Fe(VI)/Fe(III) treatments and local regression analysis (revista científica – Universidad de Lima) disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12724/13094>

Pio, I y otros (2015) Efficient removal of low-arsenic concentrations from drinking water by combined coagulation and adsorption processes (Revista científica- Italia) disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586615002750?via%3Dihub>

Tapia, N. y Huanca, M. (2019) Remoción de arsénico en agua proveniente del río Tambo sector Quelgua con nano partículas de óxido de hierro soportadas en zeolita (Tesis

Titulación.Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Arequipa) disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10259>

Tecnologías para la recuperación de agua contaminada con metales pesados agua contaminada con metales pesados: plomo, cadmio, mercurio y arsénico (Ministerio de salud 2019) disponible en:

<https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/ogitt/cati/3%20BOLET%20C3%8DN%20T%20C3%89CNOLOGICAS%20N-3%202019.pdf>

Vera, L. y otros (2016) Desarrollo de materiales sorbentes para la eliminación de metales pesados de las aguas residuales mineras (Universidad Marta Abreu de las Villas – Cuba) disponible en : <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/312048%20>

Velarde, L. (2016) Remoción de Arsénico (v) en medio acuoso utilizando Sillar revestido con Óxido de Hierro (Tesis Bachillerato. Universidad Católica de Santa María – Arequipa) Disponible en : <http://hdl.handle.net/20.500.12390/120>

Wang, Y. y otros (2017) Arsenic removal from alkaline leaching solution using Fe (III) precipitation(Revista científica – China) disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09593330.2018.1429495>

Yauri, E. (2019) Evaluación de la presencia de arsénico disuelto en aguas geotermales de Monterrey Huaraz - Efectos en la salud de las personas usuarias y ambientales por vertimiento en el rio Santa (Tesis Titulación. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo – Huaraz) disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3332>

Zapana, N. (2016) Estudio de remoción de arsénico del agua del rio Sama – Tacna, Empleando Fe Y Ácido cítrico (Tesis titulación. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann– Tacna) Disponible en : <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2501>

Zare, K. (2018) Remoción de arsénico de las aguas del Rio Santa usando arcilla natural del centro poblado de Otuzco – Cajamarca (Tesis Titulación. Universidad San Pedro - Chimbote) disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5407>

Zea, G. (2017). Remoción de arsénico (III) y (V) de soluciones acuosas mediante el proceso de biosorción utilizando cascarilla de Oryza sativa (arroz) modificada con dióxido de manganeso (tesis de maestría. Universidad Católica de Santa María- Arequipa) disponible en: http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7033_36

ANEXOS

ANEXO 1.

MATRIZ DE

OPERACIONALIZACION

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES*	INDICADORES*	ESCALA DE MEDICIÓN
Remoción de Arsénico(Variable Dependiente)	<p>Sánchez (2019) “Define que la remoción como la separación de metales disueltos entre un elemento líquido.</p> <p>Sánchez (2019) el elemento arsénico es un metal pesado contaminante y que no puede ser degradado.</p>	<p>Calcular la cantidad de arsénico que tiene las agua del rio Rímac-Lima. Por lo cual se recogerá la muestra insitu, donde se llevare a un laboratorio.</p>	Características del agua.	Porcentaje de arsénico	Razón
			Eficiencia de la remoción de arsénico disuelto en agua.	Eficiencia de remoción $\%R = \frac{C_o - C_f}{C_o} \times 100$	
			Cantidad de absorción.	Porcentaje de <u>arsénico</u> adherido.	
Dosificación Arcilla, Almidón y Óxido de Hierro (Variable Independiente)	<p>La arcilla es un material absorbente y retención de moléculas, tiene propiedades químicas como (Al₂O₃) y (SiO₂), sus componentes esenciales para la absorción de arsénico (Zare K.)</p>	<p>Se tomaran 3 muestras de 1 litro c/u donde luego los componentes esféricos se invertirán para el método ensayo de jarras para luego calcular la cantidad de remoción de arsénico .</p>		Dosi. 2(Arcilla)	Razón

ANEXO 2.

