



16.

FECHA miércoles, 15 de enero de 2020

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
BIBLIOTECA
GIRARDOT-CUNDINAMARCA

| | |
|---|------------------------|
| UNIDAD REGIONAL | Seccional Girardot |
| TIPO DE DOCUMENTO | Pasantía |
| FACULTAD | Ciencias Agropecuarias |
| NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO | Pregrado |
| PROGRAMA ACADÉMICO | Ingeniería Ambiental |

El Autor(Es):

| APELLIDOS COMPLETOS | NOMBRES COMPLETOS | No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN |
|----------------------------|--------------------------|--|
| Lozada Bernate | Jorge Alexander | 1.070.617.953 |
| | | |
| | | |
| | | |



MACROPROCESO DE APOYO
 PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO
 DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL
 REPOSITORIO INSTITUCIONAL

CÓDIGO: AAAR113
 VERSIÓN: 3
 VIGENCIA: 2017-11-16
 PAGINA: 2 de 8

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

| APPELLIDOS COMPLETOS | NOMBRES COMPLETOS |
|----------------------|-------------------|
| Cabrera Diaz | Francisco |
| | |
| | |
| | |

| TÍTULO DEL DOCUMENTO |
|---|
| ESTUDIO DEL COAGULANTE AK 10-346 EN EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL PARQUE RECREATIVO Y ZOOLOGICO PISCILAGO COLSUBSIDIO, NILO-CUNDINAMARCA. |

| SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje) |
|---|
| N/A |

| TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía INGENIERIA AMBIENTAL |
|---|
| |

| AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO | NÚMERO DE PÁGINAS |
|------------------------------|-------------------|
| 28/11/2019 | 68 |

| DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (USAR 6 DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES) | |
|---|-----------------|
| ESPAÑOL | INGLÉS |
| 1.COAGULANTE | COAGULANT |
| 2.AGUA POTABLE | DRINKING WATER |
| 3.ALTERACIONES | ALTERATIONS |
| 4. PARAMETROS | PARAMETERS |
| 5.PROPIEDADES | PROPERTIES |
| 6.POTABILIZACION | WATER TREATMENT |

| RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español): |
|---|
| |

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional

es



| | |
|--|----------------------|
| MACROPROCESO DE APOYO | CÓDIGO: AAAR113 |
| PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO | VERSIÓN: 3 |
| DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL | VIGENCIA: 2017-11-16 |
| | PAGINA: 3 de 8 |

Resumen

El agua es el componente principal para los seres vivos, en especial los seres humanos, e indispensable para el desarrollo de las funciones vitales; ya que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales; no obstante, de forma paradójica muchas de estas actividades causan contaminación, alteración y deterioro de las mismas, el ser humano está constituido por un 70% de agua, lo que lo hace el principal recurso natural de supervivencia, de tal forma es esencial llevar a cabo el cumplimiento de los parámetros físico-químicos regulados por la normatividad ambiental vigente de la nación para asegurar su uso y consumo adecuado.

El Parque Recreativo y Zoológico Piscilago de Colsubsidio brinda servicios de recreación y conciencia ambiental, está ubicado en el km 105 vía Bogotá-Girardot, donde sus principales actividades de recreación (piscinas, toboganes, zoológico, bebederos, etc.) son abastecidas de un lago de 5,5 hectáreas de extensión ubicado en el parque; posteriormente se realizan actividades para el buen uso, manejo y control del recurso utilizado por medio de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), teniendo en cuenta que el agua cruda es proveniente del lago, para el año 2019 el agua potable ha presentado una serie de alteraciones como malos olores, mal sabor y color verdoso debido al cambio del coagulante sulfato de aluminio por el coagulante AK 10-346 y la dosificación de este, además de una serie de alteraciones por el exceso de nutrientes en el lago que genera la proliferación de algas en las aguas lénticas.

Cabe resaltar que el coagulante sulfato de aluminio se destacaba por alcanzar el 100% de eficiencia lo cual permitía que la calidad del agua fuera óptima para el consumo, pero necesitaba de otros productos químicos como Bicarbonato (Hidrógeno carbonato de sodio) y Alkalite soda Ash para estabilizar el pH, no amigables con el ambiente y cumplir con los parámetros establecidos en la resolución 2115 del 2007, debido a esta mezcla de químicos se estaba evidenciando una alteración en el recurso hídrico, por tal motivo se realizó el cambio al coagulante AK 10-346 con composición de polinucleares de aluminio, ya que este es un polímero catiónico con descomposición ligera y no necesita de otros complementos para cumplir con la normatividad ambiental legal vigente.

