



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

**“Disminución de Arsénico por el método de Oxidación Solar
del agua subterránea del distrito San Juan Bautista, Iquitos 2018”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniera ambiental

AUTORA:

Gamarra Villafuertes, Harumi Flor (ORCID: 0000-0001-6725-4871)

ASESOR:

ING. Cecilia Cermeño Castromonte (ORCID: 0000-0002-6838-8713)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios y a mi familia que han sido mi guía y sostén frente a toda circunstancia; durante mi etapa de formación siempre me han brindado su apoyo.

A la vez, dedico este trabajo de investigación a mis amigos que se encaminaron conmigo a cumplir una de nuestras más grandes metas “el ser profesionales”.

AGRADECIMIENTO

A mi asesora que me guío durante la ejecución de mi investigación.

De la misma manera a todos los involucrados que formaron parte del desarrollo de este trabajo mis padres, hermanos, Ing. Walter Oliveros y Ing. Angela Núñez, mis padrinos Jorge y Rita.

Sin menos importancia les agradezco infinitamente el apoyo a mis mejores amigos Cinthya, Yanella, Donny, Dulce, Omar y Brayan.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Trabajos previos	2
1.3. Teoría relacionada al tema	8
1.4. Formulación del problema	12
1.4.1. Problema General	12
1.4.2. Problemas Específicos	12
1.5. Justificación	12
1.5.1. Justificación Teórica	12
1.5.2. Justificación Económica	13
1.5.3. Justificación Social	13
1.5.4. Justificación Ambiental	13
1.6. Hipótesis	13
1.6.1. Hipótesis General	13
1.6.2. Hipótesis Específicas	14
1.7. Objetivos	14
1.7.1. Objetivo General	14
1.7.2. Objetivos Específicos	14
II. MÉTODO	15
2.1 Diseño de investigación	15
2.2 Variables y operacionalización	16
2.2.1 Variables	16
2.2.2. Operacionalización de variables	16
2.3. Población y muestra	17
2.3.2. Población	17
2.3.3. Muestra	17
2.3.4. Muestreo	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ...	18
2.4.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
2.4.3. Validez	20

2.4.4. Confiabilidad.....	20
2.5. Métodos de análisis de datos	21
2.5.2. Estadística a usar	21
2.6. Aspectos éticos.....	22
III. RESULTADOS.....	22
3.1. Parámetros iniciales.....	22
3.2 Evaluación de disminución de Arsénico por el Método de Oxidación Solar	23
3.3 Cumplimiento del ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM	25
3.4 Análisis estadístico	26
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	36
V. CONCLUSIONES	37
VI. RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Propiedades químicas del arsénico	8
Tabla N° 2: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.	11
Tabla N° 3: Número de muestras a analizar con el método de oxidación solar.	16
Tabla N° 4: Operacionalización de variables.....	17
Tabla N°5: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	18
Tabla N° 6: Estadística de confiabilidad de alfa de Cronbach del Formato 1 – Estadística de Fiabilidad.	21
Tabla N° 7: Estadística de confiabilidad de alfa de Cronbach del Formato 2 – Estadística de Fiabilidad.	21
Tabla N° 8: Datos obtenidos del agua subterránea del distrito San Juan Bautista, Iquitos.	22
Tabla N° 9. Resultados iniciales y finales de los parámetros evaluados	23
Gráfico N° 1: Resultados Iniciales y finales de arsénico	25
Tabla N°10: Resultados cumplimiento de ECA para As.	25
Tabla N° 11 Prueba de normalidad para el arsénico	26
Tabla N° 12: ANOVA para el arsénico.....	27
Tabla N° 13: Prueba TUKEY para el arsénico.....	28
Tabla N° 14: Prueba normalidad para el pH.....	29
Tabla N° 15: ANOVA para el pH.	29
Tabla N° 16: Prueba TUKEY para el pH	30
Tabla N° 17: Prueba de normalidad para la temperatura	31
Tabla N° 18: Prueba ANOVA para la temperatura.....	32

Tabla N° 19: Prueba TUKEY para la temperatura	33
Tabla N° 20: Prueba de normalidad para la conductiva eléctrica.....	34
Tabla N° 21: Prueba ANOVA para la conductiva eléctrica	34
Tabla N° 22: Prueba TUKEY para la conductiva eléctrica	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Resultados Iniciales y finales de arsénico	25
Gráfico N° 2.- Evaluación de pH.....	43
Gráfico N° 3.- Evaluación de T°	43
Gráfico N° 4.- Unidad de análisis	44
Gráfico N° 5.- Muestras para tratamiento	44
Gráfico N° 6.- Hierro (alambre N° 16) y ácido cítrico (jugo de limón sutil)	45
Gráfico N° 7.- Dosis de hierro (2gr.) y Dosis de Ácido cítrico (01 gota)	45
Gráfico N° 8.- Muestra inicial	46
Gráfico N° 9.- Total de muestras.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA	42
ANEXO 2. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA.....	43
ANEXO 3. SEPARACIÓN DE MUESTRAS.....	44
ANEXO 4. APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO OXIDACIÓN SOLAR.....	45
ANEXO 5. FORMATOS DE RECOJO DE INFORMACIÓN	47
ANEXO 6. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1 “FORMATO 01”	48
ANEXO 7. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2 “FORMATO 02”	49
ANEXO 8. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3 “FORMATO 01”	50
ANEXO 9. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4 “FORMATO 02”	51
ANEXO 10. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5 “FORMATO 01”	52
ANEXO 11. INFOME DE LABORATORIO EPS LORETO INICIAL	53
ANEXO 12. INFOME DE LABORATORIO EPS LORETO FINAL	54
ANEXO 13. INFOME DE LABORATORIO EPS LORETO FINAL	55
ANEXO 14. INFOME DE LABORATORIO EPS LORETO FINAL	56
ANEXO 15. FORMATO DE RECOPIACIÓN DE DATOS	57
ANEXO 16. FORMATO DE RECOPIACIÓN DE DATOS	58
ANEXO 17. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	59
ANEXO 18. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	60
ANEXO 19. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	61
ANEXO 20. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	62
ANEXO 21. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	63
ANEXO 22. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	64
ANEXO 23. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	65
ANEXO 24. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	66
ANEXO 25. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	67
ANEXO 26. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	68
ANEXO 27. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	69
ANEXO 28. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	70
ANEXO 29. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	71

RESUMEN

Este estudio presenta como objetivo disminuir el arsénico presente en el agua subterránea del distrito de San Juan Bautista - Iquitos, por el método de Oxidación Solar. La población para esta investigación fue un depósito de agua que extrae agua de la capa freática, por ello de acuerdo con el Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad del Recurso Hídrico Superficial (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA), se admitió una muestra de 10 litros, la cual fue no probabilística ya que se empleó un muestreo conveniente. Medir los parámetros fisicoquímicos: conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), turbidez (NTU), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y pH de la muestra tomada, seguidamente se separó un litro de agua para evaluar las concentraciones iniciales de arsénico obteniendo como resultado 0.0385 mg/L. A los 09 litros de muestras restante se separó de litro en litro en 09 botellas PET distintas, cada una usando tres diferentes dosis de alambre de hierro N° 16 (0.5 gr, 1 gr, 2 gr) contiene 98% de hierro y jugo de limón de otras tres variedades de Citrus Aurantifolia Swingle en diferentes dosis (01, 02, 03 gotas) se expusieron a la radiación solar inclinada 20° al norte con ácido cítrico al 6,85% en diferentes tiempos (02, 04 y 06 horas), tuvieron una reducción del 85% en arsénico. Los resultados indican que los métodos de oxidación solar reducen de manera eficaz el grado de arsénico y a su vez es sencillo de aplicar en otros lugares con la misma realidad problemática.

Palabras clave: Arsénico, oxidación, irradiación solar.

ABSTRACT

This schoolwork aims to reduce the arsenic current in the groundwater of the region of San Juan Bautista - Iquitos, by the Solar Oxidation method. The inhabitants for this investigation were a water boiler that extracts water from the water table, therefore, in accordance with the Nationwide Decree for Specialist care the Eminence of External Water Resources (Jefatural Resolution No. 010-2016-ANA), a population was admitted. sample of 10 liters, which was not probabilistic since a convenient sampling was used. Measure the physicochemical parameters: conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$), turbidity (NTU), temperature ($^{\circ}\text{C}$) and pH of the sample taken, then a liter of water was separated to evaluate the initial concentrations of arsenic, obtaining as a result 0.0385 mg/L. The remaining 09 liters of samples were separated liter by liter into 09 different PET bottles, each one using three different doses of iron wire No. 16 (0.5 gr, 1 gr, 2 gr) 09 liters of samples were separated liter by liter into 09 different PET bottles, each one using three different doses of iron wire No. 16 contains 98% iron and juice of lemon from three other varieties of Citrus Aurantifolia Swingle at different doses (01, 02, 03 drops) were exposed to solar radiation inclined 20° to the north with 6.85% citric acid at different times (02, 04 and 06 hours), had an 85% reduction in arsenic. The results indicate that solar oxidation methods effectively reduce the level of arsenic and at the equal while it is laidback to apply in other places with the same problem reality.

Key Words: Arsenic, corrosion, astral radioactivity.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A través del tiempo, las personas han adquirido ciertos recursos para satisfacer sus necesidades básicas. El consumo de agua es un tema importante, ahora se necesitan algunas medidas de tratamiento para garantizar agua potable segura, evitando así el contagio de enfermedades causadas por la inadecuada calidad del agua, debido a las actividades humanas y la consecuente contaminación que afecta este recurso.

De acuerdo con Castro (2006), según su investigación en ciudades como China, India, Taiwán y Bangladesh la problemática en cuanto a contaminación es alarmante. Aproximadamente alrededor de 6 millones de personas se encuentran expuestas a esta situación, tomando en consideración que 2 millones de estos son menores. Asimismo, en Estados Unidos se repite la misma situación ya que, 350 mil individuos usan el recurso hídrico con un contenido alto de arsénico de 0.5 mg/L.

Según, George (2014) tras su investigación realizada en 12 distintos departamentos del Perú con el objetivo de medir la concentración del arsénico, tomó 139 muestras en suministros de agua subterráneas y obtuvo como resultado que alrededor de un 86% de las muestras tomada sobrepasa los 10 mg/l de agua potable establecida por la OMS.

Meyer, et al. (2018) en su estudio realizado en la cuenca de Amazonas tomó muestras de agua subterránea en 250 puntos, donde con los resultados se determinó que el arsénico supera en 5 veces el valor establecido por la OMS, encontrándose también presencia de otros minerales como manganeso y aluminio.

En la zona de San Juan Bautista-Iquitos acceden a este recurso mediante de afloramientos subterráneos a través de un pozo que distribuye agua a todos los vecinos. Esta realidad se presenta hace varios años y a pesar de los diálogos con diversas instituciones, la problemática continúa. Es por esto que las personas están innegablemente preocupadas por el agua que reciben y consumen y que es dañina para su salud.