INFORME DE

RESULTADOS DE ENSAYOS

DE LABORATORIOS



ANÁLISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : Diego Hernán Carrión López
ASUNTO : Calcinación de Muestras
FECHA DE RECEPCION : 11/01/2021
FECHA DE ENTREGA : 12/01/2021

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Arcilla de caraz	Calcinación	540	90 min	525.4	474.5



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
D^o Diego Hernán Carrión López

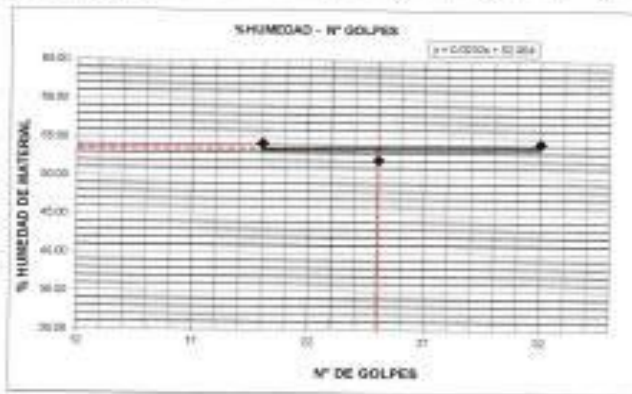
Chimbote, 12 de enero de 2021



LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
(MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : Diego Hernán Carrion López
 TESIS : REMEDIÓN DE ARRENCO DE LAS AGUAS DEL RÍO RMAZ UTILIZANDO BIOFILTRO DE ARGILLA Y PIERRO
 MUESTRA : ARCILLA
 LUGAR : CARAZ - HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 12/01/2021

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	52.30	54.00	52.50	24.80	24.70	24.80
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	40.30	42.80	40.40	23.80	23.70	23.80
PESO DE LA TARA (gr.)	18.20	21.30	18.10	18.30	18.30	18.30
PESO DEL AGUA (gr.)	12.00	11.20	12.10	1.00	1.00	1.00
PESO SUELO SECO (gr.)	22.10	21.50	22.30	5.50	5.40	5.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	54.30	52.09	54.28	18.18	18.52	18.18
Nro. DE GOLPES	32	25	20	18.29		



LIMITE LIQUIDO	
MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89:	
LL	% 54.33
LIMITE PLASTICO	
MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90:	
LP	% 18.29
INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP	% 35.24

Mg. Miguel Ángel Carrion
 2021



Trujillo, 09 de enero del 2021

INFORME N° 09 - ENE-21

Solicitante: Hernán Carrión de la Cruz – Universidad San Pedro
RUC/DNI:
Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	A-9E	39.7 mg	-----

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900°C.
- Masa de muestra analizada: 39.7 mg.



Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

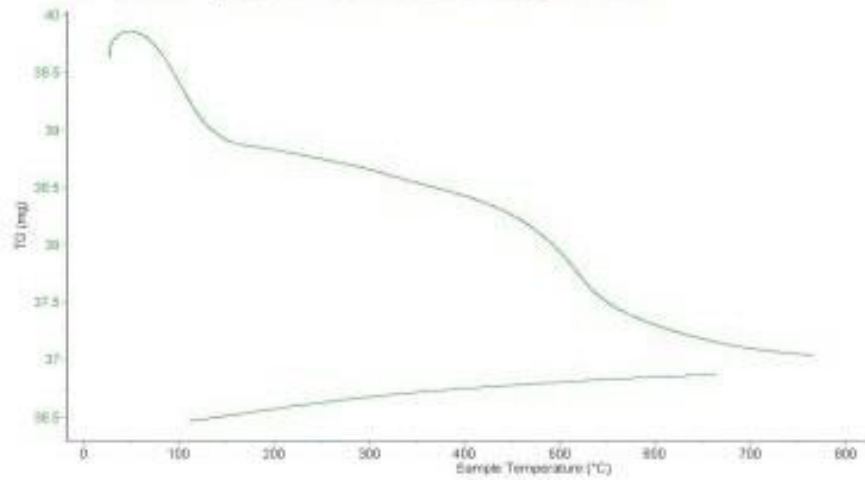


Trujillo, 09 de enero del 2021

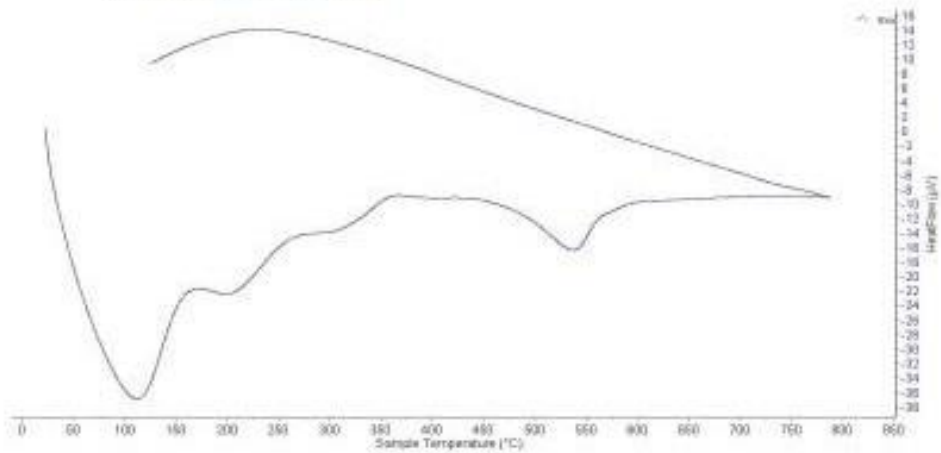
INFORME N° 09 - ENE-21

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termogravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 09 de enero del 2021

INFORME N° 09 - ENE-21

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos importantes caída del material, la primera entre un rango de 70°C hasta 130°C, posteriormente se muestra una caída más intensa entre el rango de 450 y 530° posteriormente la caída es más leve, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 11 % de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar una primera banda endotérmica, aproximadamente a 120, luego a 200°C y más adelante un pequeño pico a aproximadamente 540 °C, todas estas temperaturas podrían indicar cambio estructural y cambio en las características en el material.

Trujillo, 09 de enero del 2021



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



INFORME TÉCNICO N° 0123 – 21 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : DIEGO HERNÁN CARRION LÓPEZ
 - 1.2 DNI : 48346359
2. **FECHA DE EMISIÓN** : 28 / 01 / 2021
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ARCILLA CALCINADA
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 24.2°C; Humedad relativa: 61%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : Espectrómetro de fluorescencia de rayos x de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. **RESULTADOS**
 - 8.1 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Silicio (Si)	43.126	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Aluminio (Al)	29.408	
Hierro (Fe)	14.337	
Magnesio (Mg)	4.631	
Calcio (Ca)	4.604	
Potasio (K)	2.613	
Titanio (Ti)	0.976	
Azufre (S)	0.521	
Manganeso (Mn)	0.280	
Fósforo (P)	0.261	
Arsénico (As)	0.136	
Estroncio (Sr)	0.103	

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

8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Aluminio (Al_2O_3)	42.912	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ¹⁹
Óxido de silicio (SiO_2)	31.357	
Óxido de hierro (Fe_2O_3)	10.486	
Óxido de Magnesio (MgO)	7.374	
Óxido de Potasio (K_2O)	4.956	
Óxido de calcio (CaO)	1.840	
Óxido de Titanio (TiO_2)	0.508	
Óxido de fósforo (P_2O_5)	0.272	
Óxido de manganeso (MnO)	0.178	
Óxido de azufre (SO_3)	0.043	
Óxido de Arsénico (As_2O_3)	0.042	
Óxido de Estroncio (SrO)	0.033	