Abstract

Water is the main component for living beings, especially human beings, and indispensable for the development of vital functions; since they allow the supply for the different socioeconomic activities carried out in the population settlements; however, paradoxically, many of these activities cause contamination, alteration and



| | |
|---|-----------------------------|
| MACROPROCESO DE APOYO | CÓDIGO: AAAr113 |
| PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO | VERSIÓN: 3 |
| DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL | VIGENCIA: 2017-11-16 |
| | PAGINA: 4 de 8 |

deterioration of the same, the human being is constituted by 70% of water, which makes it the main natural resource of survival, so it is essential to carry It complies with the physical-chemical parameters regulated by the current environmental regulations of the nation to ensure its proper use and consumption.

The Piscilago de Colsubsidio Recreational and Zoological Park provides recreation and environmental awareness services, is located at km 105 via Bogotá-Girardot, where its main recreation activities (swimming pools, slides, zoo, drinking fountains, etc.) are supplied by a lake of 5.5 hectares of extension located in the park; subsequently, activities are carried out for the good use, management and control of the resource used through a drinking water treatment plant (PTAP), taking into account that the raw water is coming from the lake, for the year 2019 the drinking water has presented a series of alterations such as bad odors, bad taste and greenish color due to the change of the aluminum sulfate coagulant by the AK 10-346 coagulant and its dosage, in addition to a series of alterations due to the excess nutrients in the lake that generates Algae proliferation in lentic waters.

It should be noted that the aluminum sulfate coagulant stood out for reaching 100% efficiency, which allowed the water quality to be optimal for consumption, but needed other chemicals such as Bicarbonate (Sodium Hydrogen Carbonate) and Alkalite Soda Ash for stabilize the pH, not friendly to the environment and comply with the parameters established in resolution 2115 of 2007, due to this mixture of chemicals an alteration in the water resource was being evidenced, for this reason the change was made to the coagulant AK 10- 346 with aluminum polynuclear composition, since this is a cationic polymer with slight decomposition and does not need other complements to comply with current legal environmental regulations.

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:
Marque con una "X":

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co.
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

es



| AUTORIZO (AUTORIZAMOS) | | SI | NO |
|------------------------|---|----|----|
| 1. | La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer. | | X |
| 2. | La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet. | | X |
| 3. | La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones. | | X |
| 4. | La inclusión en el Repositorio Institucional. | X | |

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún



caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

SI ___ NO X.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

03



d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.



| | |
|--|----------------------|
| MACROPROCESO DE APOYO | CÓDIGO: AAAR113 |
| PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO | VERSIÓN: 3 |
| DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL | VIGENCIA: 2017-11-16 |
| | PAGINA: 8 de 8 |

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

| Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf) | Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.) |
|--|--|
| ESTUDIO DEL COAGULANTE AK 10-346 EN EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL PARQUE RECREATIVO Y ZOOLOGICO PISCILAGO COLSUBSIDIO, NILO-CUNDINAMARCA, Trabajo final Jorge lozada.PDF | TEXTO, IMÁGENES, TABLAS, GRAFICOS. |
| ESTUDIO DEL COAGULANTE AK 10-346 EN EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DEL PARQUE RECREATIVO Y ZOOLOGICO PISCILAGO COLSUBSIDIO, NILO-CUNDINAMARCA, expocicion pasantía jorge lozada.PDF | Exposición de la pasantia. Imágenes, tablas, graficos. |

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

| APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS | FIRMA (autógrafa) |
|--------------------------------|-------------------|
| Lozada Bernate Jorge Alexander | |

21.1-51.20

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional

Estudio del coagulante AK 10-346 en el proceso de potabilización del agua del Parque
Recreativo y Zoológico Piscilago Colsubsidio, Nilo-Cundinamarca.

JORGE ALEXANDER LOZADA BERNATE

Cód.: 363214161

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GIRARDOT-CUNDINAMARCA

2019

Estudio del coagulante AK 10-346 en el proceso de potabilización del agua del Parque
Recreativo y Zoológico Piscilago Colsubsidio, Nilo-Cundinamarca.

