



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Adsorción de arsénico del agua del río constancia mediante el óxido de grafeno, la libertad 2020.**

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

**AUTOR:**

Guevara Baltodano, Denis Henry (orcid.org/0000-0001-7086-8006)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a mis padres por ser pilares fundamentales a lo largo de mi vida y demás familiares que me alentaron a continuar a seguir adelante, por tener guías y amigos que siempre me motivaron a cumplir con mis metas y seguir luchando para forjar un mejor futuro para ellos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarnos y brindarnos paciencia conocimiento y motivación para concluir nuestra etapa profesional y presente investigación.

A la Universidad César Vallejo, nuestra alma mater, y a nuestra escuela de Ingeniería Ambiental que nos ofreció ser parte de esta institución formándonos con educación de calidad.

A mi asesor de tesis Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo, por la paciencia y tiempo dedicado para guiarnos en la investigación y brindarme sus conocimientos.

A mis padres y demás familia por inculcarme los valores y motivarme para seguir con mi vida profesional.

Por último, agradecer a todas las personas que me ayudaron en el desarrollo de mi investigación y personal en laboratorio que me apoyaron y brindaron las comodidades para el desarrollo.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de Figuras .....	viii
Resumen .....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	2
III. MÉTODO .....	24
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	24
• Tipo de investigación.....	24
• Nivel de investigación.....	24
• Diseño de investigación .....	24
3.2. MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS.....	34
3.3. Operacionalización de variables.....	36
3.4. Población, muestra y muestreo .....	37
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	37
3.5.1. Validez y confiabilidad .....	39
3.6. Método y Análisis de Datos .....	39
3.7. Aspectos éticos.....	39
IV. RESULTADOS .....	41
V. DISCUSION .....	85
VI. CONCLUSIONES .....	87
VII. RECOMENDACIONES.....	88
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
IX. ANEXOS.....	93
ANEXO 1: INSTRUMENTOS DE VALIDACION.....	93
ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	108
ANEXO 3: PANEL FOTOGRAFICO.....	110

## Índice de tablas

Tabla N°1: principales métodos de síntesis de óxido de grafeno.....	14
Tabla N°2: Tipo de Arsenio por su toxicidad .....	19
Tabla N°3: Tipo de Arsenio por su toxicidad .....	27
Tabla N°4: Materiales, reactivos y equipos .....	35
Tabla N°5: Operacionalización de variables .....	36
Tabla N°6: Muestreo de agua .....	37
Tabla N°7: Resultados de análisis del agua inicial del Rio Constanca – La Libertad .....	41
Tabla N°8: Temperatura del agua del río constancia.....	42
Tabla N°9: Prueba de Normalidad para la temperatura .....	43
Tabla N°10: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para la temperatura .....	44
Tabla N°11: ANOVA- para la temperatura.....	45
Tabla N°12: Tukey – Comparaciones múltiples para la temperatura .....	46
Tabla N°13: pH del agua del río constancia.....	47
Tabla N°14: Prueba de Normalidad para el pH .....	48
Tabla N°15: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para el pH .....	49
Tabla N°16: ANOVA- para el pH.....	50
Tabla N° 17: Tukey – Comparaciones múltiples para el pH .....	51
Tabla N°18: conductividad eléctrica del agua del río constancia .....	52
Tabla N°19 Prueba de Normalidad para la conductividad eléctrica .....	53
Tabla N°20: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para la conductividad eléctrica .....	54

Tabla N°21: ANOVA- para la Conductividad eléctrica .....	55
Tabla N°22: Tukey – Comparaciones múltiples para la conductividad eléctrica.....	56
Tabla N°23: potencial redox del agua del rio constancia .....	57
Tabla N°24: Prueba de Normalidad para el potencial redox.....	58
Tabla N°25: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para el potencial redox .....	59
Tabla N°26: ANOVA- para el potencial redox.....	60
Tabla N°27: Tukey – Comparaciones múltiples para el potencial redox .....	61
Tabla N°28: oxígeno disuelto en agua del río constancia.....	62
Tabla N°29: Prueba de Normalidad para el oxígeno disuelto .....	63
Tabla N°30: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para el oxígeno disuelto .....	64
Tabla N°31: ANOVA- para el oxígeno disuelto .....	65
Tabla N°32: Tukey – Comparaciones múltiples para el oxígeno disuelto .....	66
Tabla N°33: turbidez del agua del rio constancia.....	67
Tabla N°34: Prueba de Normalidad para la turbidez .....	68
Tabla N°35: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para la turbidez.....	69
Tabla N°36: ANOVA- para la turbidez .....	70
Tabla N°37: Tukey – Comparaciones múltiples para la turbidez .....	71
Tabla N°38: tratamiento con oxido de grafeno en el agua de rio constancia.....	72
Tabla N°39 Prueba de Normalidad para el arsénico .....	73
Tabla N°40: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para el arsénico ....	74

Tabla N°41: ANOVA- para el arsénico .....	75
Tabla N°42: Tukey – Comparaciones múltiples para el arsénico.....	76
Tabla N°43: concentración de arsénico en GO .....	77
Tabla N°44: Prueba de Normalidad para el arsénico en el óxido de grafeno .....	78
Tabla N°45: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para el arsénico en el óxido de grafeno.....	79
Tabla N°46: ANOVA- para el arsénico en el óxido de grafeno .....	80
Tabla N°47: Tukey – Comparaciones múltiples para el arsénico en el óxido de grafeno .....	81
Tabla N°48: En esta tabla se logra observar los resultados de la humedad del grafito .....	82
Tabla N°49: Resultados de Materia Volátil del grafito.....	82
Tabla N°50: Resultados de cenizas del grafito .....	83
Tabla N°51: Resultados del carbono fijo del grafito .....	83
Tabla N°52: Resultados del poder calorífico del grafito.....	83

## Índice de Figuras

Figura 1: Estructura molecular del grafeno .....	11
Figura 2: Estructuras a partir del grafeno .....	12
Figura 3: Estructura química de óxido de grafeno.....	13
Figura 4: Esquema de obtención de GO por el método de solución de exfoliación .....	14
Figura 5: comparación de procedimientos y rendimientos entre diferentes recetas de preparación de GO .....	16
Figura 6: Principales métodos de obtención de grafeno .....	17
Figura N° 7: Origen del Arsénico de Restos de Minerales .....	19
Figura 08: Esquema de la obtención de óxido de grafeno.....	26
Figura 09: Diagrama resumido de metodología de síntesis y purificación de óxido de grafeno mediante método modificado de Hummers.....	30
Figura 10: Síntesis del óxido de grafeno .....	31
Figura 11: Decantación del óxido de grafeno.....	32
Figura 12: Preparación de las muestras de agua para su tratamiento GO.....	32
Figura 13: Pesaje del óxido de grafeno para su aplicación en muestras de agua .....	33
Figura 14: Aplicación del óxido de grafeno a las muestras de agua .....	34
Figura N°15: concentración de arsénico en el agua de rio constancia.....	41
Figura N°16: temperatura agua de rio constancia .....	42
Figura N°17: pH agua de rio constancia .....	48
Figura N°18: conductividad eléctrica agua de rio constancia .....	53
Figura N°19: conductividad eléctrica agua de rio constancia .....	58
Figura N°20: conductividad eléctrica agua de rio constancia .....	63



Figura N°21: Turbidez agua de rio constancia.....	68
Figura N°22: tratamiento con oxido de grafeno agua de rio constancia .....	73
Figura N°23: arsénico en el óxido de grafeno.....	77

## Resumen

El presente trabajo de investigación cuyo título es Adsorción de arsénico del agua del rio constancia mediante el óxido de grafeno, la libertad 2020 tiene como objetivo determinar la eficiencia del óxido de grafeno para la remoción de arsénico a dosis de 0.4g, 0.5g y 0,6g durante tiempos establecidos para depurar agua residual, también se busca nuevos tratamientos de la aguas residuales y contaminadas con metales, con el uso de óxido de grafeno para recuperar el recurso hídrico. Para la obtención del óxido de grafeno se empleó el método de Hummers mejorado, que consistió en la oxidación y exfoliación del grafito mediante la reacción del ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), permanganato de potasio ( $KMnO_4$ ), peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ) y ácido clorhídrico (HCL). Los datos obtenidos durante el tratamiento fueron mediante la aplicación del óxido de grafeno en diferentes dosis y tiempos (0.4g, 0.5g y 0,6g) y en diferentes periodos de tiempo (1, 2 y 3 horas respectivamente), los resultados que se obtuvieron fueron muy favorables debido a que los parámetros fisicoquímicos tuvieron una positiva de lo cual redujo 70% de concentración de arsénico en el agua de 0.25mg/l a 0.19mg/l de arsénico; por otro lado la adsorción del arsénico se determinó mediante la prueba de absorción atómica para verificar el porcentaje de reducción de la concentración del metal.

En conclusión, se logra determinar que el OG tiene efectos muy valiosos e importantes para la adsorción de metales y otros contaminantes en el agua residual y a la misma vez es un método muy sencillo de aplicarlo para la recuperación de aguas.

**Palabras claves:** Oxido de grafeno, arsénico, agua residual.

## Abstract

The present research work entitled Adsorption of arsenic from river water constancy by graphene oxide, Liberty 2020 aims to determine the efficiency of graphene oxide for the removal of arsenic at doses of 0.4g, 0.5g and 0, 6g during established times to purify wastewater, new treatments for wastewater and metals contaminated are also sought, with the use of graphene oxide to recover the water resource. To obtain the graphene oxide, the improved Hummers method was used, which consisted of the oxidation and exfoliation of the graphite by the reaction of sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ), potassium permanganate ( $KMnO_4$ ), hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) and hydrochloric acid ( $HCL$ ). The data obtained during the treatment were by applying graphene oxide at different doses and times (0.4g, 0.5g and 0.6g) and at different time periods (1, 2 and 3 hours respectively), the results that were obtained They were very favorable because the physicochemical parameters had a positive result, which reduced the concentration of arsenic in water by 70% from 0.25mg/l to 0.19mg/l arsenic; on the other hand, the adsorption of arsenic was determined by means of the atomic absorption test to verify the percentage reduction of the metal concentration. In conclusion, it is possible to determine that the OG has very valuable and important effects for the adsorption of metals and other contaminants in the waste water and at the same time it is a very simple method to apply it for the recovery of water.

Key words: Graphene oxide, arsenic, residual water

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al uso de nuevos métodos y tecnologías para la recuperación de aguas contaminadas por metales y otras sustancias por lo cual será empleado la técnica de adsorción con óxido de grafeno ya que es una técnica que se está empleando con más frecuencia para recuperar aguas ya que el grafeno es una de las tecnologías del futuro y también es un material muy duro y de gran conductividad eléctrica ya que a nivel mundial se está empleando en los campos más importantes en soluciones ambientales y en la purificación de aguas para su consumo entre otros, lo cual en la actualidad es de gran relevancia ya que es un gran desafío que enfrenta la humanidad para consumir agua limpia, ya que el recurso hídrico está contaminado lo cual se ha convertido en un problema ambiental y de riesgo total para la población. Esto nos permite buscar materiales y sistemas muy particulares como es sintetizar óxido de grafeno por el método más sencillo que es conocido como el método de Hummers ya que nos permite obtener un mayor rendimiento por lo cual el grafito será sometido a el proceso de oxidación para que así pueda romper sus fuerzas intermoleculares por lo cual tiene como ventaja la síntesis rápida y segura de alto rendimiento respectivamente así mismo se busca implementar nuevas técnicas en donde se cubran la deficiencia.

El uso de tecnología nuevas es para poder darle mayor importancia al uso de nuestros recursos y así darle un valor significativo a la aplicación del óxido de grafeno como un método de recuperación de aguas contaminadas ya que va ser sintetizado el grafito y sus agentes oxidantes en donde se empleara para el tratamiento del agua del rio constancia por lo cual es una buena propuesta para el método que emplearemos en la recuperación de aguas residuales y poder observar lo factible que son para la remoción de metales presentes en el agua dándole una solución al medio ambiente. El método consiste en la elaboración de óxido de grafeno a partir de grafito lo cual va a ser oxidado con óxido de manganeso, permanganato de potasio y ácido sulfúrico para así por obtener lo ya mencionado, es una técnica viable, sencillos, cómoda, confiable muy amigable con el medio ambiente lo cual consiste en emplear óxido de grafeno de forma líquida a distintas concentraciones en diferentes muestras de agua por lo cual serán analizadas y así obtener resultados.

## II. MARCO TEÓRICO

El problema de escases de agua esta incrementado rápidamente debido al crecimiento de la población, contaminación y cambio climático. (Franek et al. 2015). Por lo cual el recurso hídrico es muy fundamental para el desarrollo sostenible, crecimiento económico y sostenibilidad en el medio ambiente. La contaminación en un problema que afecta a la calidad del agua en nuestro país por lo cual es un problema que tenemos, lo cual no podemos lograr su uso eficiente, comprometiendo su calidad y cantidad, a la misma en zonas rurales se está utilizando agua sin algún control ya que ellos carecen de agua potable. (Neira-Fernández 2009).

En el Perú, el 80% de nuestras aguas residuales son desechadas sin un pretratamiento lo cual esas aguas son vertidas en distintos puntos de vertimiento lo cual contaminan los ríos, lagos, áreas costeras de donde las aguas provienen de la industria minera, la extracción de minerales de manera ilegal a gran escala lo cual lo cual se obtiene como resultado las contaminación el agua con metales pesados los cuales son: plomo, zinc, mercurio, arsénico, cadmio, también metales tóxicos que afecta a nuestro ecosistema y medio acuático. (Arronte, 2007). La contaminación del agua por metales pesados de efluentes mineros, encontramos entre ellos el arsénico con una concentración de 1.6620 mg/l, de los cuales son toxico a las aguas del río, quebrada y lagunas que se encuentren en el ecosistema, esto se debe a la falta de información, ya que no se emplea alguna tratamiento para la disposición final, por lo cual el arsénico en el agua es un contaminante muy toxico lo cual trae consecuencias severas a largo plazo en el ser humano por lo que es grave en estas zonas ya que cuentan con fuentes principales para uso y consumo. en consecuencia, afectando al medio ambiente y población ya que el vertido de estos contaminantes es constante a los cuerpos de agua. (Sosa Arias, 2015).

La reducción de los niveles de arsénico en aguas de consumo humano representa uno de los retos ambientales prioritarios a nivel mundial. Existen diferentes técnicas para remover arsénico del agua tales como procesos de membrana (ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa), tratamientos electroquímicos (electrodialisis y electrocoagulación), intercambio iónico, entre otros. Sin embargo, la adsorción ha llamado la atención de los investigadores debido a su alta eficiencia, fácil operación

y bajo costo; aunque se han encontrado con algunas desventajas como la desactivación de su superficie por presencia de iones competitivos. (Diallo, Fromer, & Jhon, 2014)

La concentración de arsénico en el agua, principalmente en el agua subterránea, supera la concentración de 1 000 µg/L. por lo cual en Perú su presencia en las fuentes de agua para consumo humano puede ser de factores naturales de origen geológico, a la explotación minera y a la refinación de metales por fundición, Se han reportado niveles de arsénico en agua de consumo humano por encima del actual límite máximo permisible recomendado por la OMS en agua potable de 10 µg/L, y en la mayoría de los casos los niveles eran superiores a 50 µg/L.(Organización Mundial de la Salud. 2019).

La presente investigación muestra como una de las alternativas técnicas y económicamente viable que permita la adsorción del arsénico con insumos comerciales para así poder logra los objetivos planteados de mejorar la calidad del agua según los límites máximos permisibles de la norma peruana.

MEDINA (2016). Señala realizó su trabajo de investigación lo cual fue titulada Membranas de grafeno y Oxido de Grafeno para la depuración de aguas, ya que su objetivo fue de identificar la mejor manera de emplear este método a base de grafeno y oxido de grafeno en la depuración de agua ya que es una de las alternativas muy eficiente para le reducción de concentración de contaminantes que se encuentren en el agua. Lo cual para lograr obtener o elaborar el óxido de grafeno, a través de oxidación del grafito para luego a través de la exfoliación, así mismo se realizó por el método más sencillo denominado método de Hummers, por lo que este método consiste la oxidación del grafito empleando reactivos no muy contaminantes, por lo cual la investigación se centró en la elaboración de membranas de óxido de grafeno y así poder tener una evaluación y sus características de este método. Se cabe señalar que el uso de membranas elaboradas a partir de grafeno y dióxido de grafeno es una técnica eficiente para adsorción de metales, Pb, Cu, Cd, As, Zn y Cr, también es indicar este método es más eficiente que carbón activado.

FAKHRI (2017). Realizo una investigación denominada Características de Adsorción de Oxido de Grafeno como un Adsorbente sólido para la eliminación de Anilina a partir de soluciones acuosas el trabajo de investigación tuvo como objetivo de investigar como oxidar el grafeno para que sea una buena alternativa de solución para los sistemas acuosos que han sido contaminadas por lo cual a ello se llegó a evaluar su parámetros físicos y químicos pH, dosis adsorbentes, tiempo de contacto y temperatura. Así mismo sus análisis realizados fueron evaluados mediante Harkins-Jura Langmuir, Freundlich y Temkin, con la finalidad identificar las isotermas de equilibrio, se cabe señalar que el óxido de grafeno es un buen método para poder adsorber contaminantes, por lo cual se logró observar que el óxido de grafeno puede ser aplicado para la adsorción de anilina y otros contaminantes en una solución acuosa.

RIVERA (2017). En su trabajo de investigación emplearon *Moringa Oleífera* y carbón activado con la finalidad de mejorar su calidad del agua residual que ha sido usada en el lavado de vehículos del distrito de San Martín de Porres-Lima 2017", su objetivo fue determinar si es factible la remoción de contaminantes en el agua residual de cierto rubro, usando *Moringa Oleífera* y carbón activado. Por lo cual recolecto muestras para realizar la medición de sus parámetros físicos y químicos,

pH, turbidez, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno y aceites y grasas, los resultados que se obtuvieron fueron de 95% con la dosis adecuada es de 140mg/l con una velocidad de 120 RPM en 10 minutos, con el carbón activado tuvo una reducción del 98 % y los parámetros también variaron, turbidez con 2,5 NTU, 97 % de sólidos suspendidos totales, 98% de demanda bioquímica de oxígeno y 99% de aceites y grasas. En conclusión, la Moringa Oleífera es un coagulante eficiente para descontaminación de aguas residuales, al mismo tiempo amigable con el medio ambiente, el carbón activado es eficiente en la descontaminación de agua residuales.

LOVE, MADHABENDRA Y PARTHA (2017). Realizó una investigación en la cual identificaron que el Algodón con revestimiento de óxido de grafeno reducido puede ser empleado como un adsorbente para la separación aceite - agua, fue de objetivo de cómo elaborar y poder reducir el grafeno de manera superhidrofóbica y superoleofílico cubierta por óxido de grafeno. Lo cual este método se pudo realizar de una manera hidrotérmica para que así se pueda separar aceites y grasas para la obtención de los datos fue por medio de (FESEM) en donde nos indica que tiene una estructura ya que está conformada por revestimiento de óxido de grafeno reducido fijada en las fibras de algodón, este método o sistema de depuración es muy efectivo ya que se logró eliminar un 30-40 gramos de aceites al agregar 1 gramo de óxido de grafeno así mismo se logró observar que retienen el 35-50 %.

CHUANTAO, PENG Y AJI (2017). Señalaron que su investigación de Nanofibras de celulosa tiempo autoensambladas biohíbridos que fue sintetizada a partir del óxido de grafeno lo cual será empleado en depurar y purificar agua, esta técnica consistió en cómo lograr determinar nuevas membranas de tratamiento de aguas residuales ya que tienen una capacidad de adsorción y robustez mecánica, este trabajo consistió en elaborar hojas de grafeno y Nanofibras del cual se logró oxidar la celulosa mediante una filtración en vacío de celulosa lo cual lograron observar adsorbente y membranas auto ensamblado las cuales fueron usadas en la purificación del agua. Por lo cual cabe indicar que las estructuras TOCNF y nanoGo tienen una mayor eficiencia para poder elaborar nuevas membranas con ciertas características y así poder tener un resultado positivo en la depuración de aguas contaminadas.



DIVYA, ARUN y VISHNU (2017). Detallaron que investigación titulada Sistema de purificación de agua basada en lot utilizando grafeno lo cual fue de objetivo detallar y poder demostrar cual es uso fundamental y de utilidad el empleo de las nano en purificación de aguas, para la oxidación del grafeno se utilizó el método más común Hummers lo cual tiene por teoría la oxidación del grafito para que la capa de carbono pueda entrar en contacto con las moléculas de oxígeno, por ende logró reducir y así separar las capas de carbono del grafeno, en la duración del experimento lo lograron observar resultados a partir de dos muestra de agua lo cual se usó membranas de nanofiltros, para la muestra 1 de agua se agregó tierra, logró identificar que si la dureza del agua es menor la purificación es 70%, en la 2 muestra de agua conteniendo jabón se logró disminuir su turbidez y redujo la dureza del agua, por consiguiente se puede decir que la eficacia de la membrana de grafeno nano poroso se puede emplear poca energía y así poder obtener agua potable, además si podemos emplear el sistema de IOT nos permite identificar la eficiencia para la depuración de agua.

LIU (2017). Señalaron en su investigación que la Aplicación de óxido de grafeno para depurar agua, lo cual su objetico fue revisar los métodos para poder preparar una membrana a partir del óxido de grafeno, lo cual fue de un recubrimiento por centrifugado, por inmersión y el método capa por capa, y también para empleo o uso. La técnica que lograron emplear fue la elaboración de la membrana de óxido de grafeno por una filtración al vacío, centrifugado, pulverización, inmersión este método capa por capa es un método sencillo, la realización y aplicación es simple, el grosor de la membrana es debe ser del mimo tamaño, ya que dentro de la membrana del óxido de grafeno se encuentran otra membrana de óxido de grafeno modificado. Se recalcó que el uso fue un progreso muy bueno para la elaboración de membranas de grafeno para luego aplicarlos en los tratamientos de aguas, ya que es muy factible y eficaz.

THEBO et al (2018). En su trabajo de investigación referente a membranas altamente estables a partir de óxido de grafeno con una permeabilidad superior fue de objetivo demostrar y elaborar membranas a partir del óxido de grafeno para observar su permeabilidad y su eficiencia de separación de contaminantes

presentes en el agua por medio de grafeno, lo cual consistió en emplear o sintetizar hojas de grafeno para luego obtener el óxido de grafeno utilizando el método de Hummers para así oxidar el grafito con la adición de permanganato de potasio, ácido sulfúrico concentrado y nitrato de sodio al tiempo necesario y a temperatura requerida. Lo cual los resultados fueron que la permeabilidad fue de 10,000 Lm-h-1bar, lo cual lo hace un método mejor y eficiente que la membranas comunes y comerciales y son muy eficientes en los diferentes métodos y depuración de aguas y no causan algún daño al medio.

LAU et al. (2017). Realizaron un trabajo de investigación basado en la Preparación y caracterización de membranas de ultrafiltración de nanocompuestos superhidrofílicos para la depuración de emulsiones con concentración alta en cuerpos de agua, lo que resalto su objetivo fue de la elaboración de membranas de nanocompuestos a base de dióxido de titanio y oxido de manganeso hidratado, así observar cuál es su eficiencia en la depuración de aguas residuales contenido con aceites. En su elaboración se lograron obtener 3 tipos de membranas a partir del empleo de dióxido de titanio, oxido de manganeso hidratado y Filtro de membrana polietersulfona, lo cual una vez concluido el experimento se obtuvieron resultados positivos, 57 y 40 L/m<sup>2</sup> H en agua pura un 33-90% mayor al PES, por consiguiente, la concentración oleosa de 5.000 o 10.000, ya que las membranas con dióxido de titanio y el óxido de manganeso hidrato lograron la eliminación de aceites de 94,5 a 99,6%. Por lo que concluyó teniendo una buena eficiencia de remoción de aceites y otras aguas residuales con el método de membranas de nanocompuestos.