¹⁹ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

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

Bach. Jesús Utano Reyes
Analista
LABICER –UNI

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

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

ANEXO



FIGURA N°1. MUESTRA DE ARCILLA CALGINADA



FIGURA N°2. ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA



INFORME TÉCNICO N° 0122 – 21 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : DIEGO HERNÁN CARRION LÓPEZ
 - 1.2 DNI : 48346359
2. FECHA DE EMISIÓN : 28 / 01 / 2021
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ÓXIDO DE HIERRO
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 24.2°C; Humedad relativa: 61%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de fluorescencia de rayos x de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX 800HS.

8. RESULTADOS
 8.1 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Hierro (Fe)	96.717	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Manganeso (Mn)	0.883	
Silicio (Si)	0.834	
Cobre (Cu)	0.546	
Calcio (Ca)	0.292	
Azufre (S)	0.273	
Fósforo (P)	0.231	
Cromo (Cr)	0.223	

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

8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	97.639	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Óxido de manganeso (MnO)	0.782	
Óxido de silicio (SiO ₂)	0.658	
Óxido de Cobre (CuO)	0.342	
Óxido de calcio (CaO)	0.209	
Óxido de azufre (SO ₃)	0.182	
Óxido de fósforo (P ₂ O ₅)	0.156	
Óxido de cromo (Cr ₂ O ₃)	0.032	

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

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

Bach. Jesús Utano Reyes
 Analista
 LABICER –UNI

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

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

ANEXO

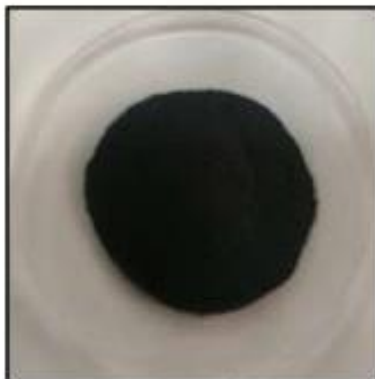


FIGURA N°1. MUESTRA DE ÓXIDO DE HIERRO



FIGURA N°2. ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA

INFORME DE ENSAYO

IE-020921-03

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : DIEGO HERNÁN CARRION LÓPEZ
1.2 RUC : 48346359
1.3 Proyecto/ Tesis : EFECTO DE LA ARCILLA Y ÓXIDO DE HIERRO EN LA REMOCIÓN DE ARSÉNICO CASO: RIO RÍMAC, LIMA 2021.

2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 02 de Setiembre de 2021
2.2 Finalización : 10 de Setiembre de 2021
2.3 Emisión de informe : 10 de Setiembre de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.0 °C
3.2 Humedad Relativa : 57 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODO UTILIZADO

- 4.1 Ensayo solicitado / Método utilizado : Determinación de Arsénico / EPA METHOD 200.7 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
Determinación de pH SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H

5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

TABLA N°1: DATOS DE LAS MUESTRAS (*)

Código de Laboratorio	Tipo de muestra	Descripción
S-2288	Agua de Río	Muestra inicial
S-2289-01	Agua de Río Tratada	Muestra correspondiente a la Jarra A
S-2289-02	Agua de Río Tratada	Muestra correspondiente a la Jarra B
S-2289-03	Agua de Río Tratada	Muestra correspondiente a la Jarra C

(*) Las muestras provenientes del ensayo de jarras, fueron obtenidas siguiendo el procedimiento experimental indicado por el cliente.