JORGE ALEXANDER LOZADA BERNATE

Cód.: 363214161

Trabajo de grado opción pasantía para optar el título de ingeniero ambiental

Asesor externo

ELIAS ALBERTO DURAN

Ingeniero Ambiental y Sanitario

Asesor interno

FRANCISCO CABRERA DIAZ

Ingeniero de Alimentos

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

GIRARDOT-CUNDINAMARCA

2019

Notas de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento
de los requisitos exigidos por Universidad de
Cundinamarca.

Firma del director del trabajo

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Girardot, Cundinamarca (/ /)

Dedicatoria

En primer lugar, gracias a Dios por permitirme realizar cada uno de los pasos que hizo posible que llegara hasta acá, a mi madre *Cecilia Bernate Amaya*, a mi padre *Jorge Eliecer Lozada Lozano* que han sido mi mayor motivo, los que me inspiraron a ser lo que soy actualmente, día a día a mejorar y querer lograr más. A mi hermana *Maira Alejandra*, amigos y familiares que aportaron de una u otra manera un granito de arena para culminar este primer gran logro de los muchos que me esperan.

Agradecimientos

Agradecer por el apoyo a el Parque recreativo y Zoológico Piscilago de Colsubsidio, al permitirme desarrollar mi pasantía para culminar mis estudios, en especial al Ingeniero Ambiental y Sanitario, *Elías Alberto Duran* que me acompañó de manera oportuna en el desarrollo de este proyecto y al Ingeniero de Alimentos *Francisco Cabrera Diaz* que ha sido mi tutor y me ha brindado la mayor disposición y espacios para culminar este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 13 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 15 |
| 3. OBJETIVOS | 17 |
| 4. MARCO DE REFERENCIA | 18 |
| 4.1. Marco normativo | 18 |
| 5. METODOLOGÍA | 20 |
| 5.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA | 20 |
| 5.2. ÁREA DE ESTUDIO | 23 |
| 5.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS | 23 |
| 5.4. DISEÑO METODOLÓGICO | 24 |
| 5.4.1. FASE 1. Método de prueba piloto | 24 |
| 5.4.2. FASE 2. Examen de propiedades organolépticas | 25 |
| 5.4.3. FASE 3. Acciones de mejoras | 28 |
| 6. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS | 30 |
| 6.1. FASE 1. Test de jarras | 30 |
| 6.2. FASE 2. Examen de propiedades organolépticas | 37 |
| 6.2.1. Pruebas organolépticas | 38 |

| | |
|--|----|
| 6.2.2. Índice de riesgo de la calidad del agua para el consumo humano (IRCA)..... | 42 |
| 6.3. FASE 3. FORMULACIÓN DE PROGRAMAS DE MEJORA | 45 |
| 7. CONCLUSIONES | 48 |
| 8. RECOMENDACIONES..... | 49 |
| REFERENCIAS..... | 50 |
| ANEXOS | 53 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Ubicación satelital del Parque recreativo y zoológico Piscilago de Colsubsidio. | 21 |
| <i>Figura 2.</i> Planta de tratamiento de agua potable del Parque recreativo y zoológico Piscilago de Colsubsidio.. | 22 |
| <i>Figura 3.</i> Lago de Piscilago de 5,5 hectáreas. | 22 |
| <i>Figura 4.</i> Análisis de laboratorio mes agosto de Asebiol, Microbiológico. | 27 |
| <i>Figura 5.</i> Análisis de laboratorio mes octubre de Asebiol, Microbiológico. | 28 |
| <i>Figura 6.</i> Explicación del proceso de metodología. | 29 |
| <i>Figura 7.</i> Adición del coagulante..... | 30 |
| <i>Figura 8.</i> Adición del coagulante. | 31 |
| <i>Figura 9.</i> Primer test de jarra de Coagulante AK 10-346 al 1%. | 31 |
| <i>Figura 10.</i> Comparación muestra inicial y del primer test de jarras. | 32 |
| <i>Figura 11.</i> Adicción del coagulante..... | 31 |
| <i>Figura 12.</i> Segundo Test de jarras..... | 34 |
| <i>Figura 13.</i> Segundo test de jarras de coagulante AK 10