ZENG et al. (2017). Indica su trabajo de investigación a base de Nanocristales de TiO<sub>2</sub> altamente dispersos y nanobarras WO<sub>3</sub> sobre oxido de grafeno reducido, por ende, este trabajo tiene como objetivo de diseñar y a la misma vez indicar como un fotocatalizador será incluido el grafeno, para poder desarrollar soluciones ambientales por lo cual se busca tener resultados de los nanocompuestos de TiO<sub>2</sub> /WO<sub>3</sub> incrementa la inactividad bacteriana a un nivel de luz solar, sus características lograron aumentar sus reacciones para la reducción de O<sub>2</sub> durante el tiempo que demoro el tratamiento, por ende, concluimos que los nanocompuestos con nanocristales y nanorods lograron sintetizar mediante reacción hidrolisis– hidrotermal fácil.

SWEETMAN et al. (2017). Asegura en su investigación basado en Carbón activado, para la preparación de nanotubos de carbono y grafeno, los cuales serán utilizados para depurar aguas, así también se puede informar mediante su objetivo sobre tener eficacia o eficiencia de su rendimiento del método para tratamiento de agua residuales y así poder identificar cuáles son sus propiedades y características. Concluimos que el proyecto realizado explica detallada sus características, el método, y cuáles son sus propiedades del grafeno para los diversos usos en tratamiento de aguas.

TABISH et al. (2018). Nos indica en su investigación síntesis de grafeno poroso empleado en depuración eficiente de aguas residuales, lo cual menciona como objetivo evaluar su efectividad del método, ya que es un método sencillo y bajo costo, ya que para obtener el óxido de grafeno reducido que se realizó mediante un tratamiento térmico sin agregar ningún catalizador, lo cual será analizado el método convencional, obteniendo resultado capacidad positiva de absorción y reciclabilidad en el tratamiento de aguas. Por ende, concluimos que el uso del grafeno es muy efectivo para la adsorción de aceites y contaminantes que infieran en la calidad del agua.

MAHDI et al. (2017). Nos brinda que su trabajo de investigación que el óxido de grafeno es un material bidimensional para la separación de membranas que se empleó en purificación del agua, al tener como objetivo de brindar información como se está empleando las membranas para la eliminación de material contaminante del agua. También señala que su estructura de las membranas de óxido del grafeno son 10nm, por lo cual demostraron su eficiencia para depurar el agua.

ABRAHAM, J., VASU, K., WILLIAMS, C. ET AL (2017). Mencionan que el uso de membranas a partir de óxido de grafeno tiene propiedades de permeacion molecular para el uso de en diferentes casos. Por lo cual se menciona que su uso va a ser limitado por el empleo en la desalinización iónico ya que su diámetro aumenta cada vez que es hidratado con sales comunes. Se menciona que el uso de régimen, que se encuentra por la permeacion de iones se activa térmicamente con barreras de energía, cabe destacar que las tasas de permeacion disminuyen exponencialmente con la disminución del tamaño del tamiz y a la misma vez el

transporte del agua será afectado. Esto último se atribuye a una baja barrera para la entrada de moléculas de agua y grandes longitudes de deslizamiento dentro de los capilares de grafeno.

SUN, P. Z., WANG, K. L. & ZHU, H. W, (2016). En un proyecto lograron el desarrollo de membranas de filtración y poder separar contaminantes, estas se realizaron a partir de grafeno ya que este método nos proporciona una variedad de propiedades lo cual los hace de gran promesa para la desalinización de agua, conductores de protones y almacenamiento de energía, por ello en los últimos tiempo se ha desarrollado como es el transporte de masa por medios de membranas basadas en grafeno, incluidas las redes de grafeno perfecto, membranas de grafeno nanoporoso y óxido de grafeno lo cual tiene una relación con sus aplicaciones potenciales. Esto puede permitir que los investigadores comprender el mecanismo de cómo funciona el transporte de más con membranas a base de grafeno y la síntesis de membranas basadas en grafeno hacia la producción a gran escala para la amplia gama de aplicaciones.

WILLIAMS, C. D. & CARBONE, P, (2016). Lograron en su investigación la eliminación efectiva del tecnecio radioactivo del agua contaminada ya que es de gran importancia para la perspectiva ambiental y la salud pública, sin embargo, hoy en día muchas de las metodologías actuales son altamente ineficaces. En este trabajo, por ende, se logró demostrar que las membranas de óxido de grafeno pueden eliminar tecnecio radioactivo, presente en forma de pertecnetato. En los resultados realizado lograron obtener que las membranas en diferentes características suelen reducir el contaminante de manera efectiva presente en el agua y así mismo se produce la disminución de la energía.

DAS, R., ALI, M. E. (2014). Indicaron en un proyecto que los sistemas acuáticos que son contaminados suelen tener impactos negativos en todo sistema vivo, incluida la flora y fauna terrestre, acuática y aérea. Por lo que la presencia de contaminantes de tamaño micro-nano contaminantes ya que con el aumento del calentamiento global y el cambio climático se plantean grandes amenazas a la disponibilidad de agua dulce. Debido a estos problemas se ha optado por usar o inventar nuevas tecnologías de tratamiento de agua para la eliminación del macro,

micro y nanos contaminantes, y al mismo tiempo se opte por la desalinización del agua en gran medida. Así mismo se logró y se evaluó la fabricación y el funcionamiento de membranas CNT para la desalinización del agua marina y salobre. Por lo cual presentamos problemas y desafíos futuros en los tratamientos de aguas. Este proyecto tiene como gran potencial el uso de la tecnología para la depuración de aguas contaminadas ya que es una crisis hoy en día por la falta de agua dulce.

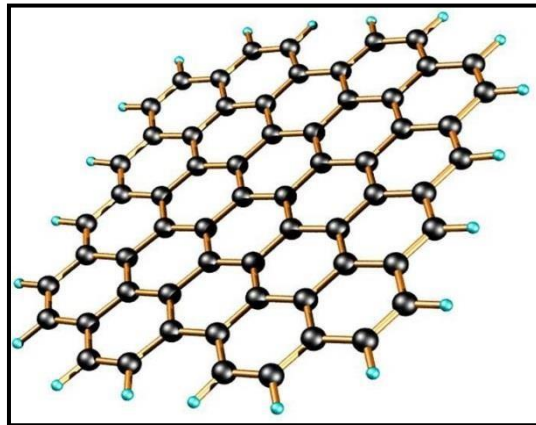
ZHANG, Y., ZHANG, S. & CHUNG, T (2015). Propusieron es su Proyecto brindar una nueva estrategia para la elaboración de membranas de OG a partir de la modificación de enriquecimiento de amina por polietilenimina hiperramificada (HPEI), para diseñar un diseño estable y altamente efectiva en la eliminación de metales pesados mediante nanofiltración (NF) Los resultados de los experimentos se descubrió que HPEI 60K era el agente de postratamiento más efectivo que daba como resultado membranas de estructura GO con una mayor carga superficial y menor resistencia al transporte.

LAWLER J. (2016). Señalo que la minimización de la compensación entre el flujo y la selectividad de las membranas de OG es un área es muy importante para los investigadores ya que continúan elaborando nuevas membranas para su aplicación en los diferentes campos ya sea como industriales de membranas, teniendo así el rechazo de materia orgánica y microorganismos en el tratamiento del agua o la permeacion de sal en la desalinización. Se han investigado con este fin nanoesferas de grafeno y derivados como el óxido de grafeno y el óxido de grafeno reducido. Por lo tanto, se indica que la incorporación de derivados de grafeno en membranas poliméricas para el tratamiento del agua tiene un enfoque en distintas aplicaciones, industriales, la desalinización y la eliminación farmacéutica, donde la mejora de la productividad y la reducción de las características de incrustación se han logrado mediante la incorporación adecuada de nanohojas derivadas de grafeno durante fabricación de membranas.

GAO, S., WANG, D., FANG, W., JIN, J. (2019). Realizaron un Proyecto sobre membranas de alta permeabilidad para que tenga una buena permeabilidad y permitir una separación ultrarrápida y eficiente para la separación de los materiales contaminantes en los efluentes u recursos. Por lo cual indican que se están

desarrollando nuevas membranas ultrafinas con grosor a escala nanométrica y estructuras únicas. Estos materiales son de alta durabilidad y de excelente selectividad en aplicaciones de desalinización de agua, purificación de agua con aceite y separación de gases. También se señala que las técnicas de fabricación y las ventajas de rendimiento de estas membranas se les presenta desafíos muy claros para su aplicación e las posibles direcciones futuras de depuración de aguas contaminadas.

El grafeno es de una forma alotrópica del carbono ya que es un material que tiene como estructura molecular (figura 1) de un cristal bidimensional de forma hexagonal parecido al panel de abejas y su espesor de un átomo, por cual está formado por átomos de carbono y de enlaces covalentes que son generados por superposición de híbridos  $sp^2$  de carbonos enlazados. (Carmona Gonzales, Hernández, & Guinea, 2010).



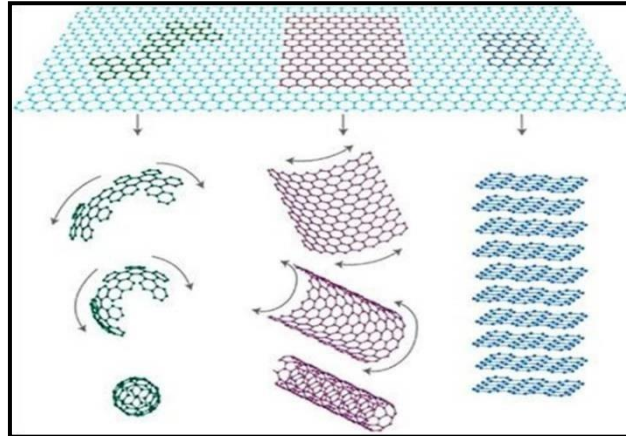
**Figura 1: Estructura molecular del grafeno**

**Fuente: (Carmona Gonzales, Hernández, & Guinea, 2010)**

Cabe señalar que la estructura química del grafeno (figura 2) fue encontrada por los años 30 pero sin embargo se consideró que no eran estables por lo cual en el año 2004 los investigadores Konstantin Novoselov y Andrey K. Geim lograron sintetizar el grafeno por primera vez por lo cual separaron en láminas el grafito usando como técnica cinta adhesiva lo cual quedo un material translucido y resultado de obtención fue la primera capa de grafeno.

Se señala que el grafeno es un material ligero, transparente, flexible, tiene una gran dureza y buen conductor térmico y eléctrico.

El grafeno está formado por cada átomo de carbono por lo cual está unido a otros tres obteniendo así su estructura hexagonal y es la unidad básica de estructura del resto de los elementos del grafito y de sus demás dimensiones. (Geim y Novoselov. 2007).

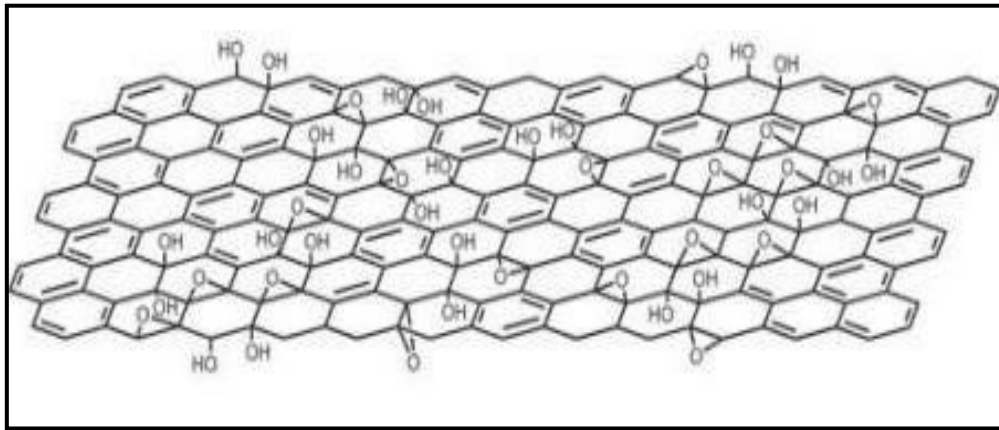


**Figura 2: Estructuras a partir del grafeno**

**Fuente: (Geim y Novoselov. 2007.)**

El óxido de grafeno tiene como estructura atómica dos dimensiones con átomos de carbono arreglados en forma hexagonal y una infinidad de defectos y a su vez existen grupos funcionales oxigenados en sus planos basales y bordes por lo cual resulta una estructura híbrida de átomos de carbono. También cabe señalar que el óxido de grafeno se puede sintetizar por la oxidación del grafito por lo cual hace más fáciles de exfoliar en monocapa de óxido de grafeno por simple agitación o zonificación suave (Krishnamoorthy, Veerapandian, Yun, & Kim, 2013)

Su caracterización del óxido de grafeno se utiliza varias técnicas, pero a medida que las investigaciones aumentan se están sugiriendo al menos seis de ellas de su estructura para así poder tener una más precisa, por lo cual la más precisa lleva el nombre de Lorf-Klinowski y Décány. (Contreras & Briones, 2015). El modelo más conocido es el de Lorf-Klinowski y Décány ya que para ese modelo utilizaron la resonancia magnética molecular en un estado sólido para poder llegar a caracterizar el material, en su estructura el OG en la superficie presenta presencia de alcoholes y éteres terciarios por lo que está ligado al plano basal del OG a través de interacciones de hidrogeno con el oxígeno además señala que los grupos de ácidos carboxílicos están presentes en la periferia en las plaquetas de grafeno. (Dreyer, Park, Bielawski, & Ruoff, 2010).



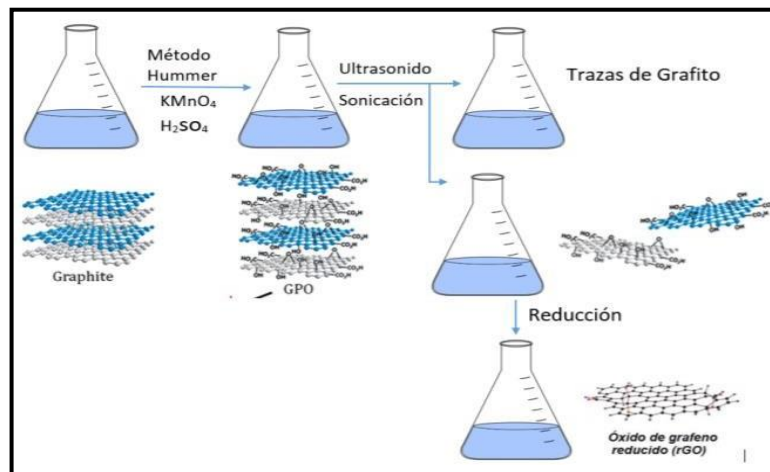
**Figura 3: Estructura química de óxido de grafeno**

**Fuente: (Lerf y Klinowski. 2011)**

La síntesis de grafeno proviene de la fuente del grafito ya que es un factor resaltante en la fabricación del óxido de grafeno ya que comparten la misma estructura química y tiene como diferencia los tamaños de partículas, sus estructuras cristalinas del grafito tienen como semilla para que se pueda desarrollar la oxidación química del grafito, debido a que sus defectos son inherentes es difícil de aclarar el mecanismo de oxidación y sus reacciones. (Gao, 2015).

La purificación que se realiza en la síntesis del OG cabe señalar que es un proceso bien cuidadoso por todos los protocolos que requieren en la síntesis ya que se tiene varias etapas (figura 4) lavado, filtración, centrifugación y diálisis así mismo se cabe indicar que se ha reportado que el OG que este contaminado con sales de potasio puede ser muy inflamable, por ello la expansión del volumen del OG es observado mediante el proceso de lavado con agua destilada, por lo cual se indica que es un proceso muy lento de purificación por lo que se ha introducido la sustitución por el ácido HCL y etanol. (Gao, 2015)





**Figura 4: Esquema de obtención de GO por el método de solución de exfoliación**

**Fuente: (Gao, 2015)**

### 2.3.5.1. Principales Métodos de síntesis de óxido de grafeno

Tabla 1: principales métodos de síntesis de óxido de grafeno

Método	Oxidantes	Solvente	Tiempo de Oxidación	C/O Ratio	Ventajas	Inconvenientes
Brodie	$\text{KClO}_3$	$\text{HNO}_3$	3-4 días	2.16	Muy estable, poco contaminante, poca distancia entre capas	Lento
Staudenmaier	$\text{KClO}_3$	$\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$	4 días	2.6	No reportado	No reportado
Hummers	$\text{NaNO}_3, \text{KMnO}_4$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	1 h	2.25	Rápida reacción, pocos efectos	Muy contaminante y alta degradación

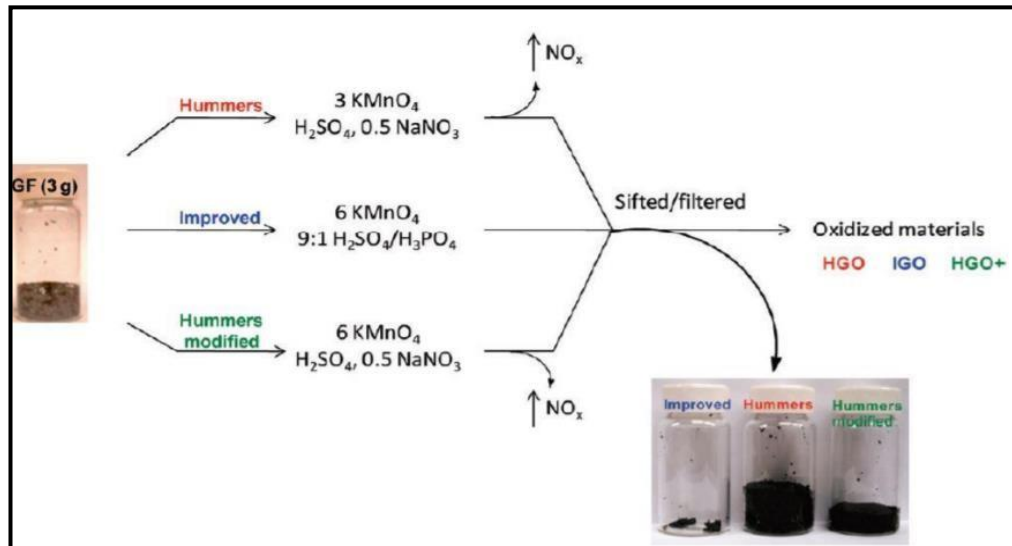
**Fuente: (Zhu, B. Y. et al 2010)**

**Método de Brodie:** El químico británico identifico logro identificar la síntesis del óxido de grafito mientras realizaba el estudio de la estructura del grafito en los años 1859, logro identificar mediante el tratamiento al grafito con la mezcla de  $\text{KClO}_3$  y  $\text{HNO}_3$  a  $60^\circ\text{C}$  durante tres a cuatro días, lo cual obtuvo como resultado de una masa totalmente aumentada. En ese mismo tratamiento realizo el lavado a 35 muestras para que se eliminen las sales presentes que se produjeron por la reacción, luego se secó a  $100^\circ\text{C}$  y de nuevo se puso bajo condiciones de oxidación. Para obtener el resultado requerido se realizó mediante tres tratamientos para así obtener una sustancia de color amarillo claro lo cual no lo cambiaría otro y tratamiento muy adicional a lo realizado, Sin embargo, sus observaciones y

conclusiones fueron limitadas por las teorías y técnicas de caracterización disponibles en ese momento, dejando un espacio enorme para el trabajo y la mejora hasta hoy. (Zhu, B. Y. et al 2010)

Método de Staudenmaier: Este método consistió en realizar las mejoras del trabajo que realizó Brodie. Por lo cual esto consistió en la adición de ácido sulfúrico concentrado para la mejora de la acidez en la mezcla; por ello, se agregaron múltiples soluciones de clorato ( $\text{KClO}_3$  o  $\text{NaClO}_3$ ) durante la reacción. Estos cambios condujeron a que el GO sea un producto altamente oxidado. Sin embargo, este método era muy costoso y también le hacía peligroso, ya que la adición de clorato de potasio dura típicamente más de una semana, y el dióxido de cloro evolucionado necesita ser removido por un gas inerte, mientras que la explosión era un peligro constante. Por lo tanto, la modificación o el desarrollo adicional de este proceso de oxidación aún merece ser investigado. (Zhu, B. Y. et al 2010)

Método de Hummers y sus modificaciones: Este es un método de oxidación muy alternativo para poder obtener OG cabe señalar que este método se realizó con la oxidación de grafito con una mezcla de  $\text{KMnO}_4$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, así logrando niveles similares de oxidación a lo obtenido anteriormente. Una mezcla de ácido sulfúrico concentrado, nitrato de sodio y permanganato de potasio se mantuvo por debajo de  $45\text{ }^\circ\text{C}$  para la oxidación del grafito, finalmente se obtuvo un gel gris pardusco. Después de diluir el agua y el tratamiento con peróxido de hidrógeno, se obtuvo un residuo de óxido de grafito amarillo. De acuerdo con la descripción, el proceso de oxidación finalizó en dos horas, por ende, se obtuvo como resultado final que el grado de oxidación es mucho mayor que el método de Staudenmaier. En términos generales, los métodos de Brodie, Staudenmaier y Hummers son los tres principales para producir óxido de grafeno a partir de grafito. (Zhu, B. Y. et al 2010)



**Figura 5: comparación de procedimientos y rendimientos entre diferentes recetas de preparación de GO**

**Fuente: (Marcano, Kosynkin, et al. 2010)**

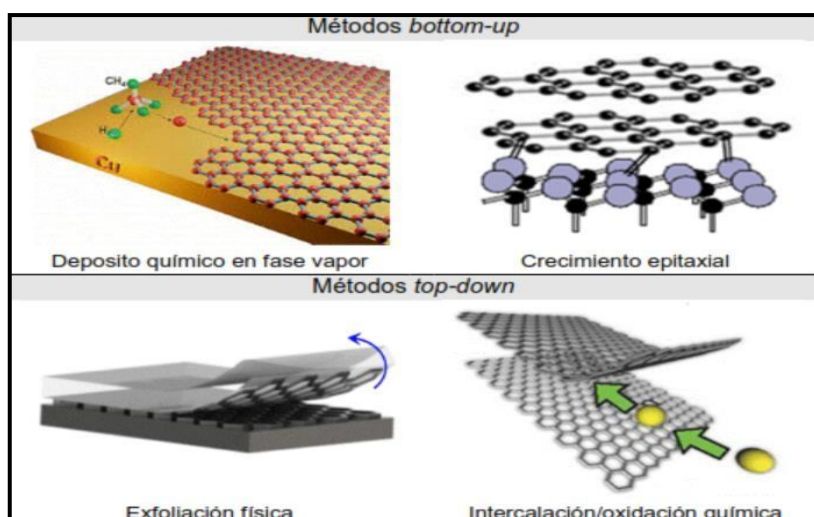
Los diferentes métodos para su obtención pueden agruparse en dos: TOP-DOWN (se parte de un material de espesor micrométrico como el grafito para obtener un grafeno de espesor nanométrico) y BOTTOM-UP (el grafeno obtenido tiene su origen en átomos de carbono generados mediante descomposición de moléculas orgánicas).

Método Bottom – Up (de abajo hacia arriba)

Este método de crecimiento consiste en un recorrido de ultra alto vacío de carburo de silicio (SiC). Ya que su velocidad de sublimación de silicio es mayor que la del carbono, así mismo un exceso de carbono se encuentra en la superficie para reordenarse en forma de hojas de grafeno de alta calidad. Por el contrario, el depósito químico en fase vapor (CVD), hace que la estructura atómica del sustrato sea identificada como semilla para así tener el crecimiento del grafeno. La nucleación y crecimiento de grafeno ocurre por exposición del sustrato metálico de transición, a un gas hidrocarburo en condiciones de ultra alto vacío. Finalmente, la polimerización de moléculas consiste en reacciones de acoplamiento carbono-carbono (Hansora y Mishra, 2015).