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMANO VERGARAY CARRION
QUÍMICO
CQP. 1337

6. RESULTADO

6.1. Resultados Obtenidos

TABLA N°2: RESULTADOS OBTENIDOS DE ARSÉNICO

Código de laboratorio	Ensayo	Unidad	Resultado
S-2260	Determinación de Arsénico	mg/L	0.1727
S-2289-01	Determinación de Arsénico	mg/L	0.0248
S-2289-02	Determinación de Arsénico	mg/L	0.0175
S-2289-03	Determinación de Arsénico	mg/L	0.0110

TABLA N°3: RESULTADOS OBTENIDOS DE pH

Código de laboratorio	Ensayo	Unidad	Resultado
S-2260	Determinación de pH	Unid pH	6.69
S-2289-01	Determinación de pH	Unid pH	7.89
S-2289-02	Determinación de pH	Unid pH	7.73
S-2289-03	Determinación de pH	Unid pH	7.76

6.2. Resultados consecuentes de la prueba de jarras

TABLA N°4: RESULTADOS DE %REMOCIÓN POR JARRA

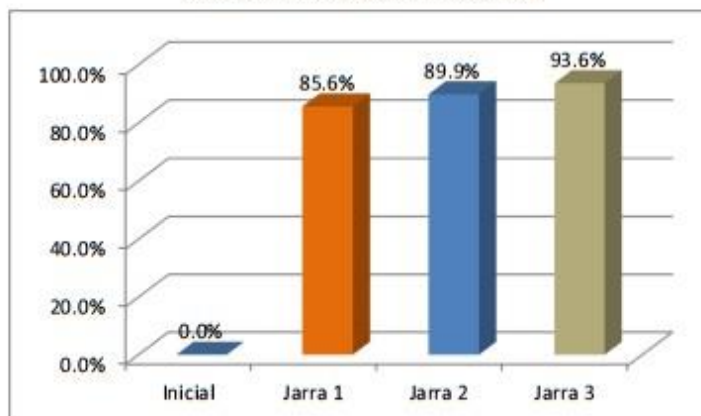
Código de laboratorio	Muestra	Contenido de Arsénico mg/L	%Residual	%Remoción
S-2260	Inicial	0.1727	100.0%	0.0%
S-2289-01	Jarra 1	0.0248	14.4%	85.6%
S-2289-02	Jarra 2	0.0175	10.1%	89.9%
S-2289-03	Jarra 3	0.0110	6.4%	93.6%

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

GRÁFICA N°1: %REMOCIÓN POR JARRA



- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO

Laboratorio de ensayo e investigación



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

ANEXO 3.