1.2.Trabajos previos

A nivel nacional:

CHÁVEZ, M. Y MIGLIO, M. en su indagación científica **“La oxidación solar elimina el arsénico para los humanos”** el arsénico se eliminó de la muestra sintética con concentraciones de arsénicos de 0,02 mg/L y un pH de 7,5 utilizando RAOS. A esta evidencia se le añadieron alambres de Fe que, por oxidación, absorbió bien el arsénico y el ácido cítrico (jugo de limón) como impulsor, que luego se expuso a una radiación solar de 612,1 W-h/m, resultando en una remoción del 98,5% de As. con un tiempo de 6 horas. Esta eficacia se debe a que el pH de esta demostración está entre 6,5 y 10,5, lo que confiere al arsénico una alta capacidad oxidante. En los experimentos de campo se obtuvieron muestras del río Isahuaca-Colcabamba con una concentración promedio de 0.05 mg/l As. El método RAOS también es aplicable a estas muestras, Exponerlos a una radiación de 586 W-h/m² eliminó el 88% del arsénico. Este experimento demuestra la efectividad del enfoque RAOS en áreas rurales ya nivel de hogar.

CLIDO, J. et al. en su estudio **“La exposición al sol elimina el arsénico del agua”** el método RAOS se realizó en muestras con concentraciones de arsénicos de 0,050 mg/l. Las variables son concentraciones de arsénicos, tiempo, radiación solar y citrato de hierro. El método se aplicó transfiriendo las muestras a una botella de plástico y agregándole una solución de hierro y citrato férrico y 0 1 gota de jugo de limón, luego exponiéndola a la luz solar durante 5 y 6 horas, de ahí en adelante cada media hora, colocándolo en la oscuridad para su examinación. Asimismo, esta indagación muestra que las concentraciones de arsénicos son inversamente proporcionales al tiempo, mientras tanto que la eficacia de la metodología RAOS es proporcional al tiempo y la radiación solar es proporcional al tiempo. El método RAOS fue efectivo, eliminando hasta el 95% del arsénico en las 76 horas prescritas, lo que sugiere que el método puede ser empleado más tarde en zonas rurales por su sencillez y economía.

AGUILAR, K. (2018) En su indagación **“Eliminación de arsénicos en agua subterránea en las áreas de la laguna”** realizada en Chile se basó en la aplicación de tecnologías para recuperar agua de pozo con presencia de arsénico y así el consumo por los pobladores de distintas zonas rurales de Comarca que superaban el límite máximo

permisible se puede ver reflejado de manera positiva y se logre eliminar las altas concentraciones del metal. Las tecnologías para remover arsénico.

FRANCISCA Y CARRO (2014) En su artículo llamado “**Arsenic removal by coagulation-flocculation processes**” señalan que su objetivo principal es evaluar la remoción de arsénico y la eficiencia del ensayo al eliminar este mineral, por lo que, trabajaron con tres variables: dosis de coagulantes, dosis de partículas sólidas y concentración de (As) inicial. Realizaron combinaciones y usaron distintas concentraciones en más de 100 ensayos, logrando una remoción del 95% al agregar cloruro férrico y de un 80% al añadir sulfato de aluminio en soluciones de arsenato. Asimismo, indican que las altas remociones se generaron con un pH de 3 a 5, solo en compuestos oxidados y que los parámetros como el pH, dosis de floculante y la concentración de los sólidos controlan la remoción del As. Finalmente, concluyeron que el proceso de coagulación – floculación es eficiente para remover arsénico en soluciones.

DE LA CRUZ Y PALOMINO (2017) En su investigación titulada “**Remociones de arsénicos del agua potable de la localidad de Quero provincia de Jauja, por la metodología de electrocoagulaciones, a nivel laboratorio**” trabajaron con las variables siguientes: volumen de agua, tiempo de residencia y densidad de corriente. Para comenzar la sección experimental, escogieron electrodos, la distancia que existe entre ellos para poder fijar como producto (3) placas de fierro y (3) de aluminio, separados en series de 1 cm. La superficie donde trabajaron las muestras experimentales junto a los electrodos es de 0,08856 m². El resultado de las repeticiones experimentales, permitió la remoción del Arsénico de 97,73% el tiempo de residencia fue de 25 min y el valor de la densidad de corriente es 28,23 A/m², ambas variables inciden directamente en el resultado. De esta manera, confirma lo propuesto en su investigación como alternativas viables para los tratamientos de agua en el distrito de Quero.

FLORES COTRADO (2014) En su trabajo llamado “**Evaluaciones de remociones de arsénicos empleando hipoclorito de sodio cloruro férrico en el agua del Río Sama**” nos indica que la contaminación de las aguas utilizadas por los ciudadanos para consumo, la agricultura y otras actividades que lo requiere tiene altos índices de arsénico. Es así que, en su trabajo inicia con muestras de agua ya caracterizadas, a través, del procedimiento de coagulaciones usando cloruro férrico e hipoclorito de sodio. Consideró, además, usar distintas concentraciones de los reactivos juntos a las

siguientes variables: floculación, sedimentación y agitación empleando la prueba de jarras. Al finalizar, confirmó experimentalmente que el método que empleó, logró remover un total de 98,06% de arsénico total. Con un tiempo de 45 min, una concentración residuo de hierro de 0,143 ppm y de sodio de 87,04 ppm.

RAQUEL LESCANO (2013) En su investigación titulada “**Indagación de procedimientos avanzados de eliminación posterior por oxidación de arsénico en agua. UV/H₂O₂ Aplicación de proceso**” de la Universidad Nacional del Litoral; nos indica; que con la combinación de dos tecnologías logrará el así remover el arsénico (III) y (V) en agua. Por lo cual, fabricó un equipo uniendo el proceso oxidativo y de adsorción, logrando resultados favorables al remover arsénico (V) en agua con mayor eficiencia, pero, con el arsénico (III) la remoción fue menor. Al finalizar, concluye que la unión de ambos procesos permite remover el arsénico hasta en un mediano grado, además de que la unión del proceso requiere de una pre-oxidación.

ALVAREZ y VELI (2014) En su estudio titulado “**Remociones de arsénicos a través de arcilla natural del agua proveniente del Manantial de Quero - Jauja**” nos dice que, mediante el proceso de adsorción, así como observando las variables pH y tiempo tiene como finalidad lograr las remociones de arsénicos en sus evidencias de agua de manantial. Para iniciar hizo la caracterización de sus muestras, es así que mediante la prueba de espectrometría determinó la cantidad de arcilla a usar en su muestra con arsénico de 0,05 mg/L de concentración. Finalmente, concluye obteniendo una remoción de 97,5%, con un pH de 5,5 y 12 horas de tiempo para el experimento. Cabe señalar que esta técnica tiene dos ventajas ya que la arcilla es fácil de conseguir y a un precio cómodo y en algunos casos abunda por la zona.

VELARDE APAZA (2016) En su trabajo llamado “**Remociones de arsénicos (V) en medios acuosos empleando sillar revestido con óxido de hierro**”, señala que en su investigación usará la técnica del sillar revestido y así remover arsénico del agua destinada para consumo humano. Las variables experimentales con las que trabajó fueron: dosis de adsorbente, acumulación de arsénico inicial, tiempo y temperatura. Los resultados más importantes fueron concentraciones de As (V) de 15 mg, 50 ml de adsorbente, 2 horas de tiempo y temperatura en el rango de 283 a 303 K, esto señala que la técnica es favorable para reducir altos índices de arsénico.

CORDOVA VILLEGAS, (2013). En su estudio llamado “Desinfecciones y remociones de arsénicos del agua por fotocatalisis heterogénea” nos refiere, que hizo pruebas experimentales a nivel de botella para separar el arsénico y desinfectar el agua, usando radiación solar y a su vez luz artificial. Sus resultados más resaltantes con dosis inicial de As por arriba de los 0.2 mg/L, fue usando una concentración de TiO₂ de 5% y tiempo de exposición de 140 minutos, logrando cumplir con la normatividad mexicana e internacional con 98% de eficiencia y 99% en desinfección.

LIÑAN ABANTO (2016). En su artículo de investigación “Remociones de arsénicos en agua por raíces de cebolla, *Allium cepa*, bajo la condición de laboratorio”; nos dice; las concentraciones que uso de arsénico fueron en el rango de 0,1 a 0,4 mg/ en la plantación de cebolla. A los 6 días con ayuda de la prueba de Merckoquant Test comprobaron, que alrededor del 50% de arsénico de la muestra de concentración de 0,1 mg/L fue removido en el agua con las raicillas de *A. cepa*. Mientras que, en las demás muestras no se llegó a remover arsénico significativo.

LAZO CAMPOSANO (2013) En su investigación titulada “Eliminaciones de los arsénicos en distintas clases de aguas con zeolitas naturales” señala que utilizaron dos pruebas: la 1era prueba con zeolita sintética y la 2da con zeolita natural. La primera inició con dosis de arsénico de 1,000 ppm y se redujo a 7 ppm, también se empleó agua destilada. La segunda prueba inició en las mismas condiciones, pero, se agregó arena activada y carbón activado junto a la zeolita natural, obteniendo un resultado de 2 ppm.

A nivel Internacional:

ESCALERA, R. Y ORMACHEA, O. en su indagación científica “La eliminación de arsénico(v) se ve favorecida por la oxidación UV en un sensor óptico tubular circular” en Bolivia, su finalidad es desarrollar sistemas de tratamientos de aguas subterráneas más eficiente para uso de las comunidades rurales. Para hacer esto, construyeron un foto-reactor que constaba de un tubo de vidrio y un recipiente de plástico, le agregaron una solución sintética altamente concentrada de As⁺⁵, y luego lo expusieron a la luz solar. Los resultados obtenidos a diferentes tiempos de 40, 50 y 90 min para cada muestra cuando se logró la tasa de remoción de arsénico hasta el 98%,

demostrando la efectividad del método RAOS acompañado de una foto – reactor en cuanto a eficiencia y remoción de arsénico que es relativamente rápido.

GARCÍA, et al. en su indagación científica de “**Eliminaciones de arsénicos por oxidaciones solares en aguas de Tucumán, Argentina**”, por eso, emplearon una solución sintética por un lado y, por otro lado, tomaron muestras de aguas subterráneas de Tucumán, luego de lo cual agregaron soluciones de Fe y una gota de jugo de limón, respectivamente. Durante la exposición posterior a radiaciones solares de 8 000 W-h/m², lograron bajas tasas de eliminación en agua sintética, a medida que el arsénico se eliminó en muestras del subsuelo debido a su salinidad moderada. Por lo tanto, concluyeron que se utilizaron sales de hierro en lugar de soluciones férricas para conseguir un adecuado rendimiento del método RAOS.

ROJAS, et al., (2015) en su indagación científica “**Oxidación solar y coagulación-floculación para eliminar arsénico del agua potable doméstica**”, en esta indagación, al igual que en el estudio anterior, el método RAOS también utilizó una muestra compuesta con una aglutinación de arsénico de 0,20 mg/l, a la que se le adicionaron 0,6 g/l de hierro sin valor, que después se añadió a una botella de plástico en contacto con la tierra. Este método se utilizó durante tres días consecutivos, el primer día estuvo nublado con una insolación de 0,400 W/m², y los otros dos días fueron soleados con un nivel de insolación de 0,600 y 1200 W/m, respectivamente. El 0,20% de As se eliminó en un promedio de 2 hrs.

AVENDAÑO, et al., (2011) en su indagación científica “**Eliminaciones de arsénicos del río Sama mediante el método de Hierro Cero Valente**” de estos, utilizan fundamentalmente hierro (lana de acero comercial) para la remoción primaria de arsénico, como complementos a su método, citrato (limón comercial) y radiación solar. La muestra utilizada como parte experimental de este estudio determinaron la aplicación de los factores anteriores y mantuvieron constantes la irradiancia solar y el tiempo de deposición. Si bien la cantidad de hierro utilizada para eliminar el As de la muestra es un factor importante, otros factores contribuyen a la eliminación del 98 % del As.

MAYORGA, M. (2013) en su estudio doctoral “El arsénico en el agua subterránea se transfiere al suelo y las plantas” Uno de sus objetivos era ayudar a comprender la etiología y las evoluciones temporales de las contaminaciones por arsénicos en el agua subterránea de la tercera subcuenca del Duero, lo que llevó al descubrimiento de que el agua contenía niveles de bicarbonato disuelto, una alta solubilidad que puede traer minerales de arsénico a la superficie; asimismo, el nivel de arsénico en los suelos de esta zona es bajo, por lo que las altas concentraciones de arsénicos en las tierras agrícolas se debe a las contaminaciones por arsénicos en el agua de riego.

CORNEJO, et al., (2004) en su indagación científica “Eliminan arsénico del agua del río Camarones con innovadora tecnología RAOS”, El estudio se realizó en zonas rurales para la limpieza sencilla y económica de los canales de riego del río Camarones, que es rico en arsénico y es utilizado por el sujeto para el consumo humano. Para lograr este objetivo emplearon la técnica RAOS con el apoyo de variables como tiempo de exposición, muestras compuestas, hierro y jugo de limón, así como evidencias del río Camarones. Se aplicó la técnica RAOS a evidencias de río con 99,82% de eficacia. Esto evidencia que los métodos son factibles y aplicables a todas las realidades geoambientales. (CORNEJO, et al., 2004).

DUARTE, et al., (2018) en su estudio titulado “Arsenic subtraction after consumption aquatic by unconventional percolation progressions” tiene como objetivo principal las eficiencias de las remociones de arsénicos y una de las técnicas es SORAS, para ello usaron reactivos como ácido cítrico, sulfato de hierro (III), dióxido de titanio y jugo de limón. Obtuvieron como efectos en el proceso de aplicación en un tiempo de 4 horas de exposiciones solares una remoción de arsénico hasta en 85%.

MEYER, et al., (2018) demonstrated in his investigation "Adulteration by arsenic, aluminum and manganese in the groundwater possessions of the western Amazon" that the number of underground water wells has increased in order to be consumed as drinking water, but the quality of that resource is little studied. 250 samples were taken from different points, among them were the regions of Iquitos and Pucallpa. The result of this research in the Iquitos region in terms of pH was acid, arsenic concentrations exceed by 5 times (0.05 mg / l) the established by the world health society. At the same

time, the presence of minerals such as Manganese and Aluminum was also contracted, the high concretions of these toxic minerals require an assessment of the quality of the groundwater in all the western Amazon.

1.3. Teoría relacionada al tema

1.3.1. Generalidades del Agua

La corteza terrestre está envuelta en un 71 % por agua. Un 96,5% se concentra en los océanos, le siguen los glaciares con un 1,74%, los acuíferos con un 1,72% y lo restante que es un 0,04% comprende ríos, lagos, humedad y seres vivos. ALVARADO, *et al.* (2013).

1.3.2. Propiedades fisicoquímicas del agua

La fórmula química del agua H₂O indica que, está conformada por una molécula de agua que presenta 2 átomos de hidrogeno y una de oxígeno, éstas se unen por un puente covalente.

- El agua es un solvente universal.
- Posee gran calor específico.
- Conducción eléctrica.
- Tensión superficial: Propiedades

1.3.3. Propiedades químicas del Arsénico

Tabla N° 1 Propiedades químicas del arsénico

Símbolo	As
Clasificación	Grupo 15° metaloide
Número atómico	33
Número de oxidación	-3, 0, +3, +5
Isótopos	1 isotopo natural ⁷⁵ As

Fuente: Elaboración propia

1.3.4. Afloramiento Subterráneo

El agua subterránea forma grandes embalses, siendo la única fuente de agua potable en muchos lugares. A menudo, cuando orbitan bajo tierra, crean enormes sistemas de galerías y cuevas. En ciertos sitios, vuelven a la superficie, arrojándolos fuera del suelo en a manera de manantial. Las direcciones y velocidades de los movimientos del agua

subterránea dependen de las diferentes características del acuífero y de la impermeabilidad de la superficie del suelo (donde el agua es difícil de introducirse). Dos propiedades del acuífero que dañan el flujo y el almacenamiento de las aguas subterráneas son las porosidades (las cantidades de espacios abiertos en materiales) y las conductividades hidráulicas (medidas de las capacidades de acuíferos para transportar agua). Si la roca admite que el agua se desplace con relativa libertad dentro de ella, puede recorrer grandes distancias en cortos períodos de tiempo, además puede ingresar a acuíferos más hondos donde lleva un largo periodo para recuperarse y reintegrarse al medio ambiente. (Neri, 2009).

1.3.5. Importancia de los metales pesados

El arsénico se encuentra naturalmente en el agua y los niveles suelen ser altos en el nivel freático (agua subterránea). La aparición de metales pesados en el ciclo hidrológico proviene de varias fuentes la principal de origen natural. En la naturaleza se distribuye en diversos minerales, formando habitualmente sales de cobre, níquel, hierro o sulfatos y óxidos. (Moreno,1999).

1.3.6. Efectos del Arsénico sobre la salud

Las exposiciones del arsénico en el agua potable por un buen tiempo se asocian con un gran peligro de cáncer a la vejiga, pulmón, riñón y piel, tanto como con otras lesiones cutáneas como hiperqueratosis y alteraciones en el pigmento de la piel. Algunos expertos sugieren que un año de beber 0,050 a 0,100 mg/L de agua es suficiente para que un sujeto desarrolle cáncer, incluso después de mucho tiempo sin beber. (Rodríguez y Echevarría, 2008).

En otras palabras, el consumo de agua que contiene arsénico se asocia con un aumento de abortos espontáneos y mortinatos. La exposición a largo plazo al arsénico inorgánico en el rango de concentración recomendado por la OMS en el agua potable puede causar trastornos cardiovasculares, que incluyen arritmias, hipertensión, isquemia del corazón y el cerebro, diabetes y cambios arteriales periféricos como la enfermedad del pie negro. La investigación sobre el desarrollo del potencial de neurotoxicidad y los efectos adversos reproductivos del consumo de arsénico en el agua potable no es concluyente.

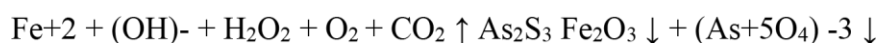
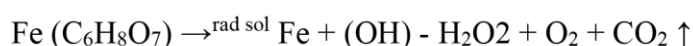
Asimismo, aunque una persona se expone regularmente al arsénico, es posible que los niveles de exposición no sean lo suficientemente altos como para causar efectos en la salud. Por lo tanto, la OMS establece el límite máximo permitido. Se han establecido límites de 2 unidades de masa corporal para el consumo diario máximo permitido, que

oscilan entre 2 y 6 unidades de masa corporal. En el caso del agua potable, ésta no debe presentar concentraciones superiores a 10 µg/kg.

1.3.7. Oxidación Solar:

El método tiene como objetivo producir floculo de hidróxido férrico por oxidaciones solares de sales de hierro en existencia de aire y citrato. La reacción fotoquímica no solo provoca la precipitación del hidróxido de hierro, sino que también incentiva el desarrollo de un compuesto altamente reactivo que oxidan a los arsénicos a arseniatos, que se adsorben los flóculos. El citrato se adiciona al jugo de limón (que en general ya contiene hierro) en una botella de plástico y se muestran a la luz solar durante varias horas. Deja la botella durante la noche. Como resultado, el aglomerado de arsénico y hierro, el agua purificada se decanta de las partículas o se filtran por medio de una simple tela tejida o de algodón. (OPS Y CEPIS 2005).

Durante el desarrollo del método de Oxidación solar ocurren 3 reacciones, la primera es cuando el hierro (alambres de hierro) reacciona con ácidos cítricos (jugo de limón) para formar citrato de hierro, seguido de la descomposición del hierro: iones de hidróxido, peróxido de hidrógeno, óxidos y monóxido de carbono. El peróxido de hidrogeno es él quien reaccionará para descomponer el sulfuro de arsénico y por lo tanto la formación de arsénico, y gestionará la formación de sales.



1.3.8. Potencial de Hidrogeno (pH)

Estos parámetros fisicoquímicos indican la presencia de iones de hidrógeno en muestras líquidas o sólidas. Mide de 0 a 14 y viene en tres grados: Alcalino, ácido y neutro (Litter *et al.*, 2010).

1.3.9. Temperatura

Es una unidad de medida del calor que tiene el cuerpo humano en grados centígrados, medida con un termómetro (°C) (Zhen, 2009).

1.3.10. Conductividad Eléctrica

La conductividad simboliza la cantidad de sal presente en una solución (Litter *et al.*, 2010). Es decir, La conductividad son medidas de las propiedades eléctricas de

soluciones acuosas. Estas propiedades dependen de la aparición de iones medidos, concentraciones, movibilidades, valencias y temperaturas. Un gran número de los compuestos inorgánicos son buenos conductores de electricidad. Las moléculas orgánicas no separadas en el agua conducen la electricidad en una escala muy menor.

1.3.11. Turbidez

Es una medición del nivel de pérdida de transparencia del agua a consecuencia de la existencia de partículas en suspensión en un cuerpo de agua (Litter *et al.*, 2010). Por lo tanto, son los parámetros más esenciales de la calidad del agua, un indicador de su contaminación, y cumple una funcional trascendental en la labor de los laboratorios de investigación analítica en plantas de tratamiento del agua residual.

1.3.12. Estándar de Calidad Ambiental D.S. N° 004-2017-MINAM

El propósito de esta norma es enumerar las disposiciones aceptadas como el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM que admiten los ECA.

Tabla N° 2: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Parámetro	Unidad de medida	A1 Agua que puede ser potabilizada con desinfección	A2 Agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional	A3 Agua que puede ser potabilizada con tratamiento avanzado
FISICO – QUIMICOS				
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.15

Fuente: D.S. N° 004-2017 –MINAM.

1.3.13. Alambre de Hierro Nro 16

Las especificaciones cumplen con los estándares SAE,2018. Elaborado en Aceros Arequipa S.A.

Características:

- Elementos trazas: Mn, C y P.
- Diámetro: 1,6 mm
- Hierro: 99%

1.3.14. Limón Sutil

Asimismo, hay limones peruanos, limones criollos y limones de pica. Se le conoce científicamente como *Citrus aurantifolia* Swingle. La siguiente tabla evidencia el valor nutricional de los limones por 100 gramos de muestra. (AMPEX, Perfil de Mercado de Limón, 2008).

Características:

- Variedad: *Citrus aurantifolia* Swingle (Denominado como Limón Sutil).
- Semillas: 5 a 7 semillas.
- Ácido Cítrico: 6,85 %
- Jugo: 53,27 %
- Color: Verde amarillo.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema General

- ¿La disminución de Arsénico es óptima mediante el método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018?

1.4.2. Problemas Específicos

- ¿Existe algún efecto sobre los parámetros químicos del agua subterránea tras aplicar el método de oxidación solar en el distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018?
- ¿El agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista sobrepasa los ECA para Arsénico D.S.004-2017 MINAM?

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Teórica

El uso de fuentes de agua contaminadas con metales pesados como el arsénico es una problemática transcendental de salubridad pública y los tratamientos están disponibles, pero son costosos y solo están disponibles en ciertas regiones. Aunque la oxidación solar se basa en las formaciones de flóculos de hidróxido y citrato de hierro, el arsénico puede existir en dos estados de oxidación. Para ello se coloca las evidencias de agua en botellas plásticas añadido de jugo de limón y alambre de hierro, luego se procede a exponerlos a irradiaciones solares por un

tiempo determinado, y ello permite reducir el arsénico en aguas de acuerdo al conocimiento científico.

1.5.2. Justificación Económica

Si tenemos en cuenta los costos asociados a la reducción de la aparición de arsénicos en el agua para la persona y la formación de enfermedades, concluyendo que el uso de métodos de oxidación solar traerá beneficios económicos y de ahorros, porque los compuestos utilizados en el material son barato y fácilmente disponible y el uso de este método es simple.

1.5.3. Justificación Social

Estos estudios tienen como objetivo proteger los recursos, los intereses y las economías, así como tomar medidas preventivas para proteger la salud humana, donde se considera que las apariciones de arsénicos en el agua potable humana contribuyen al desarrollo y control de enfermedades por métodos convencionales, presentando un alto costo del tratamiento. Por consiguiente, el uso de la oxigenación solar limitará el desarrollo de enfermedades y creará una opción para las personas del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

1.5.4. Justificación Ambiental

El actual estudio cubre la reducción de arsénico en el agua por afloramientos subterráneos, cuya presencia en un gran número de situaciones está vinculada con la litología del material geológico que constituye el acuífero. Además, hay diversos componentes humanos, como la lixiviación de desechos mineros o el empleo de pesticidas.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

- **¿La disminución de Arsénico es óptima mediante el método de oxidación solar del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018?**

Ho: La disminución de Arsénico no es óptima mediante el método de oxidación solar, del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

Ha: La disminución de Arsénico es óptima mediante el método de oxidación solar, del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- **¿Existe algún efecto sobre los parámetros químicos del agua subterránea tras aplicar el método de oxidación solar en del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018?**

Ho: Tras la aplicación del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos positivos sobre los parámetros químicos del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, ¿Iquitos 2018?

Ha: Tras la aplicación del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos negativos sobre los parámetros químicos del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, ¿Iquitos 2018?

- **¿El agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista sobrepasa los ECAS para Arsénico D.S.004-2017-MINAM?**

Ho: El agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista no sobrepasa los ECAS para Arsénico D.S.004-2017-MINAM.

Ha: El agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista sobrepasa los ECAS para Arsénico D.S.004-2017-MINAM.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Emplear el método de Oxidación Solar para disminuir el arsénico del agua de subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto sobre los parámetros químicos del agua subterránea tras aplicar el método de oxidación solar en del Distrito de San Juan Bautista.
- Determinar si el agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista sobrepasa los ECAS para Arsénico D.S.004-2017-MINAM.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Esta indagación es previa al experimento, porque se establecerá el contenido de arsénico del agua antes y después del tratamiento de las oxidaciones solares, se continuará el siguiente procedimiento.

Esquema:

$$G = O_1 - X - O_2$$

O₁ = Pre - tratamiento

X = Tratamiento

O₂ = Post - tratamiento

- **Tratamiento N° 01.-** Contiene 0,5 gramos de alambre N°16 (99% hierro) y 1 gota de jugo de limón (6,85% ácido cítrico) para 2 horas.
- **Tratamiento N° 02.-** Consta de 1 gramo de alambre de 16 metros (99% hierro) y 2 gotas de jugo de limón (6,85% ácido cítrico) y tiene un lapso de oxidación de 04 horas.
- **Tratamiento N° 03.-** Consta de 2 gramos de alambre N°16 (99% hierro) y 3 gotas de jugo de limón (6,85% ácido cítrico) para un lapso de exposición de 6 horas.

A continuación, se representarán las cantidades de muestras a examinar:

Tabla N° 3: Número de muestras a analizar con el método de oxidación solar.

Repeticiones	Muestras de agua con Arsénico (As)	Número de repeticiones
A	A1	5
	A2	
	A3	
	A4	
	A5	
B	B1	5
	B2	
	B3	
	B4	
	B5	
C	C1	5
	C2	
	C3	
	C4	
	C5	
$\Sigma_{TOTAL} = 15$ muestras		

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Variables y operacionalización

2.2.1 Variables

- **Independiente**
Oxidación solar.
- **Dependientes**
Disminución de Arsénico.

2.2.2. Operacionalización de variables

Tabla N° 4: Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala
VARIABLE INDEPENDIENTE Oxidación Solar	Las oxidaciones solares consisten en aplicar hierro y ácidos cítricos a una muestra de agua, exponerla a la luz solar y hacer que la muestra se oxide, eliminando así el arsénico. (Vasquez,2015)	Hierro (alambre N° 16)	<ul style="list-style-type: none"> • 0.5gr • 1gr • 2gr 	Razón
		Ácido cítrico (jugo de limón)	<ul style="list-style-type: none"> • 01 gota • 02 gotas • 03 gotas 	Razón
		Tiempo de Exposición	<ul style="list-style-type: none"> • 02 horas • 04 horas • 06 horas 	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE Disminución de As	La desensibilización se define como la reducción de contaminantes en muestras de agua por oxidación solar de los afloramientos subterráneos del pozo tubular PP.JJ. Pedro Vilcapaza. (Cornejo, 2013)	Concentración de Arsénico	<ul style="list-style-type: none"> • Concentraciones iniciales (mg/L). • Concentraciones finales (mg/L). 	Razón
		Propiedades fisicoquímicas	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura. • Conductividad E. • Turbidez • pH. 	Razón

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población y muestra

2.3.2. Población

En la actual indagación la comunidad fue el depósito subterráneo almacenado para su distribución a la población de la localidad de San Juan Bautista, Iquitos.

2.3.3. Muestra

La demostración fue de 15 L del agua de un pozo subterráneo de la localidad de San Juan Bautista, Iquitos. Parte del volumen de la evidencia sirvió para la examinación de parámetros iniciales y lo restante para continuar con el estudio.

2.3.4. Muestreo

Para este estudio se realizó los muestreos no probabilísticos, ya que se hizo un muestreo por conveniencia, por lo general la persona que realiza la acción tiene experiencia. Molina, E. (2012).

Por esto, se enfatiza el cumplimiento del Protocolo Nacional de monitoreo de la Calidad del Recurso Hídrico Superficial (*Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA*).

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Utilizaremos los instrumentos y técnicas enumeradas en la tabla N° 5 a continuación:

Tabla N°5: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnica de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos
Observación	Formato 1: Formato de determinación de As, pH, temperatura del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.
	Formato 2: Formato de control del método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

- a. **Formato 1 - Formato de determinación de As, pH, temperatura del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos:** En este formato, se especificará el lugar de muestreo (latitud y altitud), el tamaño de la muestra, el nivel inicial de arsénico, el potencial de hidrógeno y la temperatura. También responsable de los plazos.

- b. **Formato 2 - Formato de control del método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos:** Estos formatos evaluarán los tiempos de exposiciones, irradiaciones solares, masas de las muestras, fechas y horas de aplicaciones y plomo de los métodos de oxidaciones solares utilizando dosis fijas de ácido cítrico y hierro.

Etapa 1: Identificación del área de estudio.

Se continuó con establecer el área de muestreo, en otros términos, la localización de los pozos de agua subterránea de la localidad de San Juan Bautista (altitud y latitud).

Etapa 2: Toma de muestra

Luego, se empezó a recoger unas muestras de aguas subterráneas de la localidad de San Juan Bautista, siendo de 15L, se estimó la temperatura, el pH y conductividad eléctrica.

Equipos:

Se aplicó el pHmetro con el fin de medir el pH y el multiparámetro para medir la temperatura.

Materiales:

Se utilizó un cubo con 5L de almacenamiento.

Etapa 3: Separación de unidad de análisis de muestra y muestras para aplicar tratamiento.

De la prueba de 15L se recogió en un recipiente de PET (polietiliterfalato) incoloro un ejemplo de 01L con el fin de transportarla al laboratorio con el objetivo de su examinación de arsénico inicial. La muestra de agua de 15L restante se dividieron en 15 recipientes PET incoloros de 01L.

Materiales:

Se utilizó 15 recipientes de PVC, rótulos adhesivos.

Etapa 4: Aplicación de tratamiento de Oxidación solar.

Con el fin de aplicar el tratamiento de oxidación solar se manejó tres diferentes tipos de dosificación de hierro (0.5 gr., 1 gr. ,2 gr.) y de ácido cítrico tres dosis diferentes también (01, 02, 03 gotas), los 15 recipientes PET de 01L de capacidad se exhibieron a la radiación solar con un ángulo de pendiente de 20° orientados al norte. Acto seguido, se recogieron las muestras en las exposiciones 02, 04 y 06 hrs. y cada exposición al sol se repitió por 05 veces. Para concluir, las 15 pruebas se ubicaron en una postura vertical y se dejó de esta manera durante la noche para ayudar a la sedimentación de los flóculos. A la mañana siguiente, todas las

muestras fueron filtradas y transportadas al laboratorio con la finalidad de medir la concentración de arsénico final.

Materiales:

Se emplearon 15 recipientes de PVC de 01L, rótulos adhesivos, alambre de hierro #16, tela de algodón y jugo de limón sutil.

2.4.3. Validez

El siguiente instrumento fue puesta evaluación de expertos:

Se verifica su validez por medio del juicio de expertos, poniendo a prueba la exactitud y consistencia de la redacción y del contenido teórico, así como la claridad de las formulaciones de los objetivos. Estos expertos son los que siguen a continuación:

- **Especialista 1:** Nombre y apellidos: Palpa Chávez, Gino
Grado Académico: Ingeniero Sanitario N° de Colegiatura: 141801

- **Especialista 2:** Nombre y apellidos: Teodoro Vara, Estefany
Grado Académico: Ingeniero Químico N° de Colegiatura: 141142

- **Especialista 3:** Nombre y apellidos: Oliveros Guzmán, Walter
Grado Académico: Ingeniero Civil N° de Colegiatura: 136651

2.4.4. Confiabilidad

En el presente estudio, el instrumento de recopilación de datos empleo el Alfa de Cronbach con la finalidad de establecer la confiabilidad.

De esta manera se valoró el Formato 1:

Tabla N° 6: Estadística de confiabilidad de alfa de Cronbach del Formato 1 – Estadística de Fiabilidad.

Alfa de Cronbach	N° de elementos
1.000	10

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Alfa = 1, teniendo como valores potenciales del 0 al 1, por lo tanto, se aprueba la confiabilidad del instrumento.

Asimismo, se valoró el Formato 2.

Tabla N° 7: Estadística de confiabilidad de alfa de Cronbach del Formato 2 – Estadística de Fiabilidad.

Alfa de Cronbach	N° de elementos
1.000	10

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Alfa = 1, teniendo como valores potenciales del 0 al 1, por lo tanto, se aprueba la confiabilidad del instrumento.

Las informaciones utilizadas para encontrar estadísticas de confiabilidad provienen de juicios de expertos en el formulario de los documentos de validación adjunto en los anexos.

2.5. Métodos de análisis de datos

2.5.2. Estadística a usar

Con el fin de la examinación de la información, dado que las variables son cuantitativas, es necesario presentar medias numéricas de los valores mencionados en diversas unidades (mg/L, %, gr.) en unión con sus concernientes gráficas estadísticas. La recopilación y análisis será realizada por medio de dos (02), softwares los cuales son IBM SPSS y Excel 2013.

2.6. Aspectos éticos

Los datos y fotos de las pruebas, se conservarán de acuerdo con la política del usuario y solo se utilizarán para esta investigación. Asimismo, se cita toda la información recabada de cualquier otra fuente, empleando la norma ISO 690 y tomando en cuenta la normativa de la Universidad Particular César Vallejo.

III. RESULTADOS

3.1. Parámetros iniciales

Contiene la información obtenida de las características fisicoquímicas de los parámetros a continuación: temperatura, pH, conductividad eléctrica y Arsénico, del agua subterránea.

Tabla N° 8: Datos obtenidos del agua subterránea del distrito San Juan Bautista, Iquitos.

Parámetros	Muestra	ECA
As (mg/l)	0.0285	0.01
Ph	7.17	6.5 – 8.5
Temperatura	26 °C	35
Conductividad E.	783 μ S/cm	1500 μ S/cm

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación N° 1: El agua subterránea del distrito San Juan Bautista sobrepasa el ECA establecido en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en arsénico.

3.2 Evaluación de disminución de Arsénico por el Método de Oxidación Solar

Los datos que se mostraran a continuación son los conseguidos antes de la aplicación del Método de Oxidación y después, mediante los tres tratamientos A, B y C detallados anteriormente.

Tabla N° 9. Resultados iniciales y finales de los parámetros evaluados

Parámetros Iniciales						Método de Oxidación Solar			Parámetros finales			
Codificación de muestra	As inicial mg/L	pH	Temperatura (C°)	Conductividad E. (μS/cm)	Volumen (L)	Dosis de Hierro (gr.)	Dosis de Ácido cítrico (mg/l)	Tiempo de Exposición Solar (horas)	pH	Temperatura (C°)	Conductividad E. (μS/cm)	As final mg/L
A1	0.0285	7.17	22	6	1	0,5	1	2	6.96	20	6	0.0224
A2	0.0285	7.17	22	6	1	0,5	1	2	6.94	21	6	0.0223
A3	0.0285	7.17	21	6	1	0,5	1	2	6.96	21	6	0.0224
A4	0.0285	7.17	22	6	1	0,5	1	2	6.96	21	6	0.0221
A5	0.0285	7.17	22	6	1	0,5	1	2	6.94	20	6	0.0223
A	0.0285	7.17	22	6	1	0,5	1	2	6.96	21	6	0.0223
B6	0.0285	7.17	22	6	1	1	2	4	7	20	6	0.0132
B7	0.0285	7.17	22	6	1	1	2	4	6.98	21	6	0.0128
B8	0.0285	7.17	21	6	1	1	2	4	7	21	6	0.0133
B9	0.0285	7.17	22	6	1	1	2	4	7	21	6	0.0126

Fuente: Elaboración propia.

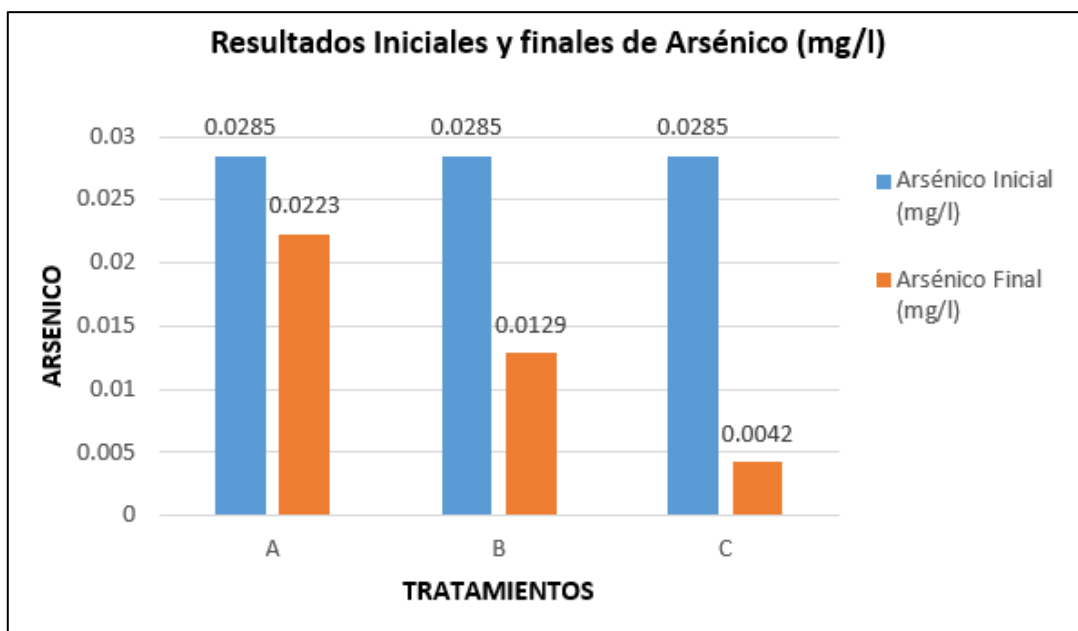
Parámetros Iniciales						Método de Oxidación Solar			Parámetros finales			
Codificación de muestra	As inicial mg/L	pH	Temperatura (C°)	Conductividad E. (µS/cm)	Volumen (L)	Dosis de Hierro (gr.)	Dosis de Ácido cítrico (mg/l)	Tiempo de Exposición Solar (horas)	pH	Temperatura (C°)	Conductividad E. (µS/cm)	As final mg/L
B10	0.0285	7.17	22	6	1	1	2	4	7	20	6	0.0128
B	0.0285	7.17	22	6	1	1	2	4	7	21	6	0.0129
C11	0.0285	7.17	22	6	1	2	3	6	6.98	19	6	0.0046
C12	0.0285	7.17	22	6	1	2	3	6	6.98	19	6	0.0039
C13	0.0285	7.17	21	6	1	2	3	6	6.97	19	6	0.0041
C14	0.0285	7.17	22	6	1	2	3	6	6.98	19	6	0.0042
C15	0.0285	7.17	22	6	1	2	3	6	6.98	19	6	0.0044
C	0.0285	7.17	22	6	1	2	3	6	6.98	19	6	0.0042

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación N°2: Como se aprecia en la tabla N°9 se presentan los 03 tratamientos de la aplicación del método de Oxidación Solar con sus parámetros fisicoquímicos iniciales y finales evaluados por separado. Se realizó 05 repeticiones por cada tratamiento, obteniendo mejores resultados de disminución de arsénico en el tratamiento C con una dosis de 1 gr. de Hierro, 03 gotas de ácido cítrico y un lapso de 06 horas de exposición, a la vez no se mostraron alteraciones significativas en los parámetros fisicoquímicos.

Gráficamente, se representan resultados iniciales y finales por tratamiento de Arsénico en el gráfico a continuación:

Gráfico N° 1: Resultados Iniciales y finales de arsénico



Fuente: Elaboración propia.

3.3 Cumplimiento del ECA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Previamente, los siguientes datos sobre los niveles de arsénico inicial y final se consiguieron en relación a la ECA:

Tabla N°10: Resultados cumplimiento de ECA para As.

D.S. N° 004-2017-MINAM (ECA - As)			
Codificación de muestra	As inicial (mg/L)	As final (mg/L)	ECA Arsénico (mg/L)
A1	0.0285	0.0224	0.010
A2		0.0223	
A3		0.0224	
A4		0.0221	
A5		0.0223	
A		0.0223	
B1		0.0132	
B2		0.0128	
B3		0.0133	
B4		0.0126	
B5		0.0128	

D.S. N° 004-2017-MINAM (ECA - As)			
Codificación de muestra	As inicial (mg/L)	As final (mg/L)	ECA Arsénico (mg/L)
B		0.0129	
C1		0.0046	
C2		0.0039	
C3		0.0041	
C4		0.0042	
C5		0.0044	
C		0.0042	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación N° 3: Efectuando la contrastación de la Tabla N° 10 entre el promedio de los 03 tratamientos se tiene la facultad de evidenciar que en el tratamiento C y sus repeticiones del agua subterránea del distrito San Juan Bautista cumple con el D.S. N° 004-2017-MINAM, ECA-Agua, Categoría A1. Aguas que tienen la facultad de ser potabilizadas con desinfecciones.

3.4 Análisis estadístico

3.4.1 Arsénico (As)

Prueba de Normalidad

Tabla N° 11 Prueba de normalidad para el arsénico

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
Parámetro	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Arsénico	Inicial	.	5	.	.	5	.
	Tratamiento 1	,300	5	,161	,833	5	,146
	Tratamiento 2	,282	5	,200*	,897	5	,391
	Tratamiento 3	,159	5	,200*	,990	5	,980

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

a) Prueba de hipótesis

H0: Los datos provienen de una distribución normal.

H1: Los datos no provienen de una distribución normal.

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. Rechazan la H1.

c) Resultado /discusión

P valor superior a **0.05**, en consecuencia, aceptan la **H0**: Los datos provienen de una distribución normal.

Prueba ANOVA

Tabla N° 12: ANOVA para el arsénico

ANOVA					
Arsénico					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,002	3	,001	12,865,193	,000
Dentro de grupos	,000	16	,000		
Total	,002	19			

a) Prueba de hipótesis

H₀: La disminución de Arsénico no es óptima a través del método de oxidación solar, del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

H_a: La disminución de Arsénico es óptima a través del método de oxidación solar, del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05. Rechazan la H0.

c) Resultado /discusión

P valor inferior a **0.05**, en consecuencia, se acepta la **H_a**: La disminución de Arsénico es óptima a través del método de oxidación solar, del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

Prueba TUKEY

Tabla N° 13: Prueba TUKEY 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
Inicial	Tratamiento 1	,0062000*	,0001327	,000	,005820	,006580
	Tratamiento 2	,0155600*	,0001327	,000	,015180	,015940
	Tratamiento 3	,0242600*	,0001327	,000	,023880	,024640
Tratamiento 1	Inicial	-,0062000*	,0001327	,000	-,006580	-,005820
	Tratamiento 2	,0093600*	,0001327	,000	,008980	,009740
	Tratamiento 3	,0180600*	,0001327	,000	,017680	,018440
Tratamiento 2	Inicial	-,0155600*	,0001327	,000	-,015940	-,015180
	Tratamiento 1	-,0093600*	,0001327	,000	-,009740	-,008980
	Tratamiento 3	,0087000*	,0001327	,000	,008320	,009080
Tratamiento 3	Inicial	-,0242600*	,0001327	,000	-,024640	-,023880
	Tratamiento 1	-,0180600*	,0001327	,000	-,018440	-,017680
	Tratamiento 2	-,0087000*	,0001327	,000	-,009080	-,008320

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

La significancia de la prueba Tukey para el tratamiento donde el valor P es inferior a 0.05, como es la materia para este tratamiento se acepta la **H_a**: La disminución de Arsénico es óptima a través del método de oxidación solar, del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018, para todos los tratamientos.

3.4.2 pH

Prueba de Normalidad

Tabla N° 14: Prueba normalidad para el pH.

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
Parámetro	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	Inicial	,473	5	,001	,552	5	,000
	Tratamiento 1	,360	5	,033	,777	5	,052
	Tratamiento 2	,274	5	,200*	,893	5	,372
	Tratamiento 3	,279	5	,200*	,883	5	,323
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de significación de Lilliefors							

a) Prueba de hipótesis

H0: Los datos provienen de una distribución normal.

H1: Los datos no provienen de una distribución normal.

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. rechazan la H1.

c) Resultado /discusión

P valor superior a **0.05**, en consecuencia, aceptan la **H0**: Los datos provienen de una distribución normal.

Prueba ANOVA

Tabla N° 15: ANOVA para el pH.

ANOVA					
pH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	91,248,879	3	30,416,293	1,000	,418
Dentro de grupos	486,710,104	16	30,419,381		
Total	577,958,983	19			

a) Prueba de hipótesis

Ho: Tras la ejecución del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos positivos sobre los parámetros químicos (pH) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

Ha: Tras la ejecución del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos negativos sobre los parámetros químicos (pH) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05. Se rechaza la H0

c) Resultado /discusión

P valor superior a **0.050**, en consecuencia, aceptamos la **Ha:** Tras la aplicación del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos negativos sobre los parámetros químicos (pH) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

Prueba TUKEY

Tabla N° 16: Prueba TUKEY para el pH

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: pH						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Inicial	Tratamiento 1	15,621,800	11,030,754	,508	-1,593,741	4,718,101
	Tratamiento 2	15,493,000	11,030,754	,515	-1,606,621	4,705,221
	Tratamiento 3	15,680,000	11,030,754	,505	-1,587,921	4,723,921
Tratamiento 1	Inicial	-15,621,800	11,030,754	,508	-4,718,101	1,593,741
	Tratamiento 2	-128,800	11,030,754	1,000	-3,168,801	3,143,041
	Tratamiento 3	,58200	11,030,754	1,000	-3,150,101	3,161,741
Tratamiento 2	Inicial	-15,493,000	11,030,754	,515	-4,705,221	1,606,621
	Tratamiento 1	128,800	11,030,754	1,000	-3,143,041	3,168,801
	Tratamiento 3	187,000	11,030,754	1,000	-3,137,221	3,174,621
Tratamiento 3	Inicial	-15,680,000	11,030,754	,505	-4,723,921	1,587,921

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: pH						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
	Tratamiento 1	-,58200	11,030,754	1,000	-3,161,741	3,150,101
	Tratamiento 2	-187,000	11,030,754	1,000	-3,174,621	3,137,221

La significancia de la prueba Tukey dirigido al tratamiento, en el cual el valor de P es inferior a 0.05, como es la materia para este tratamiento se acepta la **H_a**: Tras la aplicación del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos negativos sobre los parámetros químicos (pH) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

3.4.3 Temperatura

Prueba de Normalidad

Tabla N° 17: Prueba de normalidad para la temperatura

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
Parámetro	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	Inicial	,203	5	,200*	,923	5	,549
	Tratamiento 1	,425	5	,004	,715	5	,014
	Tratamiento 2	,265	5	,200*	,836	5	,154
	Tratamiento 3	,342	5	,057	,807	5	,092

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los datos provienen de una distribución normal.

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal.

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. Rechazan la H₁.

c) Resultado /discusión

P valor superior a **0.05**, en consecuencia, aceptan la **H₀**: Los datos provienen de una distribución normal.

Prueba ANOVA

Tabla N° 18: Prueba ANOVA para la temperatura

ANOVA					
Temperatura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	37,892	3	12,631	8,364	,001
Dentro de grupos	24,161	16	1,510		
Total	62,054	19			

a) Prueba de hipótesis

Ho: Tras la ejecución del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos positivos sobre los parámetros químicos (Temperatura) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

Ha: Tras la ejecución del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos negativos sobre los parámetros químicos (Temperatura) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05. Rechazan la H0.

c) Resultado /discusión

P valor inferior a **0.05**, en consecuencia, aceptamos la **Ho:** Tras la aplicación del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos positivos sobre los parámetros químicos (Temperatura) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

Prueba TUKEY

Tabla N° 19: Prueba TUKEY para la temperatura

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: Temperatura						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Inicial	Tratamiento 1	3,69400*	,77720	,001	14,704	59,176
	Tratamiento 2	2,54000*	,77720	,023	,3164	47,636
	Tratamiento 3	2,84000*	,77720	,010	,6164	50,636
Tratamiento 1	Inicial	-3,69400*	,77720	,001	-59,176	-14,704
	Tratamiento 2	-115,400	,77720	,469	-33,776	10,696
	Tratamiento 3	-,85400	,77720	,695	-30,776	13,696
Tratamiento 2	Inicial	-2,54000*	,77720	,023	-47,636	-,3164
	Tratamiento 1	115,400	,77720	,469	-10,696	33,776
	Tratamiento 3	,30000	,77720	,980	-19,236	25,236
Tratamiento 3	Inicial	-2,84000*	,77720	,010	-50,636	-,6164
	Tratamiento 1	,85400	,77720	,695	-13,696	30,776
	Tratamiento 2	-,30000	,77720	,980	-25,236	19,236

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

La significancia de la prueba Tukey dirigido al tratamiento donde el valor de P es inferior a 0.05, como es la materia para este tratamiento se acepta la **H₀**: Tras la aplicación del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos positivos sobre los parámetros químicos (Temperatura) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

3.4.4 Conductividad eléctrica (CE)

Prueba de normalidad

Tabla N° 20: Prueba de normalidad para la conductiva eléctrica

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
Parámetro	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CE	Inicial	,455	5	,001	,571	5	,000
	Tratamiento 1	,245	5	,200*	,888	5	,346
	Tratamiento 2	,201	5	,200*	,929	5	,587
	Tratamiento 3	,244	5	,200*	,879	5	,306
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de significación de Lilliefors							

a) Prueba de hipótesis

H0: Los datos provienen de una distribución normal.

H1: Los datos no provienen de una distribución normal.

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. Rechazan la H1.

c) Resultado /discusión

P valor superior a **0.05**, en consecuencia, aceptamos la **H0**: Los datos provienen de una distribución normal.

Prueba ANOVA

Tabla N° 21: Prueba ANOVA para la conductiva eléctrica

ANOVA					
CE					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	53,689	3	17,896	235,346	,000
Dentro de grupos	1,217	16	,076		
Total	54,906	19			

a) Prueba de hipótesis

Ho: Tras la ejecución del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos positivos sobre los parámetros químicos (Conductividad eléctrica) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

Ha: Tras la ejecución del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos negativos sobre los parámetros químicos (Conductividad eléctrica) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05. Rechazan la H0.

c) Resultado /discusión

P valor inferior a **0.05**, en consecuencia, se acepta la **Ho:** Tras la aplicación del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos positivos sobre los parámetros químicos (Conductividad eléctrica) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

Prueba TUKEY

Tabla N° 22: Prueba TUKEY para la conductiva eléctrica

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CE						
HSD Tukey						
(I) tratamientos	(J) tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Inicial	Tratamiento 1	3,85200*	,17440	,000	33,530	43,510
	Tratamiento 2	3,67400*	,17440	,000	31,750	41,730
	Tratamiento 3	3,81600*	,17440	,000	33,170	43,150
Tratamiento 1	Inicial	-3,85200*	,17440	,000	-43,510	-33,530
	Tratamiento 2	-,17800	,17440	,740	-,6770	,3210
	Tratamiento 3	-,03600	,17440	,997	-,5350	,4630
Tratamiento 2	Inicial	-3,67400*	,17440	,000	-41,730	-31,750
	Tratamiento 1	,17800	,17440	,740	-,3210	,6770
	Tratamiento 3	,14200	,17440	,847	-,3570	,6410
Tratamiento 3	Inicial	-3,81600*	,17440	,000	-43,150	-33,170
	Tratamiento 1	,03600	,17440	,997	-,4630	,5350
	Tratamiento 2	-,14200	,17440	,847	-,6410	,3570

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

La significancia de la prueba Tukey dirigida al tratamiento donde el valor de P es inferior a 0.05, como es la materia para este tratamiento se acepta la **H₀**: Tras la aplicación del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos positivos sobre los parámetros químicos (conductividad eléctrica) del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de la aplicación de los 03 tratamiento (A, B y C) del método de oxidación solar y los resultados obtenidos podemos exponer que al aplicar 03 dosis distintas de ácido cítrico (01, 02, y 03 gotas) y Hierro (0.5 gr., 1 gr. y 2 gr) en distintos tiempos de exposición solar (02, 04, y 06 horas) se logra que la dosis optima de los tres tratamientos sea de 03 gotas de ácido cítrico y 2 gr. de Hierro en un tiempo de 06 horas (tratamiento C), debido a que el arsénico disminuyo hasta un 0.0042 mg/L, coincidiendo con Cornejo, (2015) en su estudio científico “Eliminación de arsénicos en el agua del río Camarones manejando la tecnología RAOS cambiada” quien en su investigación empleo las mismas variables obteniendo una eliminación de Arsénico de 0,0056 mg/L. Por otra parte, los tratamientos aplicados no alteraron de manera significativa el parámetro fisicoquímico como lo es el pH, conductividad eléctrica y la temperatura.

Después de obtener los resultados en la parte estadística de esta investigación, nos conlleva a aceptar la hipótesis alterna general, la cual establece que “El decrecimiento del Arsénico es óptima por medio de la técnica de oxidación solar, del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

Para la disminución de arsénico tuvo resultados favorables el tratamiento C con un empleo de 2 gr. de Hierro y 03 gotas de ácido cítrico con un lapso de exposición de 6 horas consiguiendo eliminar el arsénico hasta un 0,0042 mg/L coincidiendo y apoyándonos en el estudio de Chávez, M. y Miglio, M., donde utilizaron el ácido cítrico (jugo de limón), hierro (alambre de hierro #16), tiempo de exposición solar (03 gotas, 2 gramos y 06 horas) también como variables con el fin de eliminar el arsénico en aguas de consumo doméstico con una prueba sintetizada a nivel laboratorio logrando remover 0,0069 mg/L de arsénico. A la vez el potencial de pH una de los parámetros químicos no tuvo varianza significativa al aplicar la metodología de Oxidación Solar.

Por otro lado, en el tratamiento C de nuestra investigación que obtuvo mejor resultados de remoción de arsénico (0,0042 mg/L) con 2 gr. de Hierro (alambre hierro N°16) previamente lijado, 3 gotas de ácido cítrico en 6 horas de exposición. Mientras que, Clido, J. et al. (2013) en su estudio “Eliminaciones de Arsénicos del agua por medio de Irradiación Solar” empleo la misma dosis de ácido cítrico, el mismo tiempo de exposición solar, pero como cuerpo de Hierro utilizó viruta de lana de acero teniendo como resultado de remoción de arsénico (0,1 mg/L). Por lo que se difiere que el cuerpo de Hierro (alambre de hierro N°16) tiene mejores resultados de remoción de arsénico.

Después de obtener los resultados en la parte estadística de esta investigación, nos conlleva a aceptar la hipótesis alterna general, la cual establece que “el decrecimiento de Arsénico es óptima por medio de la técnica de oxidación solar, de aguas subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.

V. CONCLUSIONES

- Podemos concluir que los métodos de Oxidación Solar aplicado al agua subterránea del distrito San Juan Bautista – Iquitos logro disminuir el arsénico en 0,0042 mg/ L con una dosis de 03 gotas de ácido cítricos, 2 gr. de Hierro y con un tiempo de 06 horas de exposición solar. A la vez los parámetros fisicoquímicos evaluados inicialmente no sufrieron cambios significativos por la aplicación del método.
- La dosis óptima de Ácido cítrico es de 03 gotas para para disminuir el arsénico a un nivel de 0.0042 mg/l del agua subterránea del distrito San Juan Bautista - Iquitos.
- Se determina que, la mejor dosificación de Hierro es de 2 gr. para para disminuir el arsénico a un nivel de 0.0042 mg/L del agua subterránea del distrito San Juan Bautista - Iquitos.
- El agua subterránea del distrito San Juan Bautista – Iquitos, tratada con los métodos de oxidación solar obedece con la ECA 0.010 mg/L establecido D.S. N° 004-2017 en su 3er tratamiento C que se consiguió reducir el grado de arsénico hasta en un 0.0042 mg/l.

VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere extender el estudio, teniendo en cuenta que el producto de esta tesis es la única prueba de recolección de datos en campo de los pozos que recogen las aguas por afloramiento subterráneo en el distrito de San Juan Bautista.
- Es importante realizar una evaluación previa de la zona en donde se aplicará la oxidación solar, tomando en cuenta los factores climáticos para el buen desempeño de este método; como también, analizar previamente el agua a tratar en cuanto a los parámetros fisicoquímicos y metales pesados, para verificar qué parámetros están presentes y cuáles son los que alteran significativamente el cuerpo de agua (niveles de concentración).
- Asimismo, se sugiere que los tratamientos tengan una mayor cantidad de repeticiones, para tener resultados más confiables cuando se contraste lo ejecutado en campo junto a la parte estadística, para validar su aceptabilidad de las hipótesis planteadas.

VII.REFERENCIAS BIBLIGRAFICAS

- AGUILAR, K. Eliminación de Arsénicos en aguas subterráneas del colectivo lagunera”- CEPIS. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Publicaciones. Calidad del Agua, El Agua, 2005. Recuperado de: <https://n9.cl/a8bby>
- CORNEJO L., H., *et. al.* “Eliminación de arsénicos en el agua del río Camarones, Arica, Chile, manejando la tecnología RAOS cambiada”, en: “eliminación de arsénico acudida por luz del sol en colectivos rurales de América Latina”, La Plata 2003, pp. 35-53.
- CHÁVEZ Q., MARY LUZ Y MIGLIO T., María. Eliminación de arsénicos por oxidaciones solares en el agua con el fin del consumo doméstico. Rev. Soc. Quím. Perú, 2011, vol.77, n.4pp. 307-314.
- J. RODRÍGUEZ, J. CLIDO Y J. NIETO. Eliminación de arsénicos de las aguas por medio de las irradiaciones solares en Lima, Perú. Informe del Proyecto OEA AE 141/2001. Organización de Estados Americanos. 2003. Cap 3. p 55-63.
- MINAM. 2017. Patrones Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua. D.S. N° 004-2017-MINAM. Perú.
- M. LITTER. Reportaje de los Resultados concluyentes del Proyecto OEA/AE141: Validación, desarrollo, Investigación, y ejecución de tecnología solar con el fin de la purificación de aguas en áreas rurales remotas de Latinoamérica y el Caribe. Buenos Aires. 2006. 409 p.
- Environmental Protection Agency. Fact Sheet: Consumption Water Standard for Arsenic. EPA 815-F-00-015. January. 2001.
- R. ESCALERA et al. “Eliminación de Arsénicos Acudida por Oxidación UV Solar (RAOS) en Foto-Reactores Tubulares de Corte Semicircular - Cinética del Crecimiento de Flóculos de Fe (OH)₃.” *Investigación & Desarrollo*, vol. 11, pp. 41,2011.
- ORMACHEA M., “Assessment of narrow groundwater value and arsenic existence in the sink of lake Poopó - Bolivia”. Memoria 2008, 3er Congreso Internacional de aguas subterráneas para el desarrollo sustentable, La Paz, (2008), 139-146.

- MAYORGA MORENO, Paloma. Arsénico en el agua subterránea y su traspaso a los suelos y a las plantas. Tesis (Grado de Doctora). España: Universidad de Valladolid.
- GEORGE, Christine Marie; SIMA, Laura; JAHUIRA ARIAS, Helena; MIHALIC, Jana; CABRERA, Lilia; DANZ, David; CHECKLEY, William y GILMAN, Robert. Exhibición al arsénico en las aguas potables: un peligro preocupante desapercibido para la salubridad en el Perú [en línea]. 2014. Disponible en: <https://n9.cl/kdnve>
- NERI FLORES, Iris. Aguas subterráneas: el agua que no percibimos. [en línea]. 2009. Disponible en: <https://n9.cl/kpv6n>
- LAZO, Roberto. Eliminación de los arsénicos en distintas clases de aguas con zeolitas naturales. Tesis (Título en Ingeniería Química). Perú: Universidad Nacional del Callao, 2013. Disponible en: <https://n9.cl/oipkj>
- LIÑAN ABANTO, Rosa. Remociones de arsénicos en agua por raíces de cebolla, Allium cepa, bajo condiciones de laboratorio. [en línea] 2016. Disponible en: <https://n9.cl/b8nbf>
- FRANCISCA, Franco y CARRO, Magali. Arsenic removal by coagulation-flocculation processes. [en línea] 2014. Disponible en: <https://n9.cl/wx9p0>
- DE LA CRUZ, Luis y PALOMINO, Diana. Eliminación de arsénico del agua potable en el distrito de Quero provincia de Jauja, mediante electrocoagulación, a nivel de laboratorio. Tesis (Título profesional en Ingeniero Químico). Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. Disponible en: <https://n9.cl/1xbjct>
- RAQUEL LESCANO, Maia. Investigación de procesos avanzados para su posterior eliminación por oxidación de arsénico en agua. Aplicación del proceso UV/H₂O. Tesis (Doctor en Tecnología Química). Argentina: Universidad Nacional del Litoral, 2013. Disponible en: <https://n9.cl/b0ofu>
- FLORES COTRADO, Nancy. Evaluaciones de las remociones de arsénicos empleando hipoclorito de sodio cloruro férrico en el agua del Río Sama. Tesis (Título de Ingeniera Química). Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2014. Disponible en: <https://n9.cl/z6982>

- ALVAREZ, Grace y VELI, Luis. Remociones de arsénicos a través de arcilla natural del agua procedente del Manantial de Quero - Jauja. Tesis (Título profesional en Ingeniero Químico). Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014. Disponible en: <https://n9.cl/gymis>
- VELARDE APAZA, Leslie. Remociones de arsénicos (V) en medios acuosos empleando sillar revestido con óxidos de hierro. Perú: Universidad Católica de Santa María, 2016. Disponible en: <https://n9.cl/2e44f>
- CORDOVA VILLEGAS, Laura. Desinfecciones y remociones de arsénicos del agua por fotocatalisis heterogénea. Tesis (Maestría en Ciencia y Tecnología Ambiental). México: Centro de Investigación en materiales avanzados, 2013. Disponible en: <https://n9.cl/a704vi>

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLE
<p>Problema General</p> <p>¿La disminución de Arsénico es óptima mediante el método de oxidación solar del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018?</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La disminución de Arsénico es óptima mediante el método de oxidación solar, del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Emplear el método de Oxidación Solar para disminuir el arsénico del agua de subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.</p>	<p>Variable</p> <p>Independiente</p> <p>Oxidación Solar</p>
<p>Problema Específicos</p> <p>¿Existe algún efecto sobre los parámetros químicos del agua subterránea tras aplicar el método de oxidación solar en del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018?</p> <p>¿El agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista sobrepasa los ECAS para Arsénico D.S.004-2017 MINAM?</p>	<p>Hipótesis</p> <p>Ha: La disminución de Arsénico es óptima mediante el método de oxidación solar, del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.</p> <p>Ha: Tras la aplicación del método de oxidación solar, se puede evidenciar efectos negativos sobre los parámetros químicos del agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 201</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar el efecto sobre los parámetros químicos del agua subterránea tras aplicar el método de oxidación solar en del Distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018</p> <p>Determinar si el agua subterránea del Distrito de San Juan Bautista sobrepasa los ECAS para Arsénico D.S.004-2017 MINAM.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>Disminución de As</p>

ANEXO 2. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

Gráfico N° 2.- Evaluación de pH



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3.- Evaluación de T°



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3. SEPARACIÓN DE MUESTRAS

Gráfico N° 4.- Unidad de análisis



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 5.- Muestras para tratamiento



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4. APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO OXIDACIÓN SOLAR

Gráfico N° 6.- Hierro (alambre N° 16) y ácido cítrico (jugo de limón sutil)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 7.- Dosis de hierro (2gr.) y Dosis de Ácido cítrico (01 gota)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 8.- Muestra inicial



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 9.- Total de muestras



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5. FORMATOS DE RECOJO DE INFORMACIÓN

Formato 01: Formato de determinación As, pH, Temperatura del agua por afloramiento subterráneo

Ubicación:		Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:		pH:	
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):		Temperatura °C:	
Fecha:			
Responsable:			

Formato 02: Formato de control del método de oxidación solar con hierro y ácido cítrico del agua por afloramiento subterráneo

Ubicación:		Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:		Volumen de muestra:	
Dosis de Hierro (Alambre N°16):			
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón):			
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:		
	Fin:		
	Total (horas):		
Intensidad de Radiación Solar (w-h/m²):			
Fecha:			


ESTEFANY GLADYS
TEODORO URRU
INGENIERA QUÍMICA
Reg. CP N° 341142


ESTEFANY GLADYS
TEODORO URRU
INGENIERA QUÍMICA
Reg. CP N° 341142


WALTER ZÚNIGA
OLIVEROS GUZMÁN
INGENIERO CIVIL

ANEXO 6. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1 “FORMATO 01”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: Ing. Gino Palma Chavez
 I.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniero Sanitico - Inmobiliaria Husnwi
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato 01
 I.4. Autor(A) de Instrumento: Harumi Gamana Villa Bertes

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 03 Noviembre del 2017


 GINO PALMA CHAVEZ
 INGENIERO SANITARIO
 Reg. CIP N° 141821

DNI No..... Telf:.....

ANEXO 7. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2 "FORMATO 02"

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: José Cuna Palpa Chavez
 I.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniero Sanitario - Inmobiliaria Huancu
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato 02
 I.4. Autor(A) de Instrumento: Hiram Gamara Villafuentes

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 03 Noviembre del 201


 INGENIERO SANITARIO
 Reg. CIP Nº 141931

DNI No. Telf.:

ANEXO 8. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3 “FORMATO 01”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres:..... WALTER OLIVERAS GUZMAN.....
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... ING. CIVIL - WZ CENTRALISTA.....
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... FORMATO 01.....
 I.4. Autor(A) de Instrumento:..... HANUMI GAMARRA VILLALBA.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

ANEXO 9. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4 “FORMATO 02”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: WALTER OLIVEROS GUZMAN
 I.2. Cargo e institución donde labora: ING. CIVIL - UPEL LONTANISTA
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FORMATO 02
 I.4. Autor(A) de Instrumento: HARUMI GAMARRA VILLAFUERTE

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, del 201

DNI No. Telf.:

ANEXO 10. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 5 “FORMATO 01”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: ESTEFANY TEODORO VANA
 I.2. Cargo e institución donde labora: ING. QUÍMICA - UCV
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FORMATO 01
 I.4. Autor(A) de Instrumento: LINDALI GAMARRA VILLAFUERTE

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

95 ✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

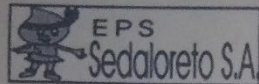
95 %


 ESTEFANY GLADYS
 TEODORO VAREA
 INGENIERA QUÍMICA
 Reg. CIP N° 141142

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

ANEXO 11. INFOME DE LABORATORIO EPS LORETO INICIAL



E.P.S. SEDALORETO S.A.
OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD

CONSTANCIA DE ANÁLISIS N° 184 – 2018

A: Harumi Flor Gamarra Villafuertes
Tipo de Muestras: Agua subterránea
Procedencia de la Muestra: San Juan Bautista
Fecha de Recepción: 29/10/18
Referencia: Muestra tomada por el cliente

Fecha de muestreo: 29/10/18 Hora: 9:30 hrs.

Parámetros	Método utilizado	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
pH	Potenciómetro	7.17	Unidad de pH	29-oct-18
Temperatura	Multiparametro	22	°C	29-oct-18
Conductividad E.	Multiparametro	6	µS/cm	29-oct-18
Arsénico	Espectrofotométrico	0.0285	mg/L	29-oct-18

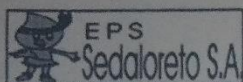
Determinación
pH
Temperatura
Conductividad E.
Arsénico

Equipo utilizado
ORION 3 STAR – THERMO
SCIENTIFIC
Multiparametro - HI 9829
Multiparametro - HI 9829
Espectrofotometro PHARO 300
MERCK

Iquitos, 31 de Octubre del 2018.

Ing. Ray C. Flores Garcia
CIP N° 179248
Jefe Oficina Control de Calidad
EPS SEDALORETO S.A.

ANEXO 12. INFOME DE LABORATORIO EPS LORETO FINAL



E.P.S. SEDALORETO S.A.
OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD

CONSTANCIA DE ANÁLISIS N° 185 – 2018


A: Harumi Flor Gamarra Villafuertes
Tipo de Muestras: Agua subterránea
Procedencia de la Muestra: San Juan Bautista
Fecha de Recepción: 29/10/18
Referencia: Muestras tomada por el cliente - A

Fecha de muestreo: 29/10/18 Hora: 9:30 hrs.

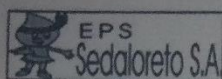
Parámetros	Método utilizado	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
pH	Potenciómetro	6.96	Unidad de pH	29-oct- 18
		6.94		
		6.96		
		6.96		
		6.94		
Temperatura	Mutliparametro	20	°C	29-oct- 18
		21		
		21		
		21		
		20		
Conductividad E.	Mutliparametro	6	µS/cm	29-oct- 18
		6		
		6		
		6		
		6		
Arsénico	Espectrofotométrico	0.0224	mg/L	29-oct- 18
		0.0223		
		0.0224		
		0.0221		
		0.0223		

Determinación pH: Equipo utilizado ORION 3 STAR – THERMO SCIENTIFIC
 Temperatura: Multiparametro - HI 9829
 Conductividad E.: Multiparametro - HI 9829
 Arsénico: Espectrofotometro PHARO 300 MERCK

Iquitos, 31 de Octubre del 2018.


 Ing. Ray C. Flores García
 CIP N° 178240
 Jefe Oficina Control de Calidad
 EPS SEDALORETO S.A.

ANEXO 13. INFOME DE LABORATORIO EPS LORETO FINAL



E.P.S. SEDALORETO S.A.
OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD

CONSTANCIA DE ANÁLISIS N° 186 – 2018


A: Harumi Flor Gamarra Villafuertes
Tipo de Muestras: Agua subterránea
Procedencia de la Muestra: San Juan Bautista
Fecha de Recepción: 29/10/18
Referencia: Muestras tomada por el cliente - B

Fecha de muestreo: 29/10/18 Hora: 9:30 hrs.

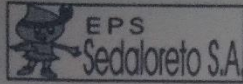
Parámetros	Método utilizado	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
pH	Potenciómetro	7	Unidad de pH	29-oct- 18
		6.98		
		7		
		7		
		7		
Temperatura	Mutliparametro	20	°C	29-oct- 18
		21		
		21		
		21		
		20		
Conductividad E.	Mutliparametro	6	µS/cm	29-oct- 18
		6		
		6		
		6		
		6		
Arsénico	Espectrofotométrico	0.0132	mg/L	29-oct- 18
		0.0128		
		0.0133		
		0.0126		
		0.0128		

Determinación pH: Equipo utilizado ORIÓN 3 STAR – THERMO SCIENTIFIC
 Temperatura: Multiparametro - HI 9829
 Conductividad E.: Multiparametro - HI 9829
 Arsénico: Espectrofotometro PHARO 300 MERCK

Iquitos, 31 de Octubre del 2018.


 Ing. Ray C. Flores García
 CIP N° 178248
 Jefe Oficina Control de Calidad
 EPS SEDALORETO S.A.

ANEXO 14. INFOME DE LABORATORIO EPS LORETO FINAL



E.P.S. SEDALORETO S.A.
OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD

CONSTANCIA DE ANÁLISIS N° 187 – 2018

A: Harumi Flor Gamarra Villafuertes
Tipo de Muestras: Agua subterránea
Procedencia de la Muestra: San Juan Bautista
Fecha de Recepción: 29/10/18
Referencia: Muestras tomada por el cliente - C

Fecha de muestreo: 29/10/18 Hora: 9:30 hrs.

Parámetros	Método utilizado	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
pH	Potenciómetro	6.98	Unidad de pH	29-oct- 18
		6.98		
		6.97		
		6.98		
		6.98		
Temperatura	Mutiparametro	19	°C	29-oct- 18
		19		
		19		
		19		
		19		
Conductividad E.	Mutiparametro	6	µS/cm	29-oct- 18
		6		
		6		
		6		
		6		
Arsénico	Espectrofotométrico	0.0046	mg/L	29-oct- 18
		0.0039		
		0.0041		
		0.0042		
		0.0044		

Determinación pH: Equipo utilizado ORION 3 STAR – THERMO SCIENTIFIC
 Temperatura: Multiparametro - HI 9829
 Conductividad E.: Multiparametro - HI 9829
 Arsénico: Espectrofotometro PHARO 300 MERCK

Iquitos, 31 de Octubre del 2018.


 Ing. Ray C. Flores Garcia
 CIP N° 178246
 Jefe Oficina Control de Calidad
 EPS SEDALORETO S.A.

ANEXO 15. FORMATO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 Litro	pH:	7.17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22 °C
Fecha:	28-10-18		
Responsable:	HANUMI GAMARRA VILLO PUERTES.		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO A - 1	Volumen de muestra:	1 Litro
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	0,5 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón):	1 gota		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	10:20 AM	
	Fin:	12:20 AM	
	Total (horas):	2 HORAS	

ANEXO 16. FORMATO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAPTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 LITRO	pH:	7.17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28 - 10 - 18		
Responsable:	HARONI GOMARRAS VILUDEGUTES.		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAPTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO A - 2.	Volumen de muestra:	1 LITRO
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	0,5 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón:)	1 gotas		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	10:25 AM	
	Fin:	12:25 AM	
	Total (horas):	2 HORAS	

ANEXO 17. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 LITRO	pH:	7.17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28-10-18		
Responsable:	HARUMI GOMARA VILLARREYES		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO A-3	Volumen de muestra:	1 LITRO
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	0,5 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón):	1 gota		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	10:33 AM	
	Fin:	12:33 AM	
	Total (horas):	2 HORAS	

ANEXO 18. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 LITRO	pH:	7.17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28 - 10 - 18		
Responsable:	HANUMI GAMARRA VILCAFUERTES		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO A - 4	Volumen de muestra:	1 LITRO
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	0.5 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón:)	1 gotas		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	10:45 AM	
	Fin:	12:45	
	Total (horas):	2 HORAS	

ANEXO 19. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 LITRO	pH:	7.17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28-10-18		
Responsable:	HANUMI GAMARRA VILLAFUERTE		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO A-5	Volumen de muestra:	1 LITRO
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	0,5 g		
Dosis de Ácido Citrico (Jugo de limón:)	1 gotas		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	10:50 AM	
	Fin:	12:50	
	Total (horas):	2 HORAS	

ANEXO 20. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 LITRO	pH:	7,17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28 - 10 - 18		
Responsable:	HANUMI GAMAARRA VILLOFACUTEZ		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO B - 1	Volumen de muestra:	1 Litro
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	1 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón):	2 gotas		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	11:05 AM	
	Fin:	3:05 PM	
	Total (horas):	4 HORAS	

ANEXO 21. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAPTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 litro	pH:	7,17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,023 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28-10-18		
Responsable:	Harumi Gamara V.		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAPTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO B-2	Volumen de muestra:	1 litro
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	1 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón:)	2 gotas		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	11:10 AM	
	Fin:	5:10 PM	
	Total (horas):	4 HORAS	

ANEXO 22. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 litro	pH:	7,17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28-10-18		
Responsable:	HARUMI GAMARRA V.		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO B-3	Volumen de muestra:	1 litro
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	1 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón):	2 gotas		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	11:15 AM	
	Fin:	3:15 PM	
	Total (horas):	4 HORAS	

ANEXO 23. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 LITRO	pH:	7,17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22°0
Fecha:	28-10-18		
Responsable:	HOWMI GAMPNERA V.		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO B-4	Volumen de muestra:	1 LITRO
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	1 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón):	2 SOTAS		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	11:20 AM	
	Fin:	3:20 PM	
	Total (horas):	4 HORAS	

ANEXO 24. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 LITRO	pH:	7,17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0280 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28-10-19		
Responsable:	Hernán GARCERÁN		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO B-5	Volumen de muestra:	1 LITRO
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	1 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón:)	2 GOTAS		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	11:30 PM	
	Fin:	3:30 PM	
	Total (horas):	4 HORAS	

ANEXO 25. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAPTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 Litro	pH:	7,17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28-10-18		
Responsable:	Hiram Gamboa		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAPTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO B-1	Volumen de muestra:	1 Litro
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	2 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón:)	3 GOTAS		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	11:05 AM	
	Fin:	5:05 PM	
	Total (horas):	6 HORAS	

ANEXO 26. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 LITRO	pH:	7,17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28-10-18		
Responsable:	JHANNY GOMARCA V.		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO C-2	Volumen de muestra:	1 LITRO
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	2g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón):	3 GOTAS		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	11:10 AM	
	Fin:	5:10 PM	
	Total (horas):	6 HORAS	

ANEXO 27. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
Volumen de muestra:		Altitud:	
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	1 Litro	pH:	7,17
Fecha:	0,0285 mg/L	Temperatura °C:	22°C
Responsable:	28-10-18		
	FRANCIS GOMARRO V.		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA		Latitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO C-3		Altitud:	
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	2 g		Volumen de muestra:	1 Litro
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón):	3 GOTAS			
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	11:15 PM		
	Fin:	5:15 PM		
	Total (horas):	6 HORAS		

ANEXO 28. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 LITRO	pH:	7,17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/l	Temperatura °C:	22,0
Fecha:	28-10-18		
Responsable:	ANDREW GAMARRA V.		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO C-4	Volumen de muestra:	1 LITRO
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	2 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón):	3 HORAS		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	11:20 AM	
	Fin:	5:20 PM	
	Total (horas):	6 HORAS	

ANEXO 29. FORMATOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Formato 01: Formato de determinación de As, pH, T° y Conductividad E. del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Volumen de muestra:	1 LITRO	pH:	7,17
Concentración de Arsénico inicial (mg/l):	0,0285 mg/l	Temperatura °C:	22°C
Fecha:	28-10-18		
Responsable:	FIDELMI GOMARAS		

Formato 02: Formato de control de la aplicación método de oxidación solar del agua subterránea del distrito de San Juan Bautista, Iquitos.

Ubicación:	SAN JUAN BAUTISTA	Latitud:	
		Altitud:	
Nro de aplicación:	TRATAMIENTO C-5	Volumen de muestra:	1 LITRO
Dosis de Hierro (Alambre N°16):	2 g		
Dosis de Ácido Cítrico (Jugo de limón):	3 GOTAS		
Tiempo de Exposición (horas)	Inicio:	11:25 AM	
	Fin:	5:25 AM	
	Total (horas):	6 HORAS	