## Método Top – Down (de arriba hacia abajo)

En este método se lo clasificamos como un método de exfoliación en fase líquida y vía procesos de oxidación química o electroquímica. Esta fase consiste en la aplicación de forma líquida en los ciclos de ultrasónico de grafito en presencia como disolvente, por lo cual se encuentre en una energía superficial muy cercana al grafito, su finalidad de que la energía interfacial entre el disolvente y el grafeno tenga la facilidad de minimizar las fuerzas de van der Waals entre las capas. Estos métodos químicos básicamente consisten en tres pasos: en la intercalación/oxidación inicial de grafito seguido de una exfoliación mecánica, por ultrasonido o térmica y su eventual reducción a grafeno reducido. (Hansora y Mishra, 2015).



**Figura 6: Principales métodos de obtención de grafeno**

**Fuente: (Hansora y Mishra, 2015).**

La adsorción es el proceso más reportado que permite utilizar una gran cantidad de adsorbentes es un importante fenómeno en la adsorción física, química y biológica en lo que se encuentran; alúmina activada, carbón activado, óxidos e hidróxidos de hierro, hidrotalcitas, caolinitas, silicatos como monomorillonita y zeolitas, óxido de cerio y dióxido de titanio (Oscoco, A., 2014). En cuanto a las condiciones generales para estos adsorbentes convencionales indica que, aunque se tengan altas concentraciones iniciales de arsénico se pueden obtener altos porcentajes de remoción (Mercado, 2013).

## Tipos de adsorción

- Adsorción física o fisorción:

se produce si el adsorbato y la superficie del absorbente interactúan entre sí por medio de las fuerzas de van der Waals, lo cual las moléculas adsorbidas están ligadas a la superficie y al calor de adsorción, si la temperatura aumenta disminuye el proceso de adsorción.

- Adsorción química o quimisorción:

Es cuando las moléculas adsorbidas y reaccionan en la superficie haciendo que formen y rompan enlaces, lo cual hace que la adsorción química no se amplíe más del límite de la monocapa de la superficie.

El arsénico mayormente se le encuentra en la naturaleza (figura 7) distribuido en una concentración de 1,5 a 2,0 mg/L. lo encontramos en compuestos inorgánicos ya que su distribución no es homogénea en el planeta. el arsénico afecta los parámetros hematológicos, bioquímicos e ion regulatorios de los organismos. Exposiciones continuas de organismos acuáticos, a bajas concentraciones de este metal ha dado como resultado la bioacumulación (Kumari et al., 2016). Su origen del arsénico en aguas subterráneas está conformado en base de materiales que se encuentran en los acuíferos y en ello se producen procesos de oxidación y reducción lo cual afecta al recurso presente en ellos. En cuanto a su origen más común del Arsénico es la oxidación en donde encontramos la arsenopita, la escoridita y la oropimenta que lo visualizamos en los diferentes medios, también otro de sus orígenes del Arsénico suele ser ligado con factores antrópicos en la lixiviación de los residuos de industrias de minería y así mismo en el uso de los plaguicidas (Kumari et al., 2016).



**Figura N° 7: Origen del Arsénico de Restos de Minerales**  
**fuelle: (Kumari et al., 2016.)**

Comúnmente la toxicidad del Arsénico se presenta en dos formas aguda o crónica, en cuanto a la primera su consecuencia es por ingerir en altas concentraciones de Arsenio a corto plazo en cambio en la segunda en por la ingestión de pequeñas cantidades en un periodo largo de tiempo, se suele decir que su capacidad de toxicidad es como se asimila al cuerpo. No cabe mencionar que una sustancia como la arsina es la más toxica lo cual es seguida por arsenito, arseniato y otros compuestos orgánicos que contenga este elemento. Lo cual se indica que cuando el Arsenio entra en contacto con el oxígeno forma compuestos inorgánicos, también cuando es absorbida por planta y animales realiza compuestos orgánicos a pesar de sus distribuciones (tabla 2). (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ATSDR, 2005).

Tabla N°2: Tipo de Arsenio por su toxicidad

Fórmula	Nombre	Tipo de compuesto	Estado de oxidación
As(OH) <sub>3</sub>	Ácido arsenioso (arsenito)	Inorgánico	+3
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	Ácido arsénico (arsenato)	Inorgánico	+5
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de arsénico	Inorgánico	+3
CH <sub>3</sub> -As(O)(OH) <sub>2</sub>	Ácido monometilarsónico (MMAs <sup>5+</sup> )	Orgánico	+5
CH <sub>3</sub> -As(OH) <sub>2</sub>	Ácido monometilarsonoso (MMAs <sup>3+</sup> )	Orgánico	+3
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -As(O)(OH)	Ácido dimetilarsínico (DMAs <sup>5+</sup> )	Orgánico	+5
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -As(OH) <sub>2</sub>	Ácido dimetilarsonoso (DMAs <sup>3+</sup> )	Orgánico	+3

**Fuente: Carter et al., 2003.**

Se afirma que la minería es la columna vertebral de la economía del Perú, teniendo en cuenta que las regiones donde se realiza esta actividad extractiva se benefician con la transferencia de canon minero y la promoción de recursos para el desarrollo mediante el aporte directo de recursos (Valdez, Y, 2016).

La existencia de importantes recursos minerales en los Andes peruanos crea la posibilidad de que eventuales proyectos mineros de diversa envergadura coincidan en territorios donde se desarrollan actividades de agricultura de la comunidad y las cuencas hidrográficas del país. En el Perú, las comunidades campesinas tienen una relación de codependencia con los ecosistemas de los Andes y ejercen la defensa colectiva del acceso familiar a la tierra y los demás recursos (Conde y Le Billon, 2017).

La minería es el sistema económico que aporta con las divisas, lo cual es generador de residuos peligroso para el medio ambiente lo cual no cuenta con tratamiento significativo y manejo adecuado. (Rimarachin, 2015).

En la actualidad los residuos provenientes de la minería y los efluentes de ella misma se han vuelto muy difíciles para su tratamiento y también riesgosos para el personal que labora allí mismo dentro de sus instalaciones lo cual afecta a la población y medio ambiente cercano a ellos (Rimarachin, 2015).

Los contaminantes derivados de minería contienen gran cantidad de metales pesados lo cual alteran características fisicoquímicas del agua lo cual le hace un agua peligrosa para el consumo y ecosistema.

Los contaminantes de minería se producen en diferentes áreas de la operación, extracción y en procesos de refinado, en la industria minera se utiliza una gran cantidad de recurso hídrico lo cual provoca mayor demanda de agua (Contreras y Gutiérrez, 2015).

Los lixiviados de minería son originados a través los procesos de refinación y relaves de minería, lo cual son usadas en minerías aurífera y polimetálicas, en la minería ilegal se realiza otro método de extracción generando contaminantes en el recurso y uso del recurso hídrico de manera inadecuada en toda su extracción del mineral (Gamarra y Castañeda 2015).

El distrito de shorey está ubicada en la zona alto andina, Región La Libertad la localidad de Quiruvilca por ende tiene una altitud de 4066 metros sobre el nivel del mar a 130 km de la ciudad de Trujillo (Carranza, 2011).

La localidad tiene una extensión de 552,00 kilómetros cuadrados la cual en la actualidad tiene una población de 14295 habitantes, quienes se dedican a la minería ilegal y también presentan actividades agrícolas y agropecuarias.

El distrito en las épocas de inviernos la temperatura desciende a 3 °C presentando lluvias y precipitación y en los tiempos de verano solo llega a los 14 °C, el distrito está a unos metros de Quiruvilca que realiza la refinación y extracción de mineral, está ubicada en la riera del rio de shorey de donde utilizan el agua para sus procesos y a la misma ves lo desechan al rio sin algún tratamiento ocasionando alteración del ecosistema. En la actualidad la industria se encuentra inactiva pero aun así se realiza la extracción del mineral por los pobladores de zona originando una problemática ambiental que afecta a los recursos y ecosistemas (Carranza, 2011).

Indicador en el cual el agua de se encuentra en frialdad o calor en el ambiente, en el recurso hídrico podemos observar sus niveles térmicos del agua que mide en grados centígrados o grados Fahrenheit, lo cual es un parámetro que se debe tener en cuenta en un análisis o tratamiento de aguas (Sotil y flores, 2016, p.31).

Proceso por el cual se da como resultado oxidar. Esto se refiere a generar óxido a partir de una reacción química. El óxido se produce por medio de la combinación de oxígeno con un metal y con otros elementos como los metaloides. (Cardiel, 2009), se cabe indicar que la oxidación es una modalidad para transformar As+3 es especies más rápida para su remoción como As+5. Esta sustancia como el cloro es un oxidante rápido y eficaz, lo cual reacciona como una materia orgánica (Henke, 2009; Litter et al., 2010; Chong et al., 2007).

Parámetro físico que tiene como capacidad conducir o transmitir calor, debido a que se transporta por medio de iones en solución cabe señalar que la conductividad aumenta cuando hay mayor presencia de iones. (Tevés, 2016, p.17)

Parámetro físico en donde se observa una escala de 0 a 14 en la si una sustancia es acido o básico, ya que si el recurso hídrico presenta un pH menor de 7 se



considera como acida y si el mayor a 7 indica que es alcalina, por lo cual se recomienda que este en un rango de 6.5 y 8.5 (Mendoza, 2011, p.24).

Por todo lo mencionado, nos podemos preguntar ¿Cuánto es el nivel de adsorción de Arsénico del agua residual minera del rio constancia de la localidad de shorey empleando el óxido de grafeno? Y como problemas específicos ¿Cuáles serán las condiciones operacionales necesarias para la adsorción de arsénico de las aguas del rio constancia mediante el óxido de grafeno?, ¿Cuál será el tiempo de contacto necesario del óxido de grafeno para adsorber Arsénico de las aguas del rio constancia?, ¿Cuál serán los parámetros físicos y químicos de las aguas del rio constancia después del tratamiento con oxido de grafeno en la localidad de shorey?

La presente investigación se realiza con finalidad de aporta conocimientos sobre las nuevas tecnologías y así mostrar otras nuevas alternativas amigables al medio ambiente lo cual es favorable para la eliminación de contaminantes presentes en los cuerpos de agua, en otras investigaciones se ha estado utilizado el óxido de grafeno para depurar aguas contaminadas por metales por lo cual se ha demostrado que es eficiente y requiere un menor tiempo, sencillo de realizarlo y a bajo costo. lo cual se emplearán nuevas técnicas de depuración lo cual influenciará mucho a las industrias dedicadas a la extracción de mineral y beneficiaria en el desarrollo económico como ambiental para que así puedan tratar sus aguas residuales a bajo costo, por ello utilizando nuevas técnicas el nivel de contaminación del agua será menor.

Asimismo, se pretende reducir sus concentraciones del contaminante mediante técnica que degradan sus características por lo cual se pretende usar el grafito obtenido de los lápices de carbón para así poder realizar la síntesis del óxido de grafeno en lugar de productos químicos que son tóxicos, es por ello que se empleara el óxido de grafeno para posteriormente tratar y reducir su concentración del contaminante presente en rio constancia. En la investigación buscaremos solucionar nuestros objetivos mediante técnicas de recuperación de aguas contaminadas por la minería lo cual afecta a la población, cultivos y ecosistemas, por ello se utilizará el tratamiento mediante oxido de grafeno lo cual se podrá depurar el contaminante presente en los cuerpos de agua.

En tal sentido la hipótesis general es la eficiencia de adsorción de arsénico de las aguas del río Constanza por el óxido de grafeno será del 75%. y sus hipótesis específicas son: Las condiciones operacionales determinarán la eficiencia en la adsorción de arsénico de las aguas del río por el óxido de grafeno, El tiempo mínimo de contacto del óxido de grafeno será de 60 minutos para adsorber el arsénico en las aguas del río Constanza en la localidad de Shorey. los parámetros físicos y químicos de las aguas del río Constanza excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de Shorey.

Por ello que el objetivo general del estudio es: determinar cuánto reduce la concentración de Arsénico del agua residual minera en el río Constanza en la localidad de Shorey empleando el óxido de grafeno. Y sus específicos son: Determinar las condiciones operacionales del óxido de grafeno para la adsorción de arsénico en las aguas del río Constanza Shorey. Determinar el tiempo de contacto del óxido de grafeno para la adsorción de arsénico en las aguas del río Constanza Shorey. Determinar parámetros físicos y químicos antes y después del tratamiento con el óxido de grafeno en las aguas del río Constanza Shorey.

### III. MÉTODO

#### 3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- **Tipo de investigación:**

La investigación es aplicada coincidiendo con Murillo (2008) ya que partimos de investigaciones y antecedentes realizados para la adsorción de Arsénico presentes en el agua de rio constancia.

- **Nivel de investigación:**

La investigación es explicativa por lo que se manipulará el grafito para así obtener el óxido de grafeno, aplicando dosis distintas en los en los análisis en concentraciones diferentes lo cual se diluirá en el agua residual. Según Fidias (2012) la investigación explicativa se basa en obtener el porqué de lo acontecido mediante la relación causa-efecto.

- **Diseño de investigación**

El diseño de la investigación será experimental ya que se aplicará el óxido de grafeno por lo cual se manipulará la variable independiente según Hernández, Fernández. & Baptista. (2014). La investigación experimental es un proceso que se basa a ciertos tratamientos para obtener resultados. Es de enfoque cuantitativo.

**G: 01 - X - 02**

- G: Muestra de agua
- 01: Medición de la concentración de arsénico en el agua
- X: Aplicación del óxido de grafeno
- 02: Reducción de arsénico presente en el agua.

- **Metodología de la investigación**

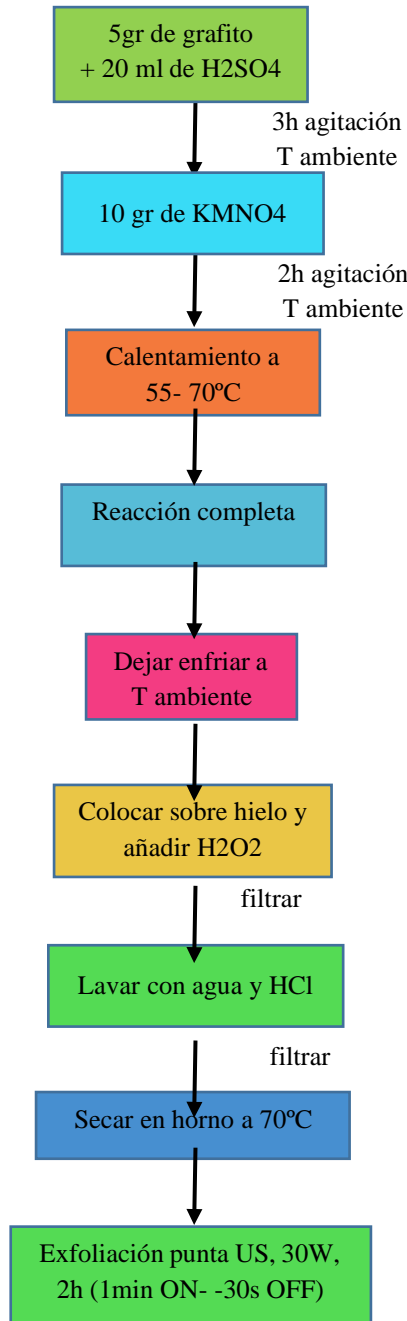
- **Obtención del Óxido de grafeno a partir del grafito (método Hummers).**

El método Hummers fue desarrollado por ser un método de menor contaminación al medio ambiente para obtener el óxido de grafeno, siendo el grafito uno de los principales elementos utilizado para la reducción del Arsénico en aguas contaminada en el Rio Constanica – La Libertad, realizándose la caracterización física y su poder calorífico para determinar la calidad del grafito, habiendo obtenido

resultados óptimos los que fueron analizados de acuerdo con las normas norteamericanas ASTM.

Se pulverizo el grafito a malla 100 en un 99.9% a este se agregó reactivos fuertemente oxidantes como el ácido sulfúrico al 98%, permanganato de potasio al 99%, ácido clorhídrico al 36% y finalmente peróxido de hidrogeno al 30%.

**Procedimiento:**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 08: Esquema de la obtención de óxido de grafeno.**

Se pesó el grafito en un vaso precipitado en la balanza analítica, seguidamente se agregó ácido sulfúrico en baño frío a 8°C, realizando una agitación mecánica, para luego añadir el permanganato de potasio con cuidado a una temperatura de 8°C , observando una coloración verdosa, para luego retirar del baño frío, para calentar la mezcla a 35°C , posteriormente se diluye con agua fría y peróxido lo que hace que tenga un viraje de color amarillo pálido finalmente se filtra con filtro de 0.45 micras, se lava con agua destilada hasta llevarlo a un pH neutro, aquí ya obtenemos el óxido de grafeno, el que se seca a 60°C por dos horas.

Tabla N° 3: Reactivos Utilizados en la Reacción del Oxido de Grafeno

Código	Peso de grafito (gr)	Vol. Ácido sulfúrico ml	Vol. de ácido clorhídrico ml	Permanganato de potasio gr	Vol. de Peróxido ml
GO-S	5	20	15	10	20

**Fuente: Elaboración propia**

Donde:

GO-S: Oxido de grafeno por síntesis química (método Hummers)

### **Características físicas del grafito de acuerdo con la Norma Norteamericana ASTM**

#### **HUMEDAD (%H)**

(Método ASTM D-2216)

La humedad que se obtuvo después de pulverizar el grafito a una malla 60%-200 pesando la muestra en una balanza analítica en una capsula de crisol, la que fue puesta en una estufa a 105 °C por un tiempo de 2 horas, luego fue retirado y enfriado en un desecador, para pesarlo y así obtener su resultado.

Formula:

$$\%H = \frac{W_{c+mh} - W_{c+ms}}{W_{c+mh} - W_c} \times 100$$

Donde:

Wc: Peso de la capsula

Wc+mh: Peso de la capsula + la muestra seca a 105 °C

Wc+ms: Peso de capsula + la muestra húmeda

Wmh: Peso de la muestra húmeda

### **MATERIA VOLÁTIL (%MV)**

(Método ASTM D-3175-2015)

De acuerdo con el método la muestra que se tomo fue después de realizar la humedad, debido a que el método es continuo, esta fue pesado en un crisol, de porcelana, especial para este tipo de ensayo, posee una tapa para impedir el ingreso del aire, se realiza a 900 °C por 7 minutos, se enfriar y se pesa.

Formula:

$$\% MV = \frac{WC+MS - WC+MMV}{WC+MS - WC} \times 100$$

Donde:

WC: Peso de la tara

WC+MMV: Peso de la tara + la muestra sin MV a 900 °C por 7 minutos

WC+MS: Peso de la tara + la muestra seca

WMS: Peso de la muestra seca por dos horas

### **CENIZAS (%C)**

(Método ASTM D-5142-2015)

La ceniza se obtuvo a partir de la materia volátil, importante para obtener el poder calorífico donde el grafito indicara cual será el poder calorífico esta se realizó a 900 °C por 60 minutos, para que luego sea pesado.

Formula:

$$\% C = \frac{WT+MSV - WT+MC}{WT+SV - WT} \times 100$$

Donde:

WT: Peso de la tara

WT+MC: Peso de la tara + la muestra sin MV a 900 °C por 1 Hora

WT+MMV: Peso de la tara + la muestra de solidos volátiles

WT + MV: Peso de la muestra con MV

### **CARBONO FIJO (%CF)**

(Método ASTM D- 3172-2015)

Es la energía que produce el carbón activado en un proceso físico como la adsorción de algún contaminante que pueda existir en una solución.

Fórmula:

$$\%CF = 100 - (\%Ceniza + \% Sólidos Volátiles)$$

### **PODER CALORIFICO (PC: Kcal/Kg)**

(Método ASTM D-5865-2015)

Fue importante determinar el poder calorífico ya que sus datos obtenidos en el análisis se pudo realizar el método de Hummers para la obtención de óxido de grafeno.

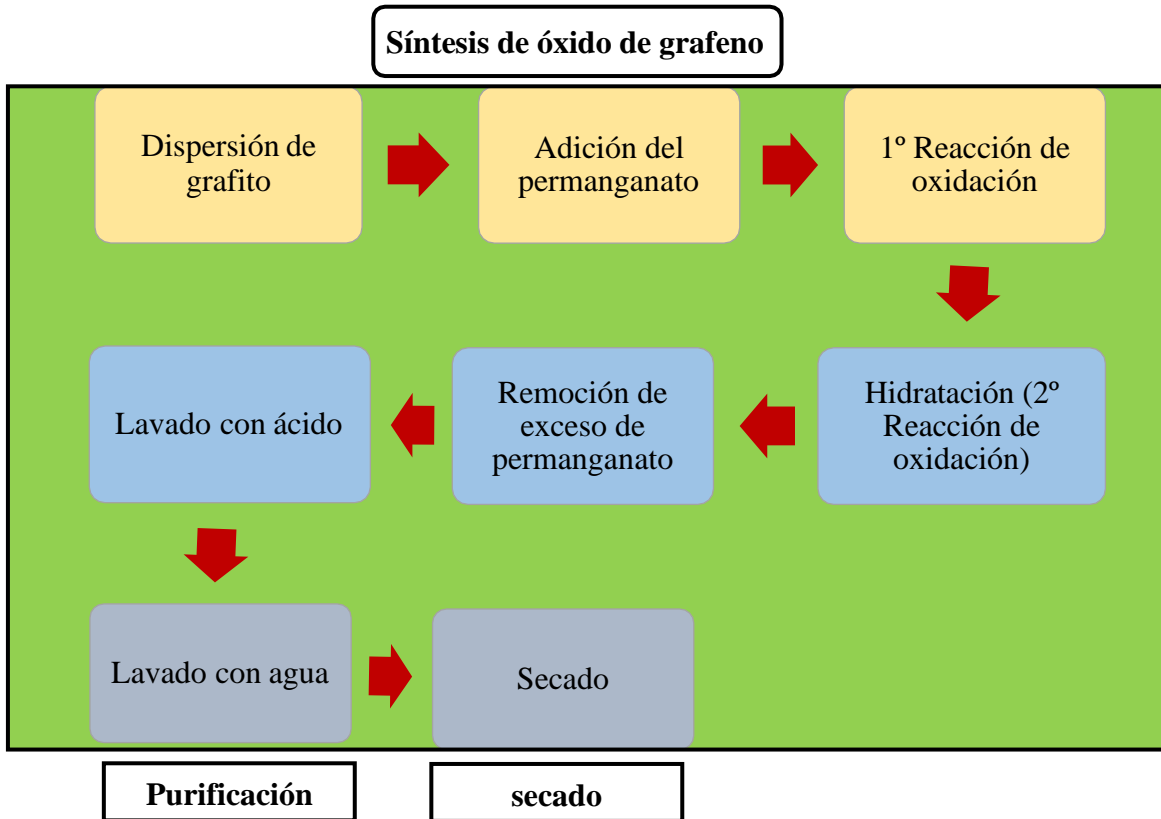
Fórmula:

$$PC (Kcal/kg) = (\text{factor ASTM} \times \%CF) + (\text{Factor ASTM} \times \%MV)$$

- **Síntesis y purificación de óxido de grafeno**

El método de la síntesis del óxido de grafeno será desarrollado mediante el método de Hummers se hace mencionar las siguientes secciones para así obtener el óxido de grafeno con distinto grado de oxidación. Lo cual se espera una variación entre el grafito y el permanganato ya que es un oxidante por lo cual se empleará para la

obtención o producción del óxido de grafeno con el cual debe tener un bajo grado de oxidación, por ende, se debe considerar que las etapas de la oxidación y remoción del permanganato se observa mediante la variación de temperatura por qué se debe de controlar con un baño de hielo.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 09: Diagrama resumido metodología de síntesis y purificación de óxido de grafeno mediante método modificado de Hummers.**

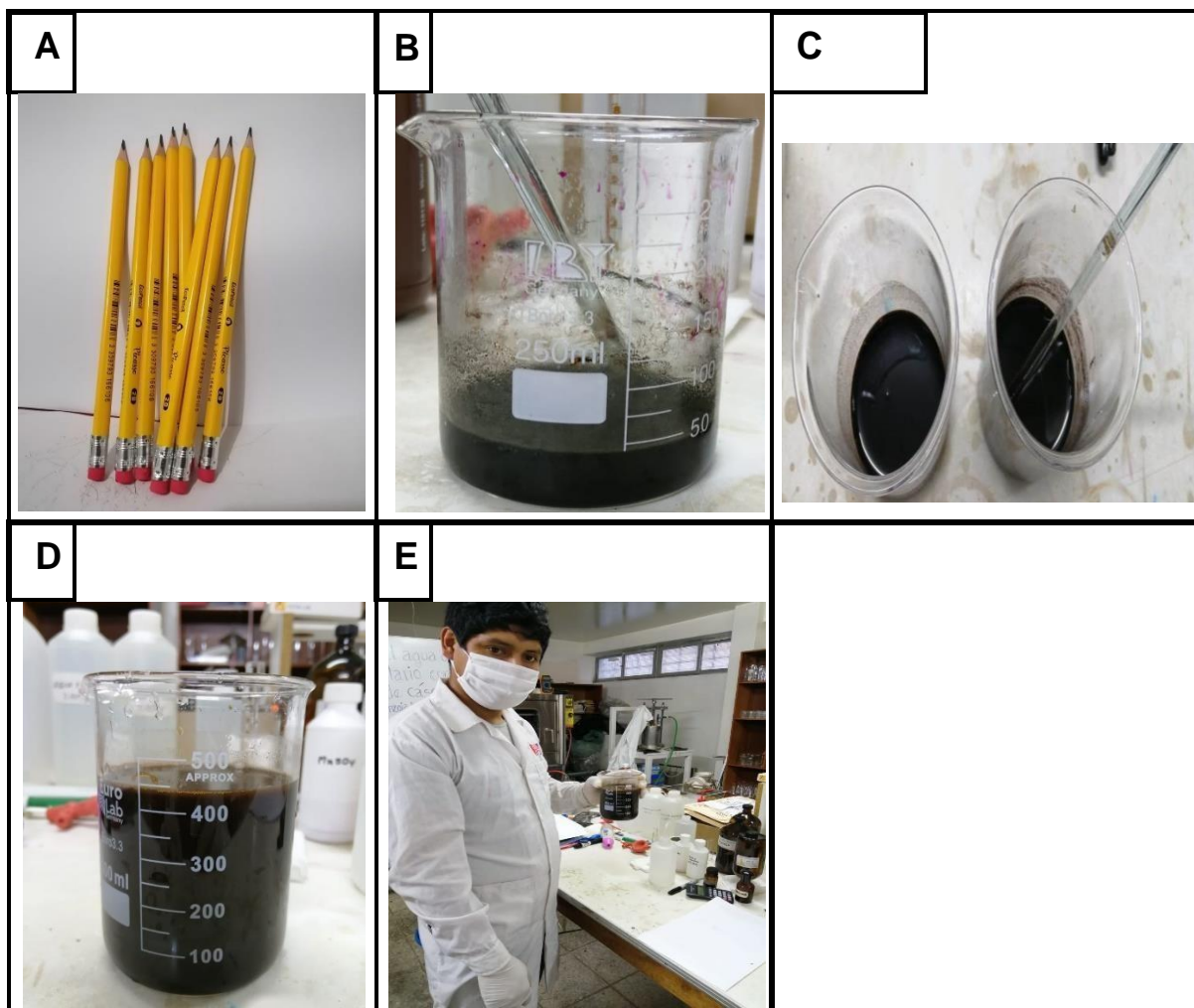
La investigación se realizará en los siguientes pasos:

#### **Paso 1: preparación de la muestra inicial**

Las muestras iniciales fueron preparadas con concentraciones a partir de investigaciones, donde la muestra preparada se le hizo un análisis de PH y temperatura con el Multiparámetro, la concentración del contaminante presente en el agua se realizó a través de adsorción atómica para determinar la concentración inicial del contaminante.



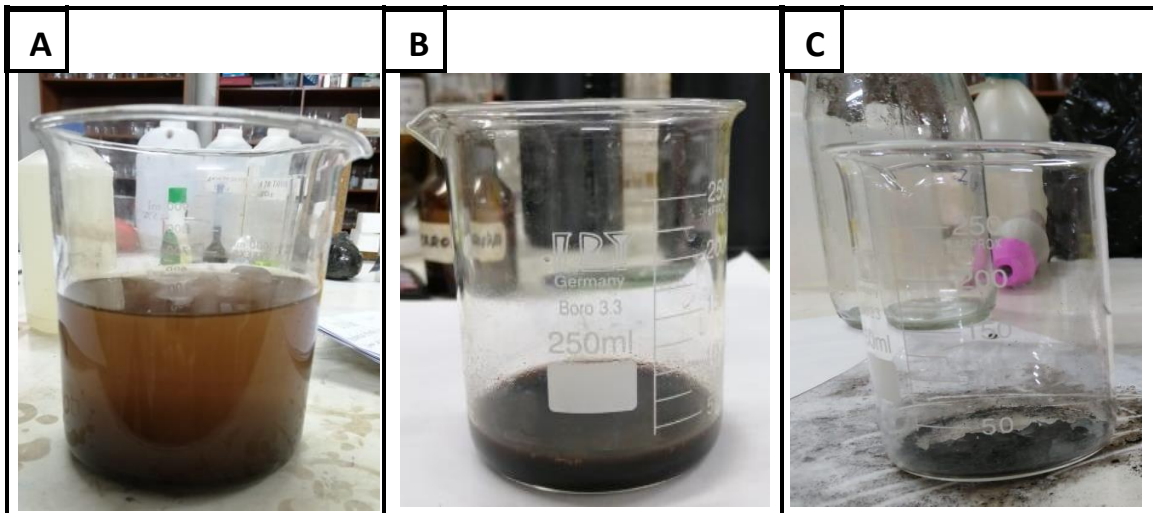
## Paso 2: Síntesis del óxido de grafeno



**Figura 10: Síntesis del óxido de grafeno**

- En primer lugar, se prepara el grafito que ha sido obtenido de los lápices 2B
- luego se en un vaso precipitado de 150ml se preparó la solución.
- Se agregó 10gr de permanganato de potasio, peróxido de hidrogeno 20ml, ácido sulfúrico 20ml y ácido clorhídrico 15ml.
- Se agregó el grafito 5gr y se enraso con agua destilada.

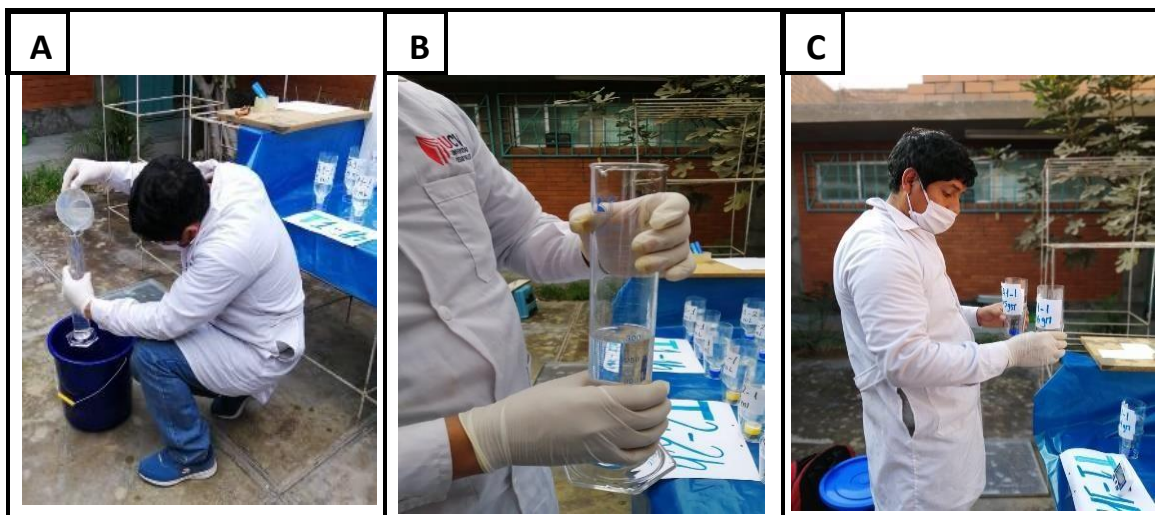
### Paso 3: Decantación del óxido de grafeno



**Figura 11: Decantación del óxido de grafeno.**

- Dejar decantar el grafeno
- Lavar con agua destilada 3 repeticiones
- Filtrar el GO para poder medir su pH hasta volverlo neutro
- Llevar el GO al horno para su secado durante 2 horas

### Paso 4: Preparación de las muestras de agua para su tratamiento con óxido de grafeno

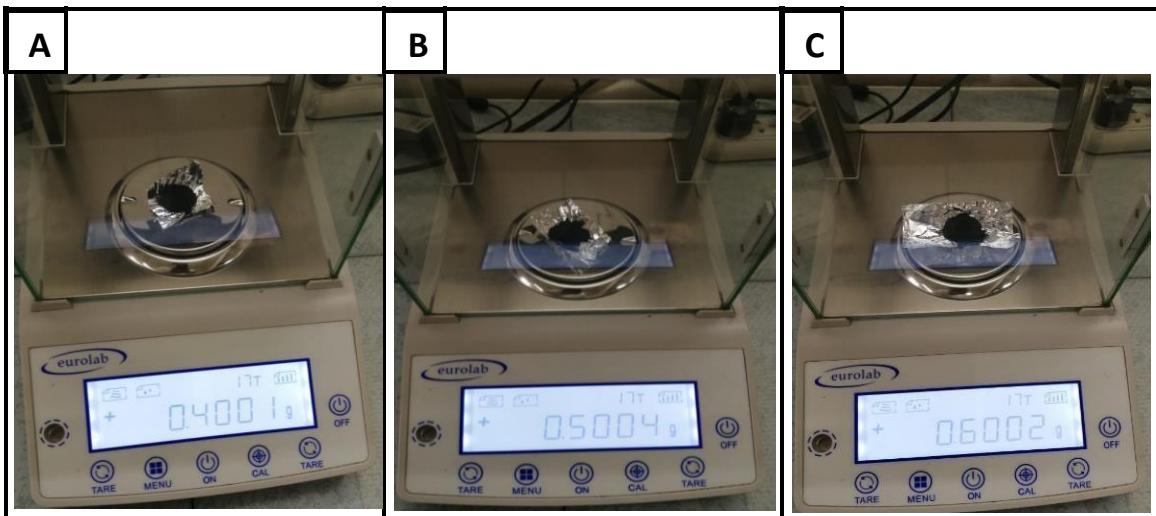


**Figura 12: Preparación de muestras de agua para su tratamiento con óxido de grafeno.**

- Se preparó ubico muestras de agua para su tratamiento
- Cada tratamiento de agua tiene un total de 9 repeticiones
- A cada muestra del tratamiento se agregó 500ml de agua

- El total de muestras de agua fueron de 27 en total

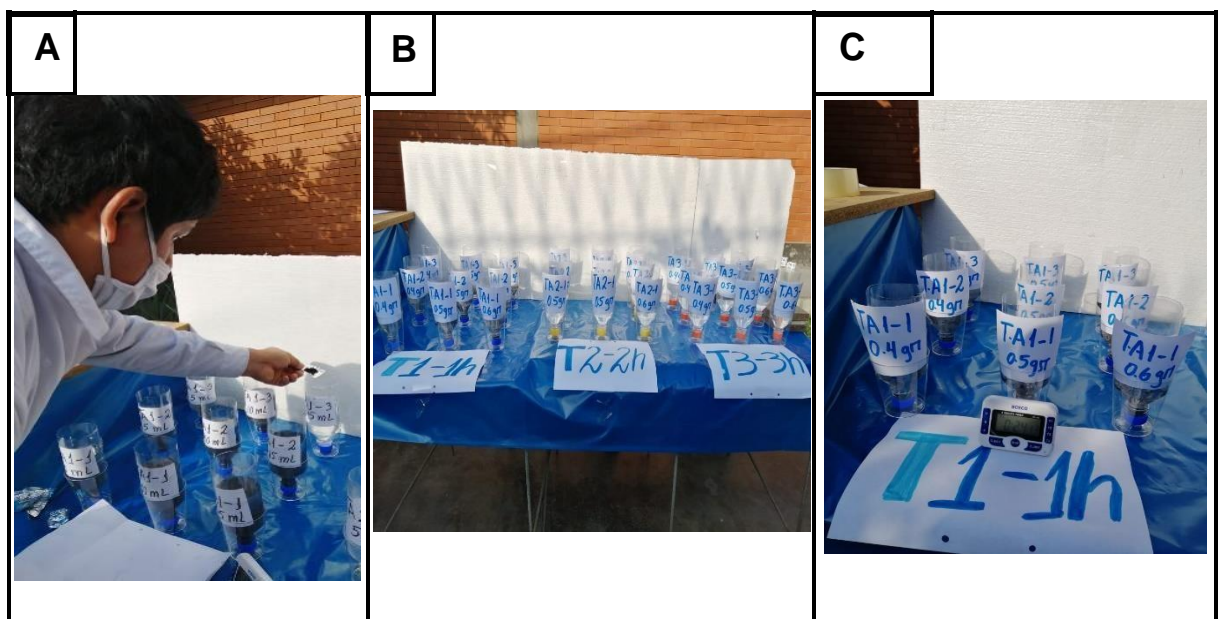
**Paso 5: Pesaje del óxido de grafeno para su aplicación en muestras de agua.**



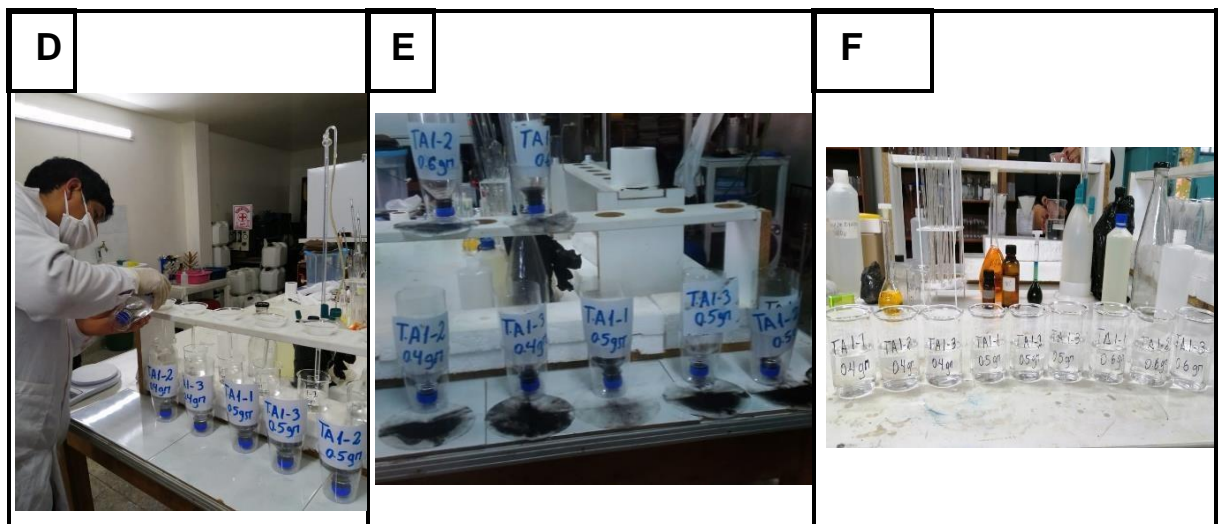
**Figura 13: Pesaje del óxido de grafeno para su aplicación en muestras de agua**

- Se realizó el pesado del óxido de grafeno en 3 dosis
- Las dosis fueron de 0.4 gr, 0.5 gr y 0.6 gr de óxido de grafeno.

**Paso 6: Aplicación del óxido de grafeno a las muestras de agua.**







**Figura 14: Aplicación del óxido de grafeno a las muestras de agua.**

- Luego de pesar el óxido de grafeno se agregó a las muestras de agua
- Cada dosis de óxido de grafeno se le agregó a las muestras de agua
- Luego de agregar el óxido de grafeno esperamos por un tiempo de 1 hora, 2 horas y 3 horas.
- Se retiró el óxido de grafeno de las muestras de agua para analizar su adsorción del metal
- Luego las muestras serán llevadas al laboratorio para su análisis.

### 3.2. MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS

Tabla 4: Materiales, reactivos y equipos

<b>Materiales para determinar el óxido de grafeno</b>	<b>Materiales para las síntesis de óxido de grafeno</b>
Bureta de 10 ml	Vasos beaker de 100 ml y 150 ml
Fiola	Vaso beaker de 1000 ml
Pizeta	Fiola
Embudo Büchner	Bureta de 10 ml y 5 ml
Papel filtro	Mortero
<b>Reactivos</b>	<b>Equipos</b>
Grafito	Balanza analítica
Agua destilada	Agitador magnético
Agua desionizada	Soporte Universal
Permanganato de magnesio	Horno
Peróxido de hidrogeno	Equipo Multiparámetro
Ácido sulfúrico	

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Operacionalización de variables

Tabla 5: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala ò Unidad
<b>Dependiente:</b> adsorción de Arsénico del agua provenientes de la industria minera.	Es la reducción de contaminante presente en el agua proveniente de la industria minera lo cual serán tratadas para su posterior uso y vertido (Mercado, 2013).	La adsorción de Arsénico del agua del rio constancia serán medidos mediante parámetros físicos y químicos.	Parámetros físicos antes y después	Conductividad eléctrica	Us / cm
				Temperatura	°C
			Parámetros químicos antes y después	PH	Acido/ base
				Conductividad eléctrica	Us / cm
			Eficiencia de remoción	Concentración de As	%
<b>Independiente:</b> síntesis de óxido de grafeno	El óxido de grafeno tiene como estructura una red semi-aromatica conformada por átomos de carbono en función a los grupos oxigenados VARGAS (2011)	El óxido de grafeno serán medidas mediante sus características, tiempo de contacto	Característica del óxido de grafeno	Humedad	%H
				cenizas	%C
			Tiempo de contacto	1 hora	minutos
				2 horas	minutos
			3 horas	minutos	

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Población, muestra y muestreo

Fidias G. (2012, p 81), la población conjunta de elementos que posee características comunes, los cuales serán extensibles las conclusiones de la investigación, quedando dentro del problema y los objetivos del estudio. La población se consideró a toda agua residual contaminada por lixiviados de minera rio constancia en la localidad de shorey.

Martínez (2012), la muestra se define como “un conjunto de medidas pertenecientes a una parte de la población” (p.662) la cual debe ser representativa y adecuada. La muestra que se obtuvo fue de 20lt. del agua del rio constancia.

El muestreo de la investigación fue muestreo simple, porque se referencio un punto adecuado.

Tabla 6: Muestreo de agua

Código	Rio	Lugar de análisis	Cantidad de muestra
Pv-0	Constancia	Punto de muestreo	20 litros

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La técnica que se desarrolló en la investigación es la observación lo cual nos permite la obtención de los datos lo cual son necesarios para nuestra evaluación del problema. Este sistema nos permite recolectar datos y comportamiento del fenómeno en tiempo real. (Fidias, 2012, p,69).

Los instrumentos de recolección de datos son, los recursos, dispositivos y/o formatos que se usan para registrar la información obtenida. (Fidias, 2012, p. 68). Los instrumentos de la observación libre o no estructurada como: libreta de campo, cuaderno de notas, etc. (Fidias, 2012, p. 70).

Los instrumentos para poder realizar y obtener la información necesaria y la obtención de resultados fueron:

- **Ficha Recolección de Datos N° 01 – Análisis muestra inicial:**

En esta ficha se registró el código de muestra, tipo de muestra, nombre del soluto, masa del soluto, volumen del disolvente en ml, absorbancia de la muestra, concentración de la muestra, temperatura, PH y observaciones que se tuvieron en el procedimiento.

- **Ficha Recolección de Datos N° 02 – Preparación del óxido de grafeno:**

Esta ficha registró la fecha, el nombre del adsorbente, masa, volumen del disolvente, Temperatura y PH.

- **Ficha Recolección de Datos N° 03 – Concentración final tratamiento de 1-2-3 horas:**

Esta ficha registró la fecha, dosis del óxido de grafeno, concentración inicial del arsénico, arsénico presente en el óxido de grafeno, remoción de arsénico y concentración final del arsénico.

- **Ficha Recolección de Datos N° 04 – Síntesis óxido de grafeno:**

Esta ficha registró código de muestra, fecha de la síntesis, volumen de la solución del reactante, molaridad del reactante, Condiciones de operación (temperatura en que fue puesto al combinar las soluciones) y Resultados de las características del óxido de grafeno.

- **Ficha Recolección de Datos N° 05 – Análisis de la muestra final:**

En esta ficha se registró el código de muestra, tipo de muestra, nombre del soluto, volumen del disolvente en ml, absorbancia de la muestra, concentración de la muestra, temperatura, PH y observaciones que se tuvieron en el procedimiento.



### **3.5.1. Validez y confiabilidad**

Hernández, et al. (2014), validez del instrumento para la evaluación establece que para comparar los resultados se debe tener en cuenta los criterios externos que se pretende medir lo mismo. los instrumentos de análisis que se utilizaron fueron validados por tres expertos profesionales que tienen conocimiento sobre el tema lo cual se les pidió que evaluaran cada ficha del instrumento de la investigación.

Según Hernández, et al. (2014, p. 200), La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.

### **3.6. Método y Análisis de Datos**

Las técnica o método de análisis e datos, se describe como técnicas lógicas o estadísticas para obtener los datos recolectados. (Fidias, G. 2012)

Las herramientas o los métodos de análisis que se utilizarán para el análisis de los resultados obtenidos en el procedimiento para reducir la concentración de metales pesados son mediante Microsoft office Excel 2016 y Origin Pro 8.

También se utilizó método estadístico de shapiro wilk en donde se comprobará los resultados de cada tratamiento. Se empleará el estadístico ANOVA para así determinar la varianza que se encuentra en los valores registrados de los tratamientos y finalmente la prueba de para así poder tener el conocimiento del sobre el tratamiento de la investigación es factible en la adsorción de arsénico.

### **3.7. Aspectos éticos**

Esta investigación muestra como aspectos éticos a referencias bibliográficas, sus respectivas consideraciones de la Universidad César Vallejo que señala el reglamento, lo cual va ser evaluado y analizado

mediante el programa TURNITIN para verificar su autenticidad durante el desarrollo del proyecto de investigación.

También la investigación tiene como propósito aportar a la ciencia para poder conocer más opciones que puedan ayudar al cuidado de los recursos hídricos y finalmente conservar el medio ambiente.

#### IV. RESULTADOS

##### A. Análisis previos

##### Datos de barrido por absorción atómica de la muestra inicial del agua del rio constancia

Tabla N°7: Resultados de análisis del agua inicial del Rio Constanca – La Libertad

Código	Cu (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Zn (mg/L)
MRC -LL	0.18	0.00128	0.00045	0.25	0.18

Fuente: Elaboración propia

Donde:

MRC – LL: Muestra del Rio Constanca – La Libertad

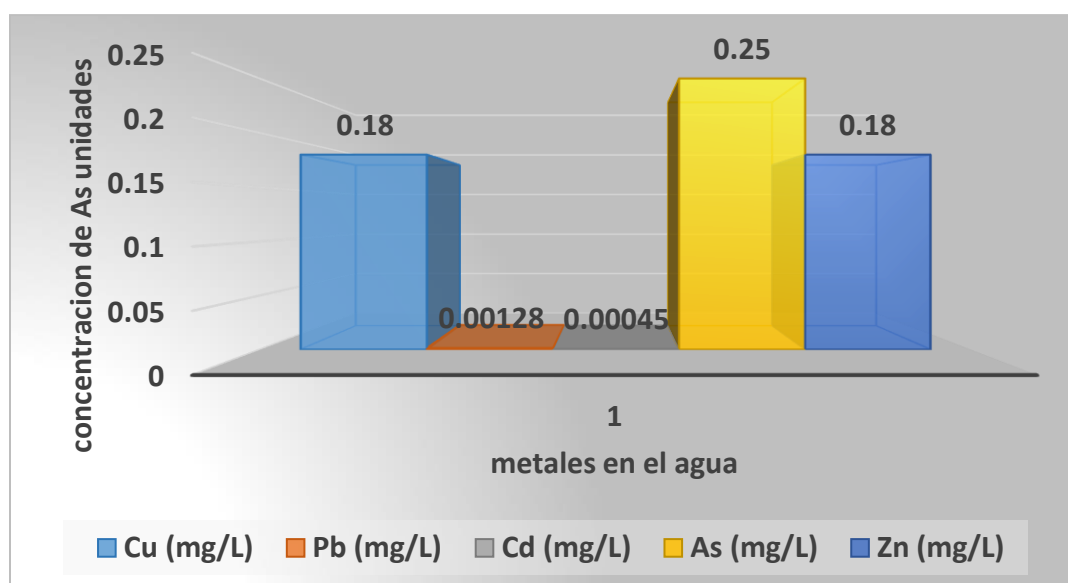


Figura N°15: concentración de arsénico en el agua de rio constancia

Interpretación: Como se observa en el Grafico, se obtienen datos de la concentración inicial del contaminante presente en el agua del rio constancia, mediante un análisis de absorción atómica se logró obtener resultados de una concentración de 0.25 mg/l lo cual indica que excedo los parámetros establecidos para un agua de rio.

- **Condiciones operacionales**

### TEMPERATURA

la temperatura se midió al inicio y al final de la investigación, lo cual se evaluó a cada tratamiento, para este modo evaluar el mejoramiento en la calidad del agua, tras el tratamiento con oxido de grafeno.

Tabla N°8: Temperatura del agua del río constancia

TRATATAMIENTOS	REPETICIONES	Tº C
Tº C inicial	RO	21.6
T1 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	22.70
	R2	22.60
	R3	22.50
	PROMEDIO	22.6
T2 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	21.34
	R2	21.12
	R3	21.11
	PROMEDIO	21.2
T3 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	20.0
	R2	20.01
	R3	20.01
	PROMEDIO	20.0

Fuente: Elaboración propia

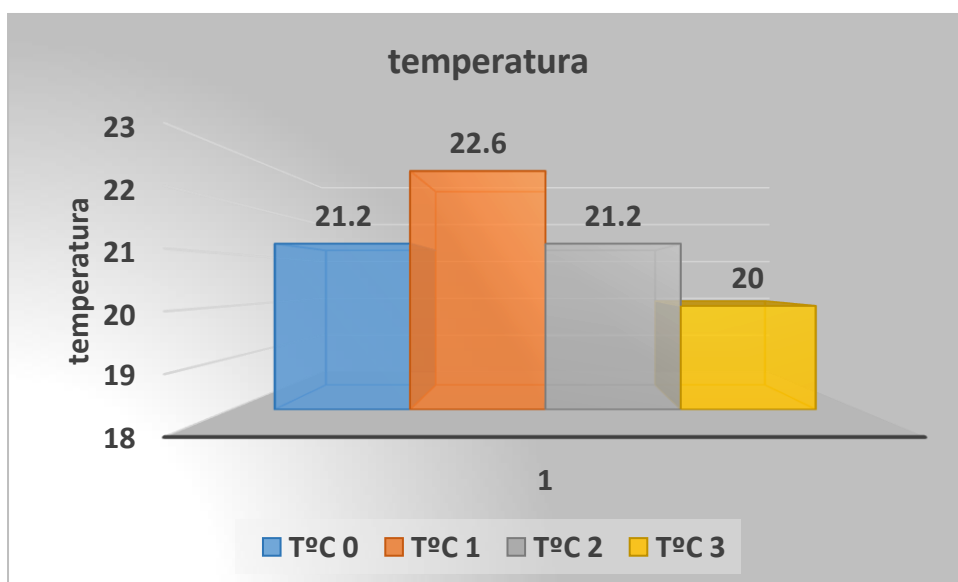


Figura N°16: temperatura agua de rio constancia

**Interpretación:** Como se observa en el Grafico, se obtienen los datos de la temperatura inicial y la temperatura de los 3 tratamientos lo cual nos indica que la muestra de agua durante su análisis se ha mantenido a T° ambiente.

**Tabla N°9: Prueba de Normalidad para la temperatura**

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos y dosis (g)	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	TA1/ dosis (0,4)	,248	3	.	,522	3	,632
	TA1/ dosis (0,5)	,234	3	.	,135	3	,742
	TA1/ dosis (0,6)	,253	3	.	,964	3	,637
	TA2/ dosis (0,4)	,135	3	.	,124	3	,753
	TA2/ dosis (0,5)	,385	3	.	,750	3	,146
	TA2/ dosis (0,6)	,175	3	.	,535	3	,256
	TA3/ dosis (0,4)	,385	3	.	,750	3	,753
	TA3/ dosis (0,5)	,532	3	.	,750	3	,864
	TA3/ dosis (0,6)	,524	3	.	,643	3	,114
a. Corrección de significación de Lilliefors.							

### Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad

Se emplea la prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%.

Tenemos una muestra de 3 repeticiones por 3 dosis y tiempo diferentes

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado / Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla N°10: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para la temperatura**

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura	Se basa en la media	13,808	8	18	,000
	Se basa en la mediana	,896	8	18	,540
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,896	8	2,141	,622
	Se basa en la media recortada	10,967	8	18	,000

### Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del agua, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado / Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 Se asumen que las varianzas no son iguales.

**Tabla N°11: ANOVA- para la temperatura**

ANOVA					
Temperatura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	30,910	8	3,864	2483,860	,000
Dentro de grupos	,028	18	,002		
Total	30,938	26			

**Prueba de hipótesis**

H0: Las condiciones operacionales (Temperatura) no determinaran la eficiencia en la adsorción de arsénico de las aguas del rio por el óxido de grafeno

H1: Las condiciones operacionales (Temperatura) determinaran la eficiencia en la adsorción de arsénico de las aguas del rio por el óxido de grafeno

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

**Resultado /discusión**

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Las condiciones operacionales (Temperatura) determinaran la eficiencia en la adsorción de arsénico de las aguas del rio por el óxido de grafeno.

**Tabla N°12: Tukey – Comparaciones múltiples para la temperatura**

Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: Temperatura					
HSD Tukey					
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos		Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%

		Diferencia de medias (I-J)			Límite inferior	Límite superior
TA1/ dosis (0,4)	TA1/ dosis (0,5)	1,36000*	,03220	,000	1,2472	1,4728
	TA1/ dosis (0,6)	2,68667*	,03220	,000	2,5738	2,7995
	TA2/ dosis (0,4)	,10000	,03220	,106	-,0128	,2128
	TA2/ dosis (0,5)	1,58333*	,03220	,000	1,4705	1,6962
	TA2/ dosis (0,6)	2,69000*	,03220	,000	2,5772	2,8028
	TA3/dosis (0,4)	,13333*	,03220	,014	,0205	,2462
	TA3/ dosis (0,5)	1,59000*	,03220	,000	1,4772	1,7028
	TA3/ dosis (0,6)	2,69000*	,03220	,000	2,5772	2,8028
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

### Prueba de hipótesis

H0: No existe algún cambio o diferencia entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la temperatura

H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la temperatura.

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

### Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la temperatura.

### Potencial de Hidrogeno

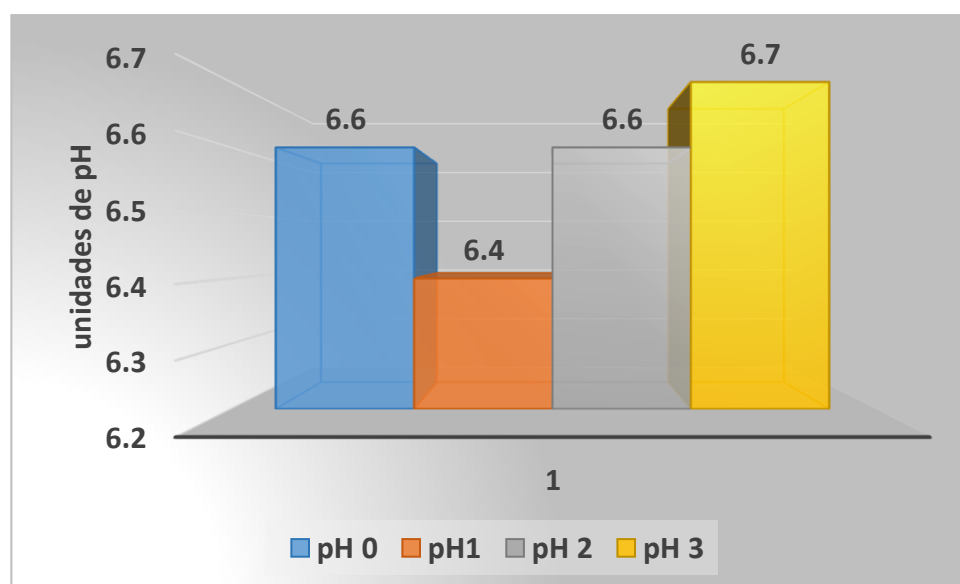
El pH se midió al inicio y al final de la investigación, lo cual se evaluó a cada tratamiento, para este modo evaluar el mejoramiento de la calidad del agua, tras en tratamiento con oxido de grafeno.

Tabla N°13: Potencial de hidrogeno del agua del río constancia



TRATATAMIENTOS	REPETICIONES	pH
pH inicial	RO	6.6
T1 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	6.59
	R2	6.38
	R3	6.30
	PROMEDIO	6.4
T2 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	6.74
	R2	6.54
	R3	6.46
	PROMEDIO	6.6
T3 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	6.8
	R2	6.73
	R3	6.64
	PROMEDIO	6.7

Fuente: Elaboración propia



**Figura N°17: Potencial de Hidrogeno agua de rio constancia**

Interpretación: Como se observa en el Grafico, se obtienen datos de pH, para ello se determinó que antes del tratamiento con el GO, tuvo 6.6, y tras aplicar los tratamientos se observó una variación, constante de los cuales se observó que T1 (1h con GO) disminuyó a un 6.4, T2 (2h con GO) aumentaran a 6.6 se obtuvo un resultado igual al inicial, a diferencia de los tratamiento T3 (3h con GO), el cual incremento a un 6.7, por lo cual cada tratamiento vario más a diferencia del T2 resto de tratamientos.

**Tabla N°14: Prueba de Normalidad para el potencial de hidrogeno**

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadísti co	gl	Sig.	Estadísti co	gl	Sig.
pH	TA1/ dosis (0,4)	,253	3	.	,964	3	,637
	TA1/ dosis (0,5)	,175	3	.	1,000	3	,247
	TA1/ dosis (0,6)	,292	3	.	,923	3	,463
	TA2/ dosis (0,4)	,175	3	.	1,000	3	,397
	TA2/ dosis (0,5)	,253	3	.	,964	3	,790
	TA2/ dosis (0,6)	,175	3	.	1,000	3	,368
	TA3/ dosis (0,4)	,175	3	.	1,000	3	,580
	TA3/ dosis (0,5)	,314	3	.	,893	3	,363
	TA3/ dosis (0,6)	,219	3	.	,987	3	,780
a. Corrección de significación de Lilliefors							

### Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por 3 dosis y tiempo diferentes

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. > 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla N°15: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para el pH**

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
pH	Se basa en la media	1,338	8	18	,288
	Se basa en la mediana	,392	8	18	,911
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,392	8	9,474	,900
	Se basa en la media recortada	1,252	8	18	,327

### **Contraste de hipótesis – Prueba de Levene**

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del agua, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

#### **Prueba de hipótesis**

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

#### **Resultado / Conclusión**

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho: Se asumen que las varianzas son iguales.

**Tabla N°16: ANOVA- para el pH**

ANOVA					
pH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,738	8	,092	315,487	,000
Dentro de grupos	,005	18	,000		
Total	,744	26			

**Prueba de hipótesis**

H0: Las condiciones operacionales (pH) no determinaran la eficiencia en la adsorción de arsénico de las aguas del rio por el óxido de grafeno

H1: Las condiciones operacionales (pH) determinaran la eficiencia en la adsorción de arsénico de las aguas del rio por el óxido de grafeno

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

**Resultado /discusión**

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Las condiciones operacionales (pH) determinaran la eficiencia en la adsorción de arsénico de las aguas del rio por el óxido de grafeno.

**Tabla N° 17: Tukey – Comparaciones múltiples para el pH**

Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: pH					
HSD Tukey					
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos y dosis (g)		Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%

		Diferencia de medias (I-J)			Límite inferior	Límite superior
TA1/ dosis (0,4)	TA1/ dosis (0,5)	-,14667*	,01397	,000	-,1956	-,0977
	TA1/ dosis (0,6)	-,23000*	,01397	,000	-,2789	-,1811
	TA2/ dosis (0,4)	,21333*	,01397	,000	,1644	,2623
	TA2/ dosis (0,5)	,05667*	,01397	,016	,0077	,1056
	TA2/ dosis (0,6)	-,13667*	,01397	,000	-,1856	-,0877
	TA3/ dosis (0,4)	,29333*	,01397	,000	,2444	,3423
	TA3/ dosis (0,5)	,13333*	,01397	,000	,0844	,1823
	TA3/ dosis (0,6)	-,05000*	,01397	,043	-,0989	-,0011
*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

### Prueba de hipótesis

H0: No existe algún cambio o diferencia entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto al pH

H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto al pH.

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1,

### Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto al pH.

### CONDUTIVIDAD ELECTRICA

la conductividad eléctrica se midió al inicio y al final de la investigación, lo cual se evaluó a cada tratamiento, para este modo evaluar el mejoramiento de la calidad del agua, tras en tratamiento con oxido de grafeno.

Tabla N°18: conductividad eléctrica del agua del río constancia

TRATATAMIENTOS	REPETICIONES	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
Ce inicial	RO	96.0 us/cm
T1 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	105.56
	R2	134.41
	R3	129.82
	PROMEDIO	123.3 us/cm
T2 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	108.13
	R2	145.06
	R3	130.08
	PROMEDIO	127.8 us/cm
T3 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	111.0
	R2	110.08
	R3	120.10
	PROMEDIO	113.7 us/cm

Fuente: Elaboración propia

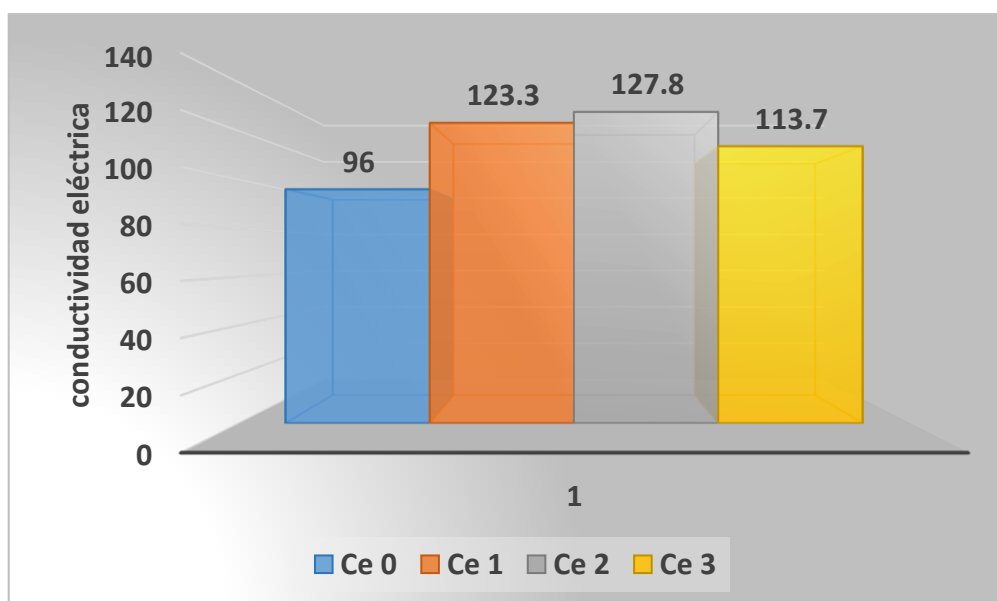


Figura N°18: conductividad eléctrica agua de río constancia.

Interpretación: Como se observa en el Grafico, se obtienen datos de conductividad eléctrica, para ello se determinó que antes del tratamiento con el GO, tuvo 96 uS/cm, y tras aplicar los tratamientos se observó una variación, constante de los cuales se observó que T1 (1h con GO) un 123.3 uS/cm, T2 (2h con GO) aumentaran a 127.8 uS/cm. En el T3 (3h con GO),

el cual disminuyo a un 113.7 uS/cm a diferencia con los demás tratamientos, por lo cual cada tratamiento vario a diferencia del T3 al resto de tratamientos.

**Tabla N°19 Prueba de Normalidad para la conductividad eléctrica**

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos y dosis (g)	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Conductividad eléctrica	TA1/ dosis (0,4)	,314	3	.	,893	3	,363
	TA1/ dosis (0,5)	,253	3	.	,964	3	,637
	TA1/ dosis (0,6)	,253	3	.	,964	3	,637
	TA2/ dosis (0,4)	,253	3	.	,964	3	,637
	TA2/ dosis (0,5)	,314	3	.	,893	3	,363
	TA2/ dosis (0,6)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	TA3/ dosis (0,4)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	TA3/ dosis (0,5)	,328	3	.	,871	3	,298
	TA3/ dosis (0,6)	,175	3	.	1,000	3	1,000
a. Corrección de significación de Lilliefors							

**Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad**

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por 3 dosis y tiempo diferentes

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

**Prueba de hipótesis**

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. ≤ 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. > 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

### Resultado / Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla N°20: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para la conductividad eléctrica**

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Conductividad eléctrica	Se basa en la media	4,184	8	18	,006
	Se basa en la mediana	1,497	8	18	,226
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,497	8	4,928	,343
	Se basa en la media recortada	3,948	8	18	,007

### Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del agua, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

### Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado / Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 Se asumen que las varianzas no son iguales.



**Tabla N°21: ANOVA- para la Conductividad eléctrica**

ANOVA					
Conductividad eléctrica					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4618,297	8	577,287	118260,645	,000
Dentro de grupos	,088	18	,005		
Total	4618,385	26			

### Prueba de hipótesis

H0: Los parámetros físicos y químicos (Conductividad eléctrica) de las aguas del rio constancia no excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

H1: Los parámetros físicos y químicos (Conductividad eléctrica) de las aguas del rio constancia excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Los parámetros físicos y químicos (Conductividad eléctrica) de las aguas del rio constancia excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

**Tabla N°22: Tukey – Comparaciones múltiples para la conductividad eléctrica**

Comparaciones múltiples
Variable dependiente: Conductividad eléctrica
HSD Tukey

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TA1/ dosis (0,4)	TA1/ dosis (0,5)	-2,57333*	,05705	,000	-2,7732	-2,3734
	TA1/ dosis (0,6)	-5,46333*	,05705	,000	-5,6632	-5,2634
	TA2/ dosis (0,4)	- 28,85333*	,05705	,000	- 29,0532	- 28,6534
	TA2/ dosis (0,5)	- 39,50000*	,05705	,000	- 39,6999	- 39,3001
	TA2/ dosis (0,6)	-4,52000*	,05705	,000	-4,7199	-4,3201
	TA3/ dosis (0,4)	- 24,26000*	,05705	,000	- 24,4599	- 24,0601
	TA3/ dosis (0,5)	- 24,51667*	,05705	,000	- 24,7166	- 24,3168
	TA3/ dosis (0,6)	- 14,54000*	,05705	,000	- 14,7399	- 14,3401

\*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

### Prueba de hipótesis

H0: No existe algún cambio o diferencia entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la conductividad eléctrica.

H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la conductividad eléctrica.

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

### Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la conductividad eléctrica.

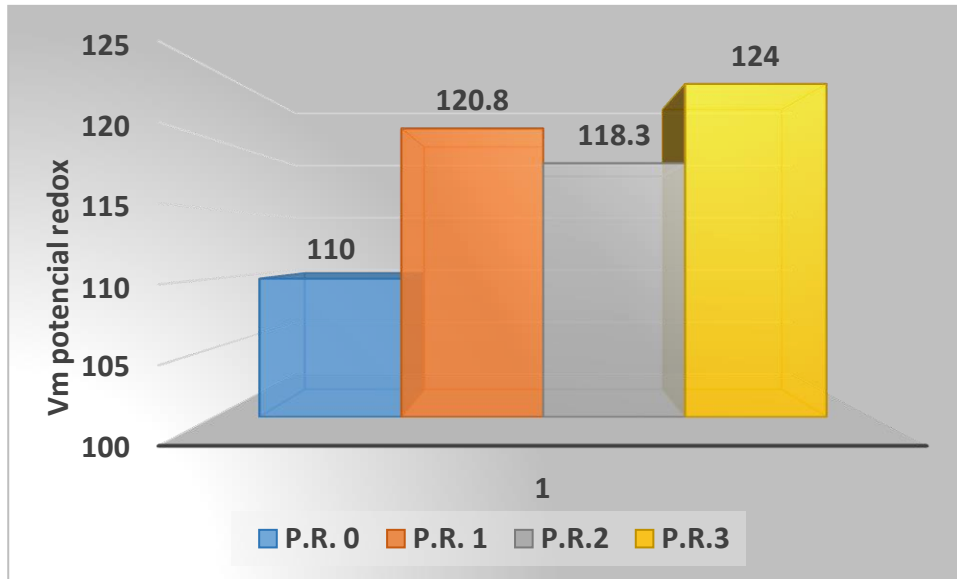
### POTENCIAL REDOX

El potencial redox se midió al inicio y al final de la investigación, lo cual se evaluó a cada tratamiento, para este modo evaluar el mejoramiento de la calidad del agua, tras en tratamiento con oxido de grafeno.

Tabla N°23: potencial redox del agua del rio constancia

TRATATAMIENTOS	REPETICIONES	POTENCIAL REDOX
POTENCIAL REDOX	RO	110.0 Vm
T1 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	112.33
	R2	119.00
	R3	131.00
	PROMEDIO	120.8 Vm
T2 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	111.67
	R2	117.00
	R3	126.33
	PROMEDIO	118.3 Vm
T3 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)	R1	120.0
	R2	122.00
	R3	130.00
	PROMEDIO	124.0 Vm

Fuente: elaboración propia



**Figura N°19: Potencial redox de agua de rio constancia**

Interpretación: Como se observa en el Grafico, se obtienen datos de potencial redox, para ello se determinó que antes del tratamiento con el GO, tuvo 110Vm, y tras aplicar los tratamientos se observó una variación, constante de los cuales se observó que T1 (1h con GO) un 120Vm, T2 (2h con GO) de 118Vm. En el T3 (3h con GO), el cual aumento a 124Vm a diferencia con los demás tratamientos, por lo cual cada tratamiento vario.

**Tabla N°24: Prueba de Normalidad para el potencial redox**

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Potencial Redox	TA1/ dosis (0,4)	,253	3	.	,964	3	,637
	TA1/ dosis (0,5)	,253	3	.	,969	3	,637
	TA1/ dosis (0,6)	,175	3	.	,479	3	,257
	TA2/ dosis (0,4)	,137	3	.	,347	3	,859
	TA2/ dosis (0,5)	,958	3	.	,270	3	,257
	TA2/ dosis (0,6)	,489	3	.	,257	3	,236
	TA3/ dosis (0,4)	,690	3	.	,135	3	,707
	TA3/ dosis (0,5)	,253	3	.	,964	3	,637
	TA3/ dosis (0,6)	,195	3	.	,367	3	,589

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad**

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por 3 dosis y tiempo diferentes

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

**Prueba de hipótesis**

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. > 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

**Resultado /Conclusión**

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla N°25: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para el potencial redox**

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Potencial Redox	Se basa en la media	,387	8	18	,914
	Se basa en la mediana	,150	8	18	,995
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,150	8	13,636	,994
	Se basa en la media recortada	,370	8	18	,923

## Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del agua, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

### Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

### Resultado / Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho: Se asumen que las varianzas son iguales.

### Tabla N°26: ANOVA- para el potencial redox

ANOVA					
Potencial Redox					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1180,963	8	147,620	102,199	,000
Dentro de grupos	26,000	18	1,444		
Total	1206,963	26			

### Prueba de hipótesis

H0: Los parámetros físicos y químicos (Potencial redox) de las aguas del río constancia no excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

H1: Los parámetros físicos y químicos (Potencial redox) de las aguas del río constancia excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

## Regla de decisión

Sig.  $\leq 0,05$  Se rechaza la  $H_0$ , se acepta la  $H_1$ .

Sig.  $> 0,05$  Se acepta la  $H_0$ , se rechaza la  $H_1$

## Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la  $H_1$ : Los parámetros físicos y químicos (Potencial redox) de las aguas del rio constancia excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

**Tabla N°27: Tukey – Comparaciones múltiples para el potencial redox**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Potencial Redox						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TA1/ dosis (0,4)	TA1/ dosis (0,5)	,667	,981	,998	-2,77	4,11
	TA1/ dosis (0,6)	-7,667*	,981	,000	-11,11	-4,23
	TA2/ dosis (0,4)	-6,667*	,981	,000	-10,11	-3,23
	TA2/ dosis (0,5)	-4,667*	,981	,004	-8,11	-1,23
	TA2/ dosis (0,6)	-9,667*	,981	,000	-13,11	-6,23
	TA3/ dosis (0,4)	-18,667*	,981	,000	-22,11	-15,23
	TA3/ dosis (0,5)	-14,000*	,981	,000	-17,44	-10,56
	TA3/ dosis (0,6)	-17,667*	,981	,000	-21,11	-14,23

\*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

## Prueba de hipótesis

$H_0$ : No existe algún cambio o diferencia entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto al potencial redox.

H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto al potencial redox.

Regla de decisión

Sig.  $\leq 0,05$  Se rechaza la  $H_0$ , se acepta la  $H_1$ .

Sig.  $> 0,05$  Se acepta la  $H_0$ , se rechaza la  $H_1$ .

### Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la  $H_1$ : Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto al potencial redox.

### OXIGENO DISUELTO (28)

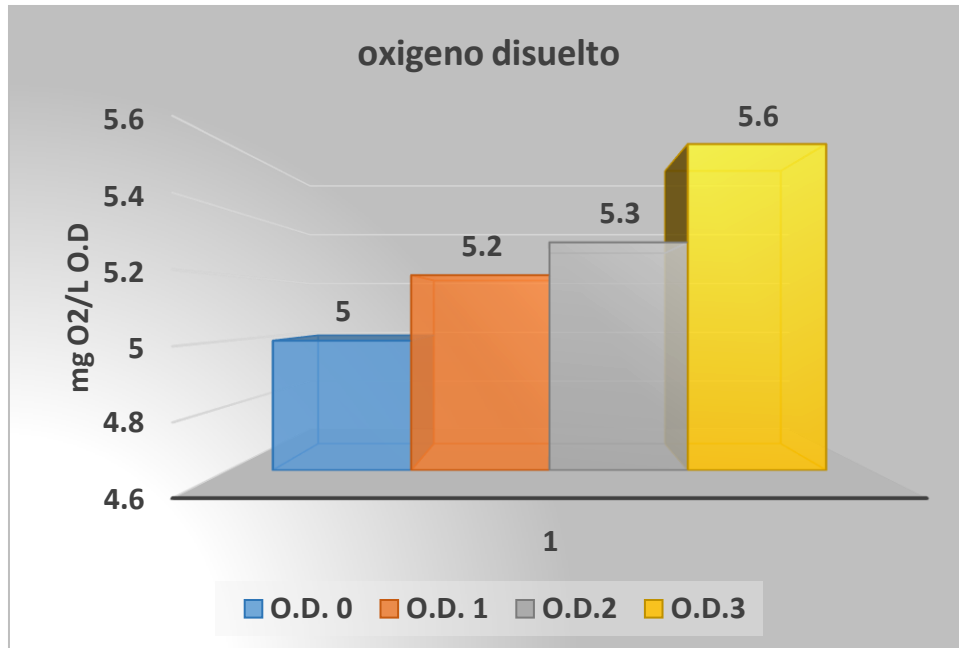
El oxígeno disuelto se midió al inicio y al final de la investigación, lo cual se evaluó a cada tratamiento, para este modo evaluar el mejoramiento de la calidad del agua, tras en tratamiento con oxido de grafeno.

Tabla N°28: oxígeno disuelto en agua del río constancia

TRATATAMIENTOS	REPETICIONES	OXIGENO DISUELTO
<b>OXIGENO DISUELTO</b>	<b>RO</b>	<b>5.0 mg/l</b>
<b>T1 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	5.18
	<b>R2</b>	5.17
	<b>R3</b>	5.22
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.2 mg/l</b>
<b>T2 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	5.19
	<b>R2</b>	5.24
	<b>R3</b>	5.33
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.3 mg/l</b>
<b>T3 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	5.3
	<b>R2</b>	5.54
	<b>R3</b>	5.80
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.6 mg/l</b>

Fuente: Elaboración propia





**Figura N°20: oxígeno disuelto de agua de rio constancia**

Interpretación: Como se observa en el Grafico, se obtienen datos de oxígeno disuelto, para ello se determinó que antes del tratamiento con el GO, tuvo 5mg O<sub>2</sub>/L, y tras aplicar los tratamientos se observó una variación, constante de los cuales se observó que T1 (1h con GO) un 5.2mg O<sub>2</sub>/L, T2 (2h con GO) de 5.3mg O<sub>2</sub>/L. En el T3 (3h con GO), el cual aumento a 5.6mg O<sub>2</sub>/L a diferencia de los demás tratamientos, por lo cual cada tratamiento vario.

**Tabla N°29: Prueba de Normalidad para el oxígeno disuelto**

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Oxígeno disuelto	TA1/ dosis (0,4)	,253	3	.	,964	3	,637
	TA1/ dosis (0,5)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	TA1/ dosis (0,6)	,219	3	.	,987	3	,780
	TA2/ dosis (0,4)	,219	3	.	,987	3	,780
	TA2/ dosis (0,5)	,314	3	.	,893	3	,363
	TA2/ dosis (0,6)	,340	3	.	,848	3	,235
	TA3/ dosis (0,4)	,175	3	.	1,000	3	1,000

	TA3/ dosis (0,5)	,253	3	.	,964	3	,637
	TA3/ dosis (0,6)	,253	3	.	,964	3	,637
a. Corrección de significación de Lilliefors							

### Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por 3 dosis y tiempo diferentes

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. > 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

### Tabla N°30: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para el oxígeno disuelto

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Oxígeno disuelto	Se basa en la media	4,545	8	18	,004
	Se basa en la mediana	,755	8	18	,645
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,755	8	3,861	,661
	Se basa en la media recortada	4,058	8	18	,006

### Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del agua, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

### Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado / Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 Se asumen que las varianzas no son iguales.

**Tabla N°31: ANOVA- para el oxígeno disuelto**

ANOVA					
Oxígeno disuelto					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,072	8	,134	106,089	,000
Dentro de grupos	,023	18	,001		
Total	1,095	26			

### Prueba de hipótesis

H0: Los parámetros físicos y químicos (Oxígeno disuelto) de las aguas del rio constancia no excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

H1: Los parámetros físicos y químicos (Oxígeno disuelto) de las aguas del rio constancia excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

## Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Los parámetros físicos y químicos (Oxígeno disuelto) de las aguas del rio constancia excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

**Tabla N°32: Tukey – Comparaciones múltiples para el oxígeno disuelto**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Oxígeno disuelto						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TA1/ dosis (0,4)	TA1/ dosis (0,5)	-,01333	,02902	1,000	-,1150	,0883
	TA1/ dosis (0,6)	-,15000*	,02902	,002	-,2517	-,0483
	TA2/ dosis (0,4)	,00333	,02902	1,000	-,0983	,1050
	TA2/ dosis (0,5)	-,06333	,02902	,455	-,1650	,0383
	TA2/ dosis (0,6)	-,36667*	,02902	,000	-,4683	-,2650
	TA3/ dosis (0,4)	-,04333	,02902	,845	-,1450	,0583
	TA3/ dosis (0,5)	-,15333*	,02902	,001	-,2550	-,0517
	TA3/ dosis (0,6)	-,62667*	,02902	,000	-,7283	-,5250

\*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

### Prueba de hipótesis

H0: No existe algún cambio o diferencia entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto al oxígeno disuelto.

H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto al oxígeno disuelto.

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. > 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

### Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto al oxígeno disuelto.

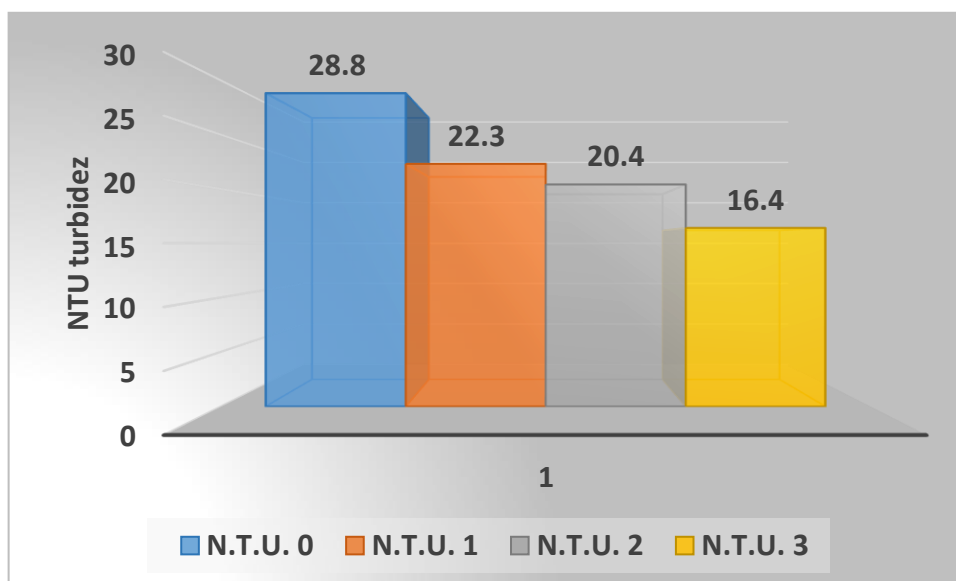
### TURBIDEZ

la turbidez se midió al inicio y al final de la investigación, lo cual se evaluó a cada tratamiento, para este modo evaluar el mejoramiento de la calidad del agua, tras en tratamiento con oxido de grafeno.

Tabla N°33: turbidez del agua del rio constancia

TRATATAMIENTOS	REPETICIONES	TURBIDEZ
<b>TURBIDEZ</b>	<b>RO</b>	<b>28.8 NTU</b>
<b>T1 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	21.50
	<b>R2</b>	22.47
	<b>R3</b>	22.80
	<b>PROMEDIO</b>	<b>22.3 NTU</b>
<b>T2 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	20.33
	<b>R2</b>	20.60
	<b>R3</b>	20.23
	<b>PROMEDIO</b>	<b>20.4 NTU</b>
<b>T3 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	17.0
	<b>R2</b>	16.06
	<b>R3</b>	16.01
	<b>PROMEDIO</b>	<b>16.4 NTU</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura N°21: Turbidez agua de rio constancia**

Interpretación: Como se observa en el Grafico, se obtienen datos de la turbidez, para ello se determinó que antes del tratamiento con el GO, tuvo 28.8 N.T.U, y tras aplicar los tratamientos con G.O se observó una variación, constante de los cuales se observó que T1 (1h con GO) un 22.3 N.T.U, T2 (2h con GO) de 20.4 N.T.U. En el T3 (3h con GO), el cual disminuyo a 16.4 N.T.U, a diferencia de los demás tratamientos, por lo cual cada tratamiento vario.

**Tabla N°34: Prueba de Normalidad para la turbidez**

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Turbidez	TA1/ dosis (0,4)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	TA1/ dosis (0,5)	,219	3	.	,987	3	,780
	TA1/ dosis (0,6)	,219	3	.	,987	3	,780
	TA2/ dosis (0,4)	,253	3	.	,964	3	,637
	TA2/ dosis (0,5)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	TA2/ dosis (0,6)	,219	3	.	,987	3	,780
	TA3/ dosis (0,4)	,175	3	.	1,000	3	1,000
	TA3/ dosis (0,5)	,253	3	.	,964	3	,637

	TA3/ dosis (0,6)	,175	3	.	1,000	3	1,000
a. Corrección de significación de Lilliefors							

### Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por 3 dosis y tiempo diferentes

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. > 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

### Tabla N°35: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para la turbidez

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Turbidez	Se basa en la media	2,105	8	18	,090
	Se basa en la mediana	1,527	8	18	,216
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,527	8	7,776	,284
	Se basa en la media recortada	2,071	8	18	,095

### Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del agua, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

#### Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

#### Resultado / Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho: Se asumen que las varianzas son iguales.

**Tabla N°36: ANOVA- para la turbidez**

ANOVA					
Turbidez					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	167,994	8	20,999	853,755	,000
Dentro de grupos	,443	18	,025		
Total	168,436	26			

#### Prueba de hipótesis

H0: Los parámetros físicos y químicos (Turbidez) de las aguas del río constancia no excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

H1: Los parámetros físicos y químicos (Turbidez) de las aguas del río constancia excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1



## Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Los parámetros físicos y químicos (Turbidez)de las aguas del rio constancia excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.

**Tabla N°37: Tukey – Comparaciones múltiples para la turbidez**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Turbidez						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TA1/ dosis (0,4)	TA1/ dosis (0,5)	1,16667*	,12805	,000	,7180	1,6153
	TA1/ dosis (0,6)	4,47667*	,12805	,000	4,0280	4,9253
	TA2/ dosis (0,4)	-,96667*	,12805	,000	-1,4153	-,5180
	TA2/ dosis (0,5)	,90000*	,12805	,000	,4513	1,3487
	TA2/ dosis (0,6)	5,43667*	,12805	,000	4,9880	5,8853
	TA3/ dosis (0,4)	-1,30000*	,12805	,000	-1,7487	-,8513
	TA3/ dosis (0,5)	1,26667*	,12805	,000	,8180	1,7153
	TA3/ dosis (0,6)	5,49000*	,12805	,000	5,0413	5,9387

\*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

### Prueba de hipótesis

H0: No existe algún cambio o diferencia entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la turbidez.

H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la turbidez.

Regla de decisión

Sig.  $\leq 0,05$  Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $> 0,05$  Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la turbidez.

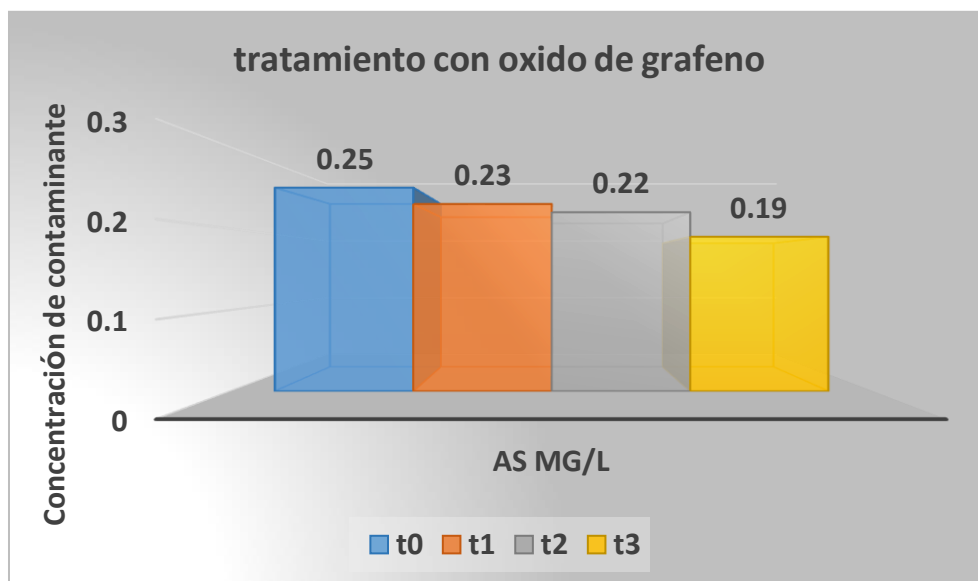
### ADSORCION DE ARSENICO

La concentración de arsénico se midió al inicio y al final de la investigación, lo cual se evaluó a cada tratamiento, para este modo evaluar el mejoramiento de la calidad del agua, tras en tratamiento con oxido de grafeno.

Tabla N°38: tratamiento con oxido de grafeno en el agua de rio constancia.

TRATATAMIENTOS	REPETICIONES	As mg/l
<b>T1 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	0.24
	<b>R2</b>	0.23
	<b>R3</b>	0.22
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.23 mg/l</b>
<b>T2 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	0.23
	<b>R2</b>	0.22
	<b>R3</b>	0.21
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.22 mg/l</b>
<b>T3 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	0.19
	<b>R2</b>	0.19
	<b>R3</b>	0.19
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.19 mg/l</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura N°22: tratamiento con oxido de grafeno agua de rio constancia.**

Interpretación: Como se observa en el Grafico, se obtienen datos de la concentración del contaminante una vez empleado el óxido de grafeno por lo cual la concentración inicial de Arsénico era de 0.25 mg/l lo cual indica que excede los parámetros para un río, tras aplicar los tratamientos con G.O se observó una variación, constante de los cuales se observó que T1 (1h con 0.4, 0.5 y 0.6 gr de GO) se obtuvo un 0.23 mg/l, T2 (2h con 0.4, 0.5 y 0.6 gr de GO) fue de 0.22 mg/l. En el T3 (3h 0.4, 0.5 y 0.6 gr con GO), el cual disminuyo a 0.19mg/l, lo cual indica que el óxido de grafeno es un buen oxidante y logra reducir los contaminantes presentes en el agua.

**Tabla N°39 Prueba de Normalidad para el arsénico**

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Arsénico	TA1/ dosis (0,4)	,219	3	.	,987	3	,780
	TA1/ dosis (0,5)	,314	3	.	,893	3	,363

TA1/ dosis (0,6)	,314	3	.	,893	3	,363
TA2/ dosis (0,4)	,175	3	.	1,000	3	1,000
TA2/ dosis (0,5)	,228	3	.	,982	3	,742
TA2/ dosis (0,6)	,328	3	.	,871	3	,298
TA3/ dosis (0,4)	,219	3	.	,987	3	,780
TA3/ dosis (0,5)	,177	3	.	1,000	3	,963
TA3/ dosis (0,6)	,253	3	.	,964	3	,637
a. Corrección de significación de Lilliefors						

### Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por 3 dosis y tiempo diferentes

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. > 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

## Resultado / Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

**Tabla N°40: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para el arsénico**

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Arsénico	Se basa en la media	3,361	8	18	,016
	Se basa en la mediana	2,732	8	18	,036
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,732	8	3,663	,187
	Se basa en la media recortada	3,327	8	18	,016

## Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del agua, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

## Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

## Resultado / Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 Se asumen que las varianzas no son iguales.

**Tabla N°41: ANOVA- para el arsénico**

ANOVA					
Arsénico					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,012	8	,001	1057,653	,000
Dentro de grupos	,000	18	,000		
Total	,012	26			

**Prueba de hipótesis**

H0: La eficiencia de adsorción de arsénico en las aguas del rio constancia por el óxido de grafeno será menor del 75%

H1: La eficiencia de adsorción de arsénico en las aguas del rio constancia por el óxido de grafeno será del 75%

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

**Resultado /discusión**

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: La eficiencia de adsorción de arsénico en las aguas del rio constancia por el óxido de grafeno será del 75%.

**Tabla N°42: Tukey – Comparaciones múltiples para el arsénico**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Arsénico						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
	TA2/ dosis (0,5)	,0104667*	,0009565	,000	,007115	,013818

TA2/ dosis (0,4)	TA2/ dosis (0,6)	,0504667*	,0009565	,000	,047115	,053818
	TA2/ dosis (0,4)	,0097667*	,0009565	,000	,006415	,013118
	TA2/ dosis (0,5)	,0177333*	,0009565	,000	,014382	,021085
	TA2/ dosis (0,6)	,0553000*	,0009565	,000	,051949	,058651
	TA2/ dosis (0,4)	,0174333*	,0009565	,000	,014082	,020785
	TA2/ dosis (0,5)	,0264333*	,0009565	,000	,023082	,029785
	TA2/ dosis (0,6)	,0593000*	,0009565	,000	,055949	,062651
*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

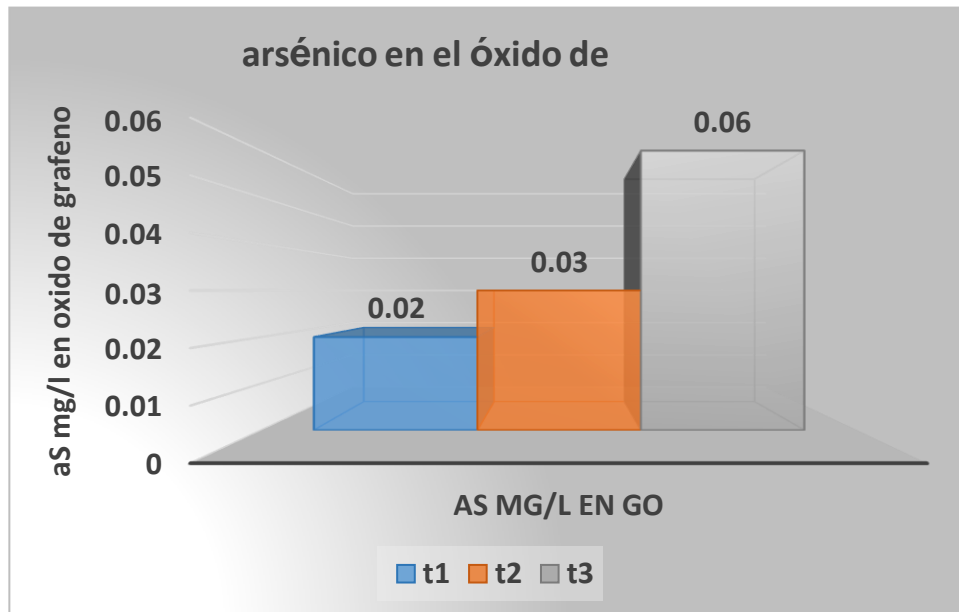
### CONCENTACION DE ARSENICO EN OXIDO DE GRAFENO

La concentración de arsénico presente en el óxido de grafeno se midió al final de la investigación, lo cual se evaluó al tratamiento, para este modo evaluar el mejoramiento de la calidad del agua, tras en tratamiento con oxido de grafeno.

Tabla N°43: concentración de arsénico en GO

TRATATAMIENTOS	REPETICIONES	As
<b>T1 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	0.01
	<b>R2</b>	0.02
	<b>R3</b>	0.03
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.02 mg/l</b>
<b>T2 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	0.02
	<b>R2</b>	0.02
	<b>R3</b>	0.02
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.03 mg/l</b>
<b>T3 (0.4, 0.5, 0.6 g oxido de grafeno)</b>	<b>R1</b>	0.06
	<b>R2</b>	0.06
	<b>R3</b>	0.06
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.06 mg/l</b>

Fuente: Elaboración propia



**Figura N°23: arsénico en el óxido de grafeno**

Interpretación: Como se observa en el Grafico, se obtienen datos de cuanto ha adsorbido el óxido de grafeno de arsénico durante el tiempo del tratamiento una vez empleado el óxido de grafeno, tras aplicar los tratamientos con G.O se observó una variación constante de los cuales se observó que T1 (1h con 0.4, 0.5 y 0.6 gr de GO) se obtuvo un 0.02 mg/l, T2 (2h con 0.4, 0.5 y 0.6 gr de GO) fue de 0.03 mg/l. En el T3 (3h 0.4, 0.5 y 0.6 gr con GO), el cual adsorbió mayor cantidad de arsénico a 0.06mg/l, lo cual indica que el óxido de grafeno es un oxidante, logrando reducir los contaminantes presentes en el agua.

**Tabla N°44: Prueba de Normalidad para el arsénico en el óxido de grafeno**

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Arsénico en el óxido de grafeno(mg/l)	TA1/ dosis (0,4)	,219	3	.	,987	3	,780
	TA1/ dosis (0,5)	,314	3	.	,893	3	,363
	TA1/ dosis (0,6)	,314	3	.	,893	3	,363
	TA2/ dosis (0,4)	,175	3	.	1,000	3	1,000



	TA2/ dosis (0,5)	,179	3	.	,999	3	,950
	TA2/ dosis (0,6)	,328	3	.	,871	3	,298
	TA3/ dosis (0,4)	,219	3	.	,987	3	,780
	TA3/ dosis (0,5)	,177	3	.	1,000	3	,963
	TA3/ dosis (0,6)	,253	3	.	,964	3	,637
a. Corrección de significación de Lilliefors							

### Contraste de hipótesis - Prueba de normalidad

Se aplica el estadístico de prueba Shapiro Wilk con un nivel de confianza del 95%. Tenemos una muestra de 3 repeticiones por 3 dosis y tiempo diferentes

Shapiro Wilk < 50 muestra

Kolmogorv- Smirnov > de 50 muestra

### Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. > 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

### Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces aceptamos la Ho Los datos proceden de una distribución normal.

### Tabla N°45: Prueba de homogeneidad de varianzas- Levene para el arsénico en el óxido de grafeno

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Arsénico en el óxido de grafeno(mg/l)	Se basa en la media	3,089	8	18	,022
	Se basa en la mediana	2,830	8	18	,032

	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,830	8	4,019	,164
	Se basa en la media recortada	3,076	8	18	,023

### Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del agua, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

#### Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

#### Resultado / Conclusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1 Se asumen que las varianzas no son iguales.

**Tabla N°46: ANOVA- para el arsénico en el óxido de grafeno**

ANOVA					
Arsénico en el óxido de grafeno(mg/l)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,012	8	,001	918,188	,000
Dentro de grupos	,000	18	,000		
Total	,012	26			

## Prueba de hipótesis

H0: El tiempo mínimo de contacto del óxido de grafeno será menor de 60 minutos para adsorber el arsénico en las aguas del río constancia en la localidad de shorey.

H1: El tiempo mínimo de contacto del óxido de grafeno será de 60 minutos para adsorber el arsénico en las aguas del río constancia en la localidad de shorey.

Regla de decisión

Sig.  $\leq 0,05$  Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $> 0,05$  Se acepta la Ho, se rechaza la H1

## Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: El tiempo mínimo de contacto del óxido de grafeno será de 60 minutos para adsorber el arsénico en las aguas del río constancia en la localidad de shorey.

**Tabla N°47: Tukey – Comparaciones múltiples para el arsénico en el óxido de grafeno**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Arsénico en el óxido de grafeno(mg/l)						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
TA1/ dosis (0,4)	TA1/ dosis (0,5)	-,01047*	,00103	,000	-,0141	-,0069
	TA1/ dosis (0,6)	-,05047*	,00103	,000	-,0541	-,0469
	TA2/ dosis (0,4)	-,00977*	,00103	,000	-,0134	-,0062
	TA2/ dosis (0,5)	-,01740*	,00103	,000	-,0210	-,0138
	TA2/ dosis (0,6)	-,05530*	,00103	,000	-,0589	-,0517

	TA3/ dosis (0,4)	-,01743*	,00103	,000	-,0210	-,0138
	TA3/ dosis (0,5)	-,02643*	,00103	,000	-,0300	-,0228
	TA3/ dosis (0,6)	-,05930*	,00103	,000	-,0629	-,0557
*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

### Prueba de hipótesis

H0: No existe algún cambio o diferencia entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la disminución del arsénico.

H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la disminución del arsénico.

Regla de decisión

Sig.  $\leq$  0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig.  $>$  0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1.

### Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H1: Existe algún cambio o diferencia, entre los tratamientos del agua con presencia de arsénico y el óxido de grafeno, con respecto a la disminución del arsénico.

#### A. Datos de análisis de sus características de óxido de grafeno.

Tabla N°48: En esta tabla se logra observar los resultados de la humedad del grafito.

Código	Wc gr	Wc+mh gr	Wc+ms gr	Wmh gr	Humedad %
HG - OG	47.0513	47.6732	47.6658	0.0621 8	11.90

Fuente: Elaboración propia

Donde:

HG –OG: Humedad del grafito – Oxido de grafeno

Tabla N°49: Resultados de Materia Volátil del grafito

Código	WC gr	WC+MS gr	WC+MSV 900 °C x 7 minutos gr	WM gr	Materia Volátil %
MV- OG	26.991	27.705	27.402	0.714	42.44

**Fuente: Elaboración propia**

Donde:

MV - OG: Materia volátil del grafito – oxido de grafeno

**Tabla N°50: Resultados de cenizas del grafito**

Código	WT gr	WT+MSV gr	WT+MSV 900 °C x 1 HORA gr	WM gr	Cenizas %
C - OG	26.991	27.705	27.634	0.714	9.94

**Fuente: Elaboración propia**

Donde:

C- OG: Ceniza del grafito - oxido de grafeno

Tabla N°51: Resultados del carbono fijo del grafito

Código	Base ASTM	Ceniza %	Materia Volátil %	Carbono fijo %
CF - OG	100	9.94	42.44	47.62

**Fuente: Elaboración propia**

Donde:

CF - OG: Carbono fijo del grafito -oxido de grafeno

**Tabla N°52: Resultados del poder calorífico del grafito**

Código	ASTM para CF y MV	Materia volátil %	Carbono Fijo %	Poder Calorífico Kcal/kg
PC - OG	(82), (120)	42.44	47.62	8997.64

**Fuente: Elaboración propia**

Donde:

PC – OG: Poder calorífico del grafito -oxido de grafeno.

## V. DISCUSION

- De acuerdo a los resultados obtenidos del agua con arsénico antes de emplear del óxido de grafeno, no accedían a los parámetros establecidos en los ECAS de un agua de río, para la aplicación en cada actividad económica por procesos productivos, en este caso no domestico que es descargado hacia la cuenca, el cual provoca deterioro y altera la calidad del agua.
- En la Tabla 38 se visualizó las 27 repeticiones donde se logra visualizar que la dosis más óptima es de 0.6 gramos por 300ml de agua durante un tiempo de 3 horas con óxido de grafeno presenta positiva adsorción de arsénico, también se verifica que la concentración de arsénico se redujo a 0.19 mg/l, siendo este método muy eficiente reduciendo el 75% de arsénico, cabe indicar que es más eficiente que Moringa como indica RIVERA (2017). En donde explica que para mejorar calidad de las aguas residuales de lavado vehicular se empleó Carbón activado y Moringa obteniendo resultados positivos, pero con una mayor dosificación a diferencia que con el tratamiento a través de óxido de grafeno lo cual se usa menor dosis, y se obtiene mejores resultados, indicando que mejora sus parámetros físico-químicos del agua.
- Por otra parte, el tratamiento de óxido de grafeno indica MEDINA (2016) en su investigación realizo Membranas de grafeno y oxido de grafeno en la depuración agua, donde la manera de emplear membranas con oxido de grafeno para la reducción de contaminante presente en agua, por consiguiente, para la obtener el óxido de grafeno se usó el método de Hummers, el cual consiste en la oxidación del grafito. Los resultados obtenidos demostraron esta técnica de remoción de contaminantes es más efectiva que el de carbón activado.
- Por otra parte, su empleo de óxido de grafeno es más eficiente, accesible que consiste en la oxidación y exfoliación del grafito mediante reactivos químicos, CHUANTAO, PENG Y AJI (2017) indica que las Nanofibras de celulosa de TEMPO a base de óxido de grafeno

presentan una alta capacidad de adsorción de contaminantes y buen purificar de aguas residuales.

- los datos obtenidos después del tratamiento fueron positivos ya que su pH fue de 6.6 -6.7 estuvo estable dentro de los valores máximos admisibles (VMA), conductividad eléctrica fue 96 us/cm a 113.7 us/cm, el oxígeno disuelto incremento 5 mg/l a 5.6 mg/l mientras que la turbidez fue 28.8 NTU a 16.4 NTU. Según FAKHRI (2017). donde indica que al oxidar el grafeno es una buena alternativa de solución para los sistemas acuosos que han sido contaminadas por lo cual se llegó a evaluar su pH, dosis, tiempo de contacto y temperatura. Por lo cual el óxido de grafeno es un buen método para poder adsorber contaminantes en una solución acuosa.
- Reducir la concentración del contaminante tuvo como un resultado de 75% de eficiencia, cumpliendo con la hipótesis planteada en la investigación. Ya que la aplicación del óxido de grafeno se logró reducir la concentración de arsénico en el agua del rio constancia.



## VI. CONCLUSIONES

- La reducción de la concentración del contaminante aplicando el óxido de grafeno tiene una reducción de 75% de concentraciones de 0.4, 0.5 y 0.6 gr durante tres periodos de tiempos, lo cual indica que el óxido de grafeno redujo su concentración del contaminante.
- Las condiciones operacionales del óxido de grafeno se evidenciaron por ser la óptima a una temperatura de 65°C, para la cual se realizó un lavado por 3 veces para así poder obtener al final un pH de 7 lo cuales indicado para el tratamiento.
- El PH de agua del río constancia después de la aplicación con oxido de grafeno no ha sido alterado, obteniendo un pH final de 6.7.
- Tras la adición del óxido de grafeno, se logró determinar que todos los tratamientos superaron al testigo, ya que se elevó, la conductividad eléctrica a 113.7 uS/m, el pH aumento a 6.7, la turbidez disminuyo a un 16.4 N.T.U. A si mismo se logró determinar que la adición G.O en los tratamientos mejoró la calidad del agua.
- El tratamiento que mejoro las características físicas y químicas de agua fue, el tratamiento 3 (0.4, 0.5 y 0.6 gr de GO POR 3h), el cual se logró disminuir la concentración de arsénico.

## VII. RECOMENDACIONES

- Aplicar el óxido de grafeno a un pH de 7 para que pueda oxidar el contaminante y así tener eficiencia en la reducción.
- Manipular las concentraciones y volúmenes del óxido de grafeno para así poder aplicar en los tratamientos y obtener buen resultado.
- Se recomienda realizar la síntesis de óxido de grafeno a distintas condiciones de operación, como el trabajo a temperatura ambiente, tener cuidado al momento de emplear los reactivos.
- Con respecto a la elaboración del óxido de grafeno, se recomienda tener mucho cuidado ya que al agregar el permanganato de potasio es muy reactivo, por ello tener mucho cuidado.
- Para mejorar la calidad del agua, se recomienda usar el tratamiento de 0.4, 0.5 y 0.6 gr de óxido de grafeno a un tiempo de 3h.

## VIII. REFERENCIAS

- Abraham, J., Vasu, K., Williams, C. et al. Tunable sieving of ions using graphene oxide membranes. *Nature Nanotech* 12, 546–550 (2017). <https://doi.org/10.1038/nnano.2017.21>
- CHUANTAO, Zhu, PEN, Liu y AJI, Mathew. Self-Assembled TEMPO Cellulose Nanofibers: Graphene Oxide – Based Biohybrids for water purification. *Division of Materials and Environmental* [En línea]. 30 de mayo de 2017. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2018]. Disponible en:
- D. MARCANO, D. KOSYNKIN, J. BERLIN, A. SINITSKII, Z. SUN, A. SLESAREV, L. ALEMANY, W. LU Y J. Tour, Improved synthesis of Graphene oxide, *Am. Chem. Soc. Nano*, 4, 2010.
- Das, R., Ali, M. E., Abd Hamid, S. B., Ramakrishna, S. & Chowdhury, Z. Z. Carbon nanotube membranes for water purification: a bright future in water desalination. *Desalination* 336, 97–109 (2014).
- DIVYA, ARUN, Mozhi y Vishnu. lot based water purification System using Graphene. *Electronics and Instrumentation Engineering* [En línea]. (V.6). 5 de mayo de 2017. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2018]. Disponible en: <http://academicscience.co.in/admin/resources/project/paper/f201705021493723360.pdf>
- FAKHRI, Ali. Adsorption characteristics of graphene oxide as a solid adsorbent for aniline removal from aqueous solutions: Kinetics, thermodynamics and mechanism studies. *Journal of Saudi Chemical Society* [En línea]. 19 de octubre 2017. Disponible en: [https://ac.els-cdn.com/S131961031300104X/1-s2.0-S131961031300104X-main.pdf?\\_tid=4ee7657c-70f0-4e88-93c2-f088f18725b2&acdnat=1528587724\\_a800a82876c4f9a62ef0c69e7fd97505](https://ac.els-cdn.com/S131961031300104X/1-s2.0-S131961031300104X-main.pdf?_tid=4ee7657c-70f0-4e88-93c2-f088f18725b2&acdnat=1528587724_a800a82876c4f9a62ef0c69e7fd97505)
- FATHIZADEH, M., XU, W. L., ZHOU, F., YOON, Y., YU, M. Graphene Oxide: A Novel 2-Dimensional Material in Membrane Separation for Water Purification *Adv. Mater. Interfaces* 2017, 4, 1600918.

- GAO, S., WANG, D., FANG, W., JIN, J., Ultrathin Membranes: A New Opportunity for Ultrafast and Efficient Separation. *Adv. Mater. Technol.* 2020, 5, 1901069. <https://doi.org/10.1002/admt.201901069>
- GRAPHENANO. El grafeno: Propiedades y aplicaciones. 2017. Disponible en: <https://www.graphenano.com/wp-content/uploads/2017/11/Que-es-el-grafeno.pdf>
- GRAPHENEMEX: Oxido de Grafeno. Disponible en: <http://graphenemex.com/es/graphene-products/graphene-oxide>
- HANSORA, D. P., SHIMPI, N. G. & MISHRA, S. Graphite to Graphene via Graphene Oxide: An Overview on Synthesis, Properties, and Applications. 67, 2855–2868 (2015). <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsami.7b06358> ISSN: 2348-117X
- LAU, et al. Preparation and characterization of superhydrophilic nanocomposite ultrafiltration membranes for treatment of highly concentrated oil-in-water emulsion. *Jurnal Tekno* [En línea]. 03 de junio de 2017. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2018]. Disponible: [https://www.researchgate.net/profile/R\\_Gohari/publication/313128663\\_Preparation\\_and\\_characterization\\_of\\_superhydrophilic\\_nanocomposite\\_ultrafiltration\\_membranes\\_for\\_treatment\\_of\\_highly\\_concentrated\\_oil-in-water\\_emulsion/links/5899407992851c8bb68037da/Preparation-and-characterization-of-superhydrophilic-nanocomposite-ultrafiltration-membranes-for-treatment-of-highly-concentrated-oil-in-water-emulsion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/R_Gohari/publication/313128663_Preparation_and_characterization_of_superhydrophilic_nanocomposite_ultrafiltration_membranes_for_treatment_of_highly_concentrated_oil-in-water_emulsion/links/5899407992851c8bb68037da/Preparation-and-characterization-of-superhydrophilic-nanocomposite-ultrafiltration-membranes-for-treatment-of-highly-concentrated-oil-in-water-emulsion.pdf)
- LAWLER J. Incorporation of Graphene-Related Carbon Nanosheets in Membrane Fabrication for Water Treatment: A Review. *Membranes (Basel)*. 2016;6(4):57. Published 2016 Dec 19. doi:10.3390/membranes6040057
- LIU, YONGCHEN. Application of graphene oxide in water treatment. *Earth and Environmental Science* [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/94/1/012060/pdf>
- LOVE, DASHAIRYA, MADHABENDRA, ROUT Y PARTHA, SAHA. Reduced graphene oxide –coated cotton as an efficient absorbent in oil-water separation. Springer International Publishing [En línea]. 7-de diciembre de

2017. Disponible en:  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs42114-017-0019-9.pdf>
- MAHDI, FATHIZADEH, et al. Graphene Oxide: A novel 2-Dimensional Material in Membrane Separation for water Purification. *Advanced science news* [En línea].2017. [Fecha de consulta:15 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/admi.201600918>
  - MEDINA, VICTOR. Graphene and graphene oxide membranes for water treatment. *Encyclopedia of Science y Technology* [En línea].17 de febrero de 2016. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Victor\\_Medina9/publication/294873314\\_Graphene\\_and\\_graphene\\_oxide\\_membranes\\_for\\_water\\_treatment/links/56c4a84308aea564e304c44f/Graphene-and-graphene-oxide-membranes-for-watertreatment.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Victor_Medina9/publication/294873314_Graphene_and_graphene_oxide_membranes_for_water_treatment/links/56c4a84308aea564e304c44f/Graphene-and-graphene-oxide-membranes-for-watertreatment.pdf?origin=publication_detail)
  - Métodos de Síntesis del Grafeno. Available at:  
<http://www.thegraphenebox.com/es/documentacion-tecnica/metodos-de-sintesis-del-oxido-de-grafeno-26>. (Accessed: 17th April 2017)
  - SUN, P. Z., WANG, K. L. & ZHU, H. W. Recent developments in graphene-based membranes: structure, mass-transport mechanism and potential applications. *Adv. Mater.* 28, 2287–2310 (2016)
  - SWEETMAN, Martin, et al. Activated Carbon, Carbon nanotubes and Graphene: Materials and composites for Advanced water Purification. *Journal of*
  - TABISH, TANVEER, et al. A facile synthesis of porous graphene for efficient water and wastewater treatment. *Scientific reports* [En línea]. 29 de junio de 2018. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2018]. Disponible en:  
[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5788977/pdf/41598\\_2018\\_Article\\_19978.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5788977/pdf/41598_2018_Article_19978.pdf)
  - THEBO et al. Highly stable graphene-oxide-based membranes with superior permeability. *Nature Communications* [En línea].2018.[Fecha de consulta:03 de mayo de 2018].Disponible en:  
<https://www.nature.com/articles/s41467-018-03919-0.pdf>
  - RIVERA, Ana. Uso de Moringa Olifera y carbón activado para el mejoramiento de la calidad del agua residual de lavado vehicular en el

distrito de San Martín de Porres-Lima 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017.

- WILLIAMS, C. D. & CARBONE, P. Selective removal of technetium from water using graphene oxide membranes. *Environ. Sci. Technol.* 50, 3875–3881 (2016).
- ZHANG, Y., ZHANG, S. & CHUNG, T. S. Nanometric graphene oxide framework membranes with enhanced heavy metal removal via nanofiltration. *Environ. Sci. Technol.* 49, 10235–10242 (2015).

## IX. ANEXOS

### ANEXO 1: INSTRUMENTOS DE VALIDACION



#### INSTRUMENTOS

1. ANÁLISIS DE LA MUESTRA INICIAL	
<b>TITULO</b>	Adsorción de arsénico del agua del rio constancia mediante el óxido de grafeno, la libertad 2020.
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b>	Tratamiento y Gestión de Residuos
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
<b>REALIZADO POR</b>	Guevara Baltodano Denis
<b>ASESOR</b>	Dr. JAVE NAKAYO, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)


ítem	Código de muestra	Tipo de muestra	Masa del soluto	Volumen del disolvente	Absorbancia de la muestra	Parámetros fisicoquímicos de la muestra inicial			observaciones
						Potencial de hidrogeno (PH)	Temperatura °C	Concentración Mg/l	

DESCRIPCION DE EQUIPOS			
ítem	Equipo	Marca	Modelo

Fuente: Elaboración propia.

  
 Dr. J. G. Benites Alfaro,  
 CIP: 23398  
ORCID ID: 0000-0003-2504-2189  
 Scopus ID: 66144811-5726170763  
 Web of Science Researcher ID: AAI-9544-2030

  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130287  
 RENACYT: P0078275

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572  
 DNI.17402784

**INSTRUMENTOS**
**2. PREPARACIÓN DEL ÓXIDO DE GRAFENO**

<b>TITULO</b>	Adsorción de arsénico del agua del rio constancia mediante el óxido de grafeno, la libertad 2020.
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b>	Tratamiento y Gestión de Residuos
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
<b>REALIZADO POR</b>	Guevara Baltodano Denis
<b>ASESOR</b>	Dr. JAVE NAKAYO, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

ítem	Fecha	adsorbente	Masa del adsorbente (g)	Volumen del soluto (ml)	Condiciones de operación		observaciones
					Temperatura (°C)	Potencial de hidrogeno (PH)	

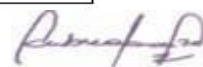
**DESCRIPCION DE EQUIPOS**

ítem	Equipo	Marca	Modelo

Fuente: Elaboración propia.

  
 Dr. Elmer G. Bernites Allano,  
 CIP: 110598  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57210170765  
 Web of Science Researcher ID: A61-8644-2020

  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572

DNI.17402784



**INSTRUMENTOS**

3. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN REACTANTE	
<b>TÍTULO</b>	Adsorción de arsénico del agua del rio constancia mediante el óxido de grafeno, la libertad 2020.
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b>	Tratamiento y Gestión de Residuos
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
<b>REALIZADO POR</b>	Guevara Baltodano Denis
<b>ASESOR</b>	Dr. JAVE NAKAYO, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

ítem	Fecha	Nombre del reactante	Formula química	Masa del reactante (g)	Vol. del soluto (ml)	Molaridad	Temp. (°C)	Potencial de hidrogeno (PH)	observación

**DESCRIPCION DE EQUIPOS**

ítem	Equipo	Marca	Modelo

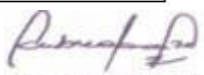
Fuente: Elaboración propia.



Dr. Emmer G. Benites Alfaro,  
 CP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-3536-2081  
 Scopus ID de autor: 57216170766  
 Web of Science Researcher ID: AAI-8848-2520



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYT: P0078275



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572

DNI.17402784

**INSTRUMENTOS**

**4. APLICACIÓN DEL ÓXIDO DE GRAFENO**

<b>TÍTULO</b>	Adsorción de arsénico del agua del rio constancia mediante el óxido de grafeno, la libertad 2020.
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b>	Tratamiento y Gestión de Residuos
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
<b>REALIZADO POR</b>	Guevara Baltodano Denis
<b>ASESOR</b>	Dr. JAVE NAKAYO, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

ítem	Código de muestra	Vol. Muestra (ml)	Reactivos					Condiciones operacionales		observaciones
			Cc grafito	Vol. H2SO4	Vol. H2O2	Vol. KMnO4	Vol. agua destilada	Potencial de hidrogeno (PH)	Temperatura °C	

**DESCRIPCION DE EQUIPOS**

ítem	Equipo	Marca	Modelo

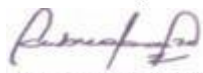
Fuente: Elaboración propia.



Dr. Eimer G. Benites Alfaro,  
CIP: 71598  
ORCID ID: 0000-0001-1504-2089  
Scopus ID de autor: 57281376765  
Web of Science Researcher ID: AAI-8044-2020



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
DOCENTE E INVESTIGADOR  
CIP: 130267  
RENACYT: P0078275



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
CIP. 46572

DNI.17402784

**INSTRUMENTOS**

**5. ANÁLISIS DE LA MUESTRA FINAL**

<b>TÍTULO</b>	Adsorción de arsénico del agua del rio constancia mediante el óxido de grafeno, la libertad 2020.
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b>	Tratamiento y Gestión de Residuos
<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
<b>REALIZADO POR</b>	Guevara Baltodano Denis
<b>ASESOR</b>	Dr. JAVE NAKAYO, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

ítem	Código de muestra	Tipo de muestra	nombre del soluto	Volumen del disolvente	Absorbancia de la muestra	Parámetros fisicoquímicos de la muestra inicial			observaciones
						Potencial de hidrogeno (PH)	Temperatura °C	Concentración Mg/l	

**DESCRIPCION DE EQUIPOS**

ítem	Equipo	Marca	Modelo


Fuente: Elaboración propia



Dr. Javier G. Benites Alfaro,  
CP: 71938  
ORCID ID: 0000-0003-2504-2089  
Scopus ID: 54988891-7293371765  
Web of Science Researcher ID: AAI-8844-2020



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
DOCENTE E INVESTIGADOR  
CIP: 130267  
RENACYT: P0078275



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
CIP. 46572

DNI.17402784

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **ANÁLISIS DE LA MUESTRA INICIAL**  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Guevara Baltodano Denis*

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación  SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 18 de junio del 2020

  
 Dr. Elmer G. Benites Alfaro,  
 CIP: 71098  
ORCID ID: 0000-0001-1104-2889  
 Scopus ID: 57236176765  
 Web of Science Researcher ID: A91-8614-2020

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **PREPARACIÓN DEL ÓXIDO DE GRAFENO**  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Guevara Baltodano Denis*

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 18 de junio del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro,  
 CIP. 71998  
 ORCID ID: 0000-0003-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN REACTANTE**
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Guevara Baltodano Denis*

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación  SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **92%**

Lima, 18 de junio del 2020



Dr. Elmer G. Benites Alfaro,  
CP. 71998  
ORCID ID: 0000-0001-1504-2080  
Scopus ID de autor: 57216176785  
Web of Science Researcher ID: AAI-8644-2020



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **APLICACIÓN DEL ÓXIDO DE GRAFENO**  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: *Guevara Baltodano Denis*

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**


Lima, 18 de junio del 2020



 DR. Elmer G. Benites Alfaro,  
 CP. 71908  
 ORCID ID: 0000-0001-1004-0089  
 Scopus ID de autor: 57216176765  
 Web of Science Researcher ID: A6-8044-2020



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro, Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ANÁLISIS DE LA MUESTRA FINAL  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 SI

Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 18 de junio del 2020

Dr. Elmer G. Benites Alfaro,  
C.V. 71976

ORCID ID: 0000-0001-1504-2089  
 Scopus ID de autor: 52218178765  
 Web of Science Researcher ID: A618044-2320



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigación/ UCV lima norte.
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ANÁLISIS DE LA MUESTRA INICIAL.
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis.

### 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

SI

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 16 de junio del 2020

  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 C/P: 130287  
 RENACIYI: P10018275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

### V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO  
 5.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigación/ UCV lima norte.  
 5.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental  
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: PREPARACIÓN DE ÓXIDO DE GRAFENO  
 5.5. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis.

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE 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.										✓			

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 16 de junio del 2020

  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYP: P0018275

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

#### IX. DATOS GENERALES

- 9.1. Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO  
 9.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigación/ UCV lima norte.  
 9.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental  
 9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN REACTANTE.  
 9.5. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis.

#### X. 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.										✓			

#### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

#### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 16 de junio del 2020

  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130267  
 RENACYTI: P0076275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

### XIII. DATOS GENERALES

- 13.1. Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
- 13.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigación/ UCV lima norte.
- 13.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 13.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: APLICACIÓN DE ÓXIDO DE GRAFENO
- 13.5. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis.

### XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE 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.										✓			

### XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

### XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 16 de julio del 2020

  
 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 CIP: 130287  
 RENACI: P0018275

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5

### XVII. DATOS GENERALES

- 17.1. Apellidos y Nombres: Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO
- 17.2. Cargo e institución donde labora: Docente e investigación/ UCV lima norte.
- 17.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 17.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: análisis de la muestra final
- 17.5. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis

### XVIII. 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.										✓			

### XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

### XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %
------

Lima, 16 de julio del 2020

  
 Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera  
 DOCENTE E INVESTIGADOR  
 C.P.: 130287  
 RENACIMIENTO

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: CARLOS FRANFISCO CABRERA CARRANZA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo lima norte.
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ANÁLISIS DE LA MUESTRA INICIAL.
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis.

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI
<b>90%</b>

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 16 de junio del 2020

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CP. 46572

DNI.17407784



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

### V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: CARLOS FRANFISCO CABRERA CARRANZA  
 5.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo lima norte.  
 5.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: PREPARACIÓN DE ÓXIDO DE GRAFENO  
 5.5. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis.

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 16 de junio del 2020

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572

DNI. 17402784

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

#### IX. DATOS GENERALES

- 9.1. Apellidos y Nombres: CARLOS FRANFISCO CABRERA CARRANZA  
 9.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo lima norte.  
 9.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
 9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN REACTANTE.  
 9.5. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis.

#### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

#### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 16 de junio del 2020

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572

DNI. 17402784



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

### XIII. DATOS GENERALES

- 13.1. Apellidos y Nombres: CARLOS FRANFISCO CABRERA CARRANZA
- 13.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo lima norte.
- 13.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
- 13.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: APLICACIÓN DE ÓXIDO DE GRAFENO
- 13.5. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis.

### XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

### XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 16 de julio del 2020

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572

DNI. 17402784

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5

### XVII. DATOS GENERALES

- 17.1. Apellidos y Nombres: CARLOS FRANFISCO CABRERA CARRANZA  
 17.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo lima norte.  
 17.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
 17.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: análisis de la muestra final  
 17.5. Autor(A) de Instrumento: Guevara Baltodano Denis

### XVIII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

### XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

### XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %
------

Lima, 16 de julio del 2020

  
 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza  
 CIP. 46572

DNI. 17402784

## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Adsorción de arsénico del agua del río constancia mediante el óxido de grafeno, la libertad 2020								
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad/Escala
<b>General:</b> ¿Cuánto es el nivel de adsorción de Arsénico del agua residual minera del río constancia en la localidad de shorey empleando el óxido de grafeno?	<b>General:</b> Determinar cuánto reduce la concentración de Arsénico en el agua residual minera del río Constancia en la localidad de shorey empleando el óxido de grafeno.	<b>General:</b> H1: la eficiencia de adsorción de arsénico en las aguas del río constancia por el óxido de grafeno será del 75%.	<b>Dependiente:</b> adsorción de Arsénico en el agua provenientes de la industria minera.	Es la reducción de contaminante presente en el agua proveniente de la industria minera lo cual serán tratadas para su posterior uso y vertido (Mercado, 2013).	La adsorción de Arsénico presente en el agua del río de la localidad de shorey serán medidos mediante parámetros físicos y químicos.	Parámetros físicos antes y después	conductividad eléctrica	uS/cm
							Temperatura	°C
						Parámetros químicos antes y después	pH	ácido/base
							conductividad eléctrica	uS/cm
						Eficiencia de remoción	Concentración de As	%
<b>Específicos</b> ¿Cuáles serán las condiciones operacionales necesarias para la adsorción de arsénico de las	<b>Específicos</b> Determinar las condiciones operacionales del óxido de grafeno para la adsorción de arsénico en las	<b>Específicos</b> Las condiciones operacionales determinaran la eficiencia en la adsorción de arsénico de las	<b>Independiente:</b> síntesis de óxido	Proceso mediante el cual el óxido de grafeno será sintetizado para su oxidación del grafito para	El óxido de grafeno serán medidas sus características, tiempo de contacto		Humedad	%H
							cenizas	%C
							Tiempo de contacto	1 hora

<p>aguas del rio constancia mediante el óxido de grafeno? ¿Cuál será el tiempo de contacto necesario del óxido de grafeno para adsorber Arsénico de las aguas del rio constancia?</p> <p>¿Cuál serán los parámetros físicos y químicos de las aguas del rio constancia después del tratamiento con oxido de grafeno en la localidad de shorey?</p>	<p>aguas del rio Constancia shorey. Determinar el tiempo de contacto del óxido de grafeno para la adsorción de arsénico en las aguas del rio Constancia shorey. Determinar parámetros físicos y químicos antes y después del tratamiento con el óxido de grafeno en las aguas del rio Constancia shorey.</p>	<p>aguas del rio por el óxido de grafeno El tiempo mínimo de contacto del óxido de grafeno será de 60 minutos para adsorber el arsénico en las aguas del rio constancia en la localidad de shorey. Los parámetros físicos y químicos de las aguas del rio constancia excederán después del tratamiento con el óxido de grafeno en la localidad de shorey.</p>	<p>de grafeno.</p>	<p>luego ser empleado en la depuración de aguas contaminantes (Yun, Kim 2013).</p>			
					2 horas	minutos	
					3 horas	minutos	

### AMEXO 3: PANEL FOTOGRAFICO

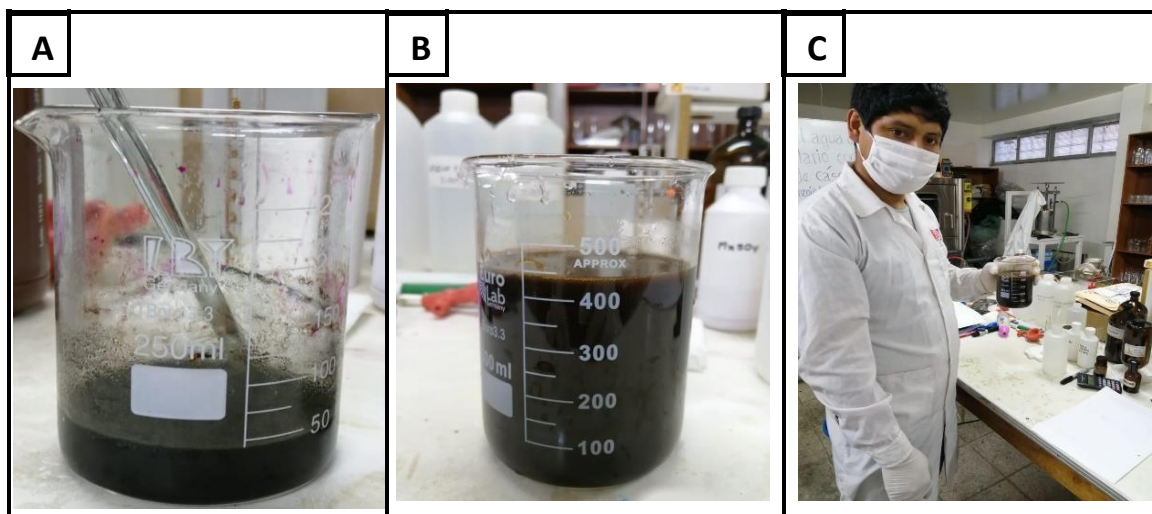


Imagen A, B, C: Preparación de óxido de grafeno

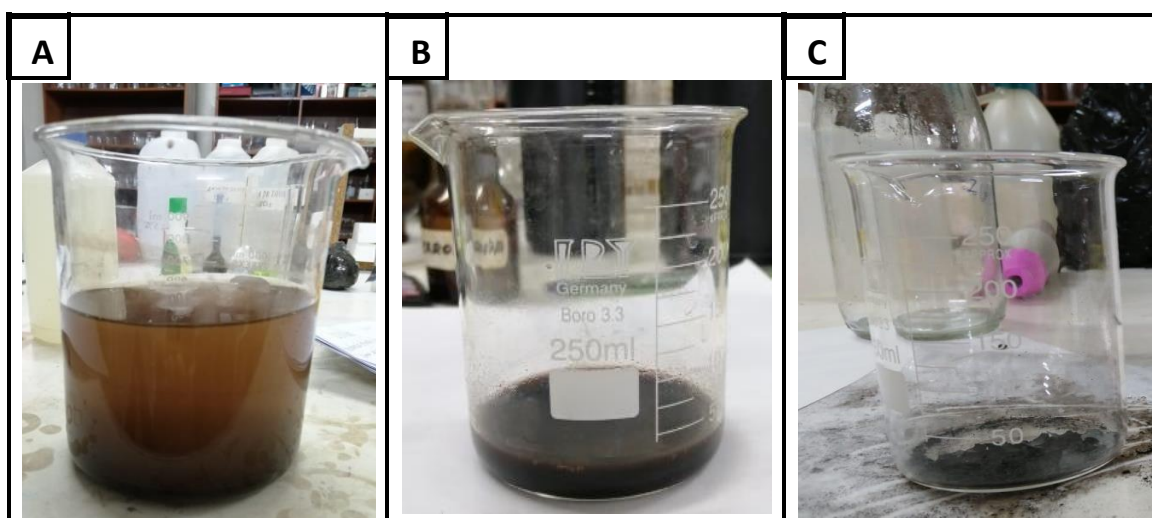


Imagen A, B, C: decantación de óxido de grafeno



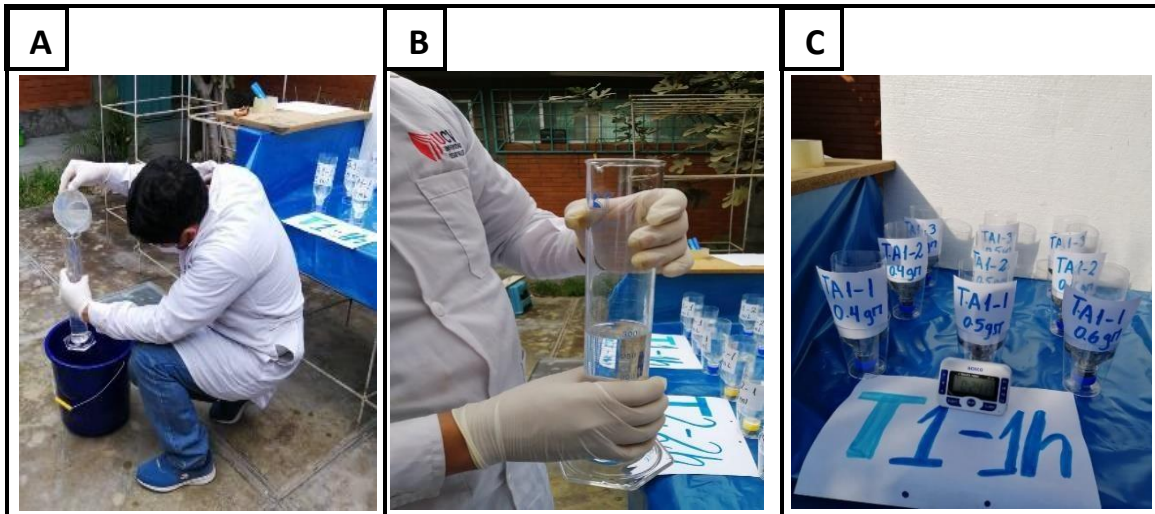


Imagen A, B, C: preparación de las muestras de agua

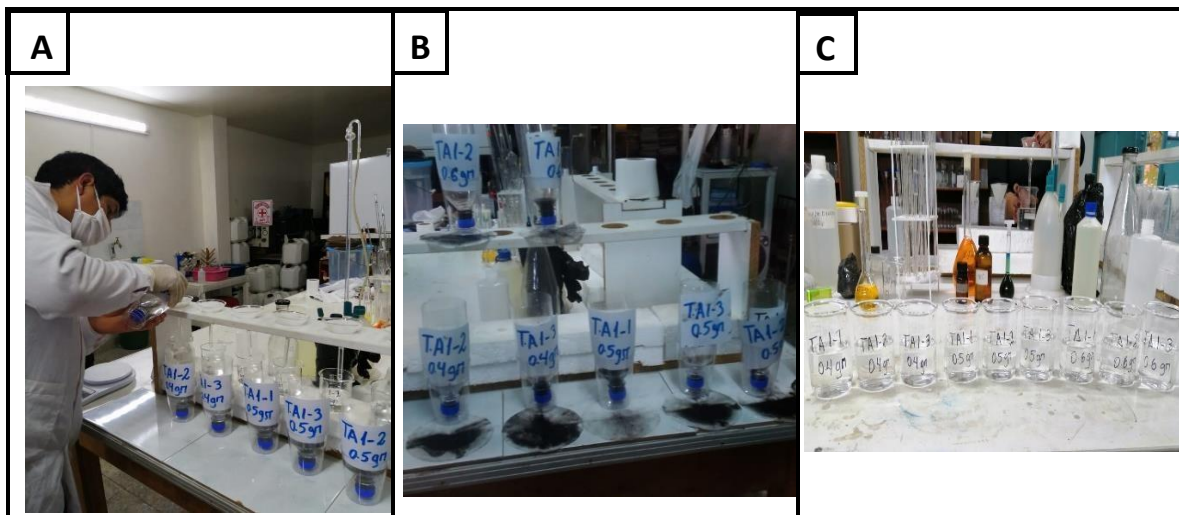
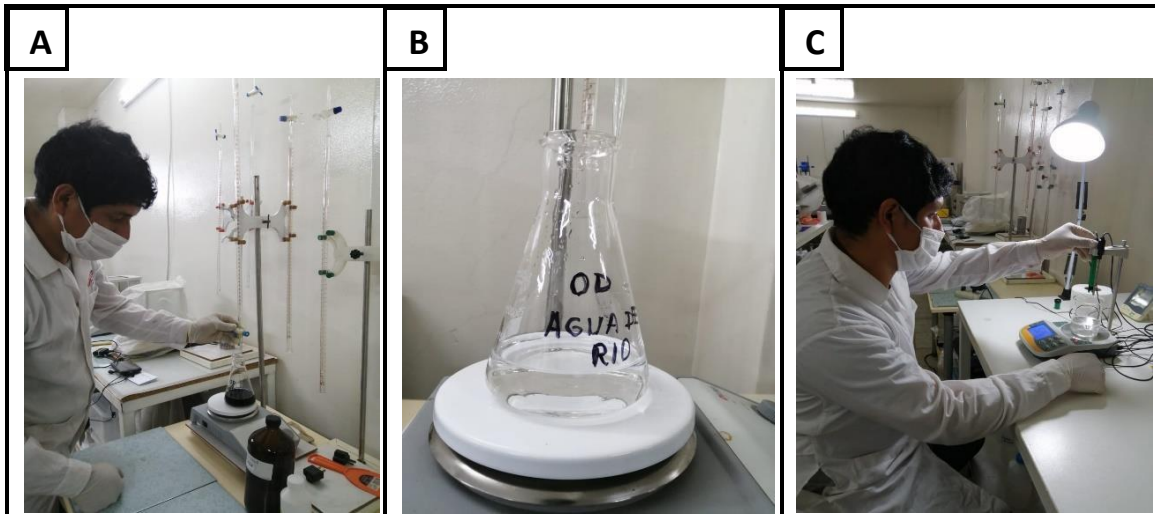


Imagen A, B, C: filtración del agua con oxido de grafeno y análisis de físico químicos de las muestras de agua



**Imagen A, B, C:** análisis de oxígeno disuelto y medición de parámetros a muestras de agua

## ANEXO 4: INFORME DE ENSAYO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : DENIS HENRY GUEVARA BALTODANO

Procedencia de muestras : Agua del Rio Constancia – La Libertad

Recepción de muestras : Lima, 18 de junio del 2020

Tratamiento de agua por arsénico

Código	Cu (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Zn (mg/L)
MRC -LL	0.18	0.00128	0.00045	0.25	0.18

Primer tratamiento parámetros físico - químico

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno (pH)	Conductividad eléctrica ( $\mu$ S/cm)	Potencial redox (mv)
TA1- (1-0.4)	22.70	6.61	105.53	114.00
TA1- (2-0.4)	22.70	6.59	105.65	111.00
TA1- (3-0.4)	22.70	6.58	105.50	112.00
TA1- (1-0.5)	22.60	6.38	134.23	120.00
TA1- (2-0.5)	22.60	6.39	134.56	119.00
TA1- (3-0.5)	22.60	6.37	134.45	118.00
TA1- (1-0.6)	22.50	6.30	129.89	130.00
TA1- (2-0.6)	22.50	6.29	129.75	131.00
TA1- (3-0.6)	22.50	6.31	129.82	132.00

Método EPA 3050 – Absorción Atómica

Método potenciometría

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





## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

### Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Primer Tratamiento en arsénico, oxígeno disuelto, y turbidez

Código	Arsénico (mg/l)	Arsénico en el óxido de grafeno(mg/l)	Oxígeno disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)	Turbidez NTU
TA1- (1-0.4)	0.2404	0.0096	5.18	21.8
TA1- (2-0.4)	0.2407	0.0093	5.16	21.2
TA1- (3-0.4)	0.2409	0.0091	5.19	21.5
TA1- (1-0.5)	0.2309	0.0191	5.17	22.3
TA1- (2-0.5)	0.2308	0.0192	5.15	22.5
TA1- (3-0.5)	0.2310	0.0190	5.20	22.6
TA1- (1-0.6)	0.2235	0.0265	5.23	22.8
TA1- (2-0.6)	0.2232	0.0268	5.21	22.7
TA1- (3-0.6)	0.2230	0.0270	5.22	22.9

Segundo Tratamiento Parámetros Físicos – Químicos.

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno (pH)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial redox (mv)
TA2- (1-0.4)	21.34	6.75	108.12	112.00
TA2- (2-0.4)	21.34	6.74	108.15	110.00
TA2- (3-0.4)	21.34	6.73	108.13	113.00
TA2- (1-0.5)	21.12	6.54	145.00	118.00
TA2- (2-0.5)	21.11	6.52	145.08	117.00
TA2- (3-0.5)	21.12	6.55	145.10	116.00
TA2- (1-0.6)	21.10	6.49	130.04	125.00
TA2- (2-0.6)	21.13	6.45	130.09	126.00
TA2- (3-0.6)	21.10	6.44	130.10	128.00

Método EPA 3050 – Absorción Atómica

Método Winkler

Método potenciométrico

Método espectrofotométrico

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



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

### Segundo Tratamiento en arsénico, oxígeno disuelto, y turbidez

Código	Arsénico (mg/l)	Arsénico en el óxido de grafeno(mg/l)	Oxígeno disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)	Turbidez NTU
TA2- (1-0.4)	0.2305	0.0195	5.20	20.1
TA2- (2-0.4)	0.2301	0.0199	5.19	20.3
TA2- (3-0.4)	0.2300	0.0200	5.18	20.6
TA2- (1-0.5)	0.2245	0.0245	5.21	20.5
TA2- (2-0.5)	0.2232	0.0268	5.25	20.7
TA2- (3-0.5)	0.2211	0.0289	5.26	20.6
TA2- (1-0.6)	0.2172	0.0328	5.29	20.4
TA2- (2-0.6)	0.2143	0.0357	5.32	20.2
TA2- (3-0.6)	0.2112	0.0388	5.38	20.1

### Tercer Tratamiento Parámetros Físicos – Químicos.

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno (pH))	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Potencial redox (mv))
TA3- (1-0.4)	20.00	6.80	111.02	121.00
TA3- (2-0.4)	20.01	6.84	111.04	120.00
TA3- (3-0.4)	20.03	6.83	111.01	119.00
TA3- (1-0.5)	20.01	6.72	110.07	122.00
TA3- (2-0.5)	20.02	6.73	110.08	123.00
TA3- (3-0.5)	20.00	6.74	110.09	121.00
TA3- (1-0.6)	20.01	6.67	120.09	129.00
TA3- (2-0.6)	20.01	6.64	120.10	130.00
TA3- (3-0.6)	20.01	6.62	120.11	131.00

Método EPA 3050 – Absorción Atómica

método Winkler

Método potenciométrico

método Espectrofotométrico

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



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Tercer Tratamiento en arsénico, oxígeno disuelto, y turbidez

Código	Arsénico (mg/l)	Arsénico en el óxido de grafeno(mg/l)	Oxígeno disuelto (mgO <sub>2</sub> /L)	Turbidez NTU
TA3- (1-0.4)	0.1905	0.0595	5.35	17.00
TA3- (2-0.4)	0.1901	0.0599	5.33	17.02
TA3- (3-0.4)	0.1900	0.0600	5.30	17.05
TA3- (1-0.5)	0.1855	0.0645	5.45	16.09
TA3- (2-0.5)	0.1850	0.0650	5.58	16.06
TA3- (3-0.5)	0.1856	0.0644	5.60	16.04
TA3- (1-0.6)	0.1814	0.0686	5.79	16.01
TA3- (2-0.6)	0.1815	0.0685	5.80	16.00
TA3- (3-0.6)	0.1812	0.0688	5.82	16.02

Método EPA 3050 – Absorción Atómica

Método Winkler

Método espectrofotométrico

Lima, 25 de Junio del 2020



MSc. Atilio Mendoza  
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



**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "ADSORCIÓN DE ARSÉNICO DEL AGUA DEL RIO CONSTANCIA MEDIANTE EL ÓXIDO DE GRAFENO, LA LIBERTAD 2020", del (los) autor (autores) GUEVARA BALODANO DENIS HENRY, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Lima, 27 de julio de 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO <b>DNI:</b> 01066653 <b>ORCID</b> 0000-0003-3536-881X	Firmado digitalmente por: JJAVEN el 27 Jul 2020 18:33:23