PANEL

FOTOGRAFICO

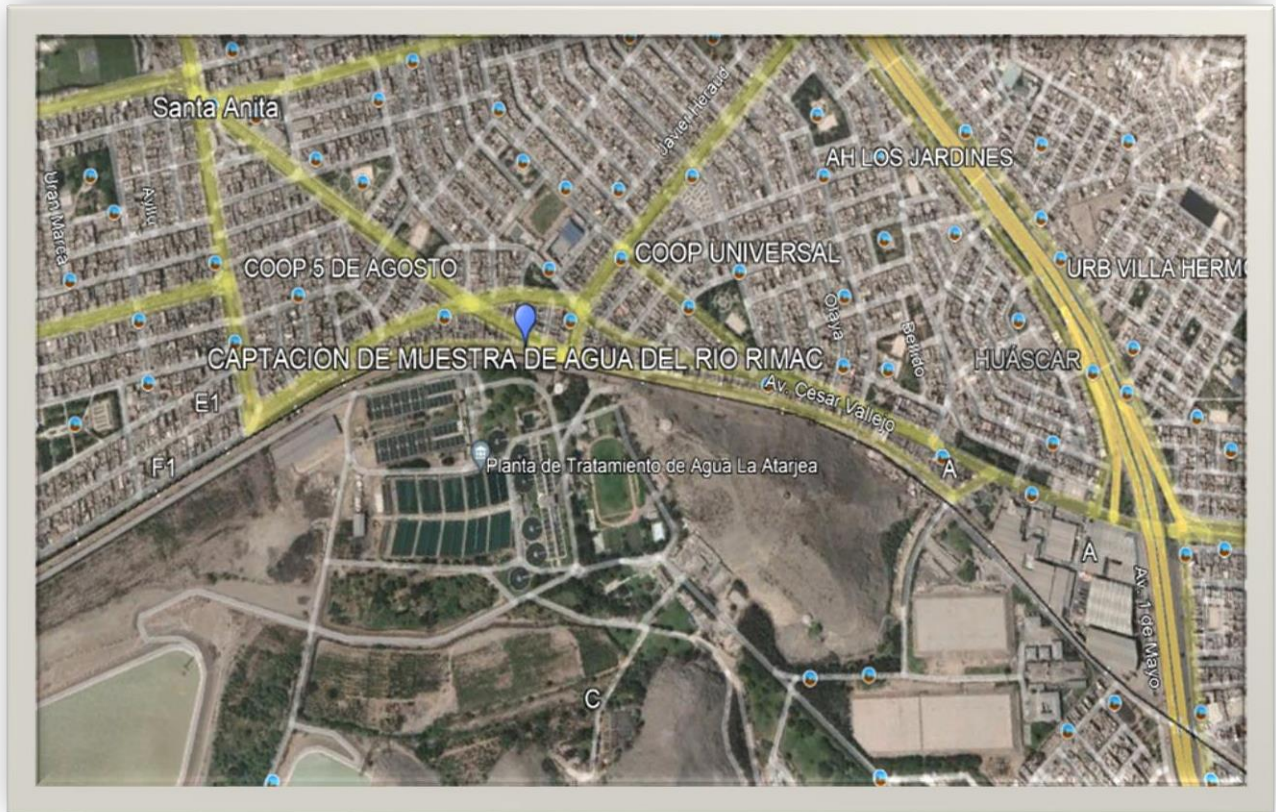


Imagen 01 punto captación muestra del agua



Imagen 2 y 3 Recolección de muestras del agua superficial

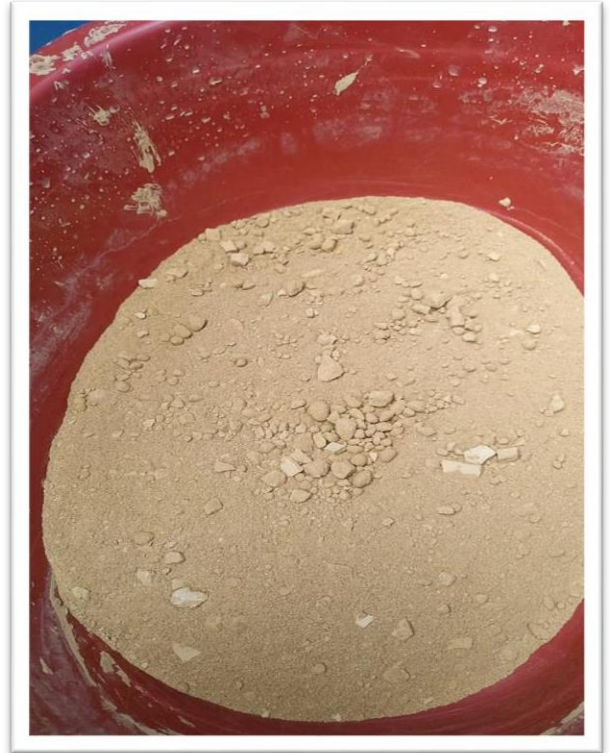


Imagen 4 y 5 Arcilla natural extraída de cantera y trituración de la arcilla



Imagen 6 y 7 Extracción de hierro de la cantera Sider Perú y colocación al ambiente para el proceso de oxidación




Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, Carrión López Diego Hernán, egresado de la Facultad Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: "Efecto de la arcilla y óxido de hierro en la remoción de arsénico caso: rio Rímac, Lima 2021". Es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

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

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

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho 29-10-2021

Apellidos y Nombres del Autor: Carrión López Diego Hernán	
DNI: 48346359	Firma 
ORCID: 0000-0001-9851-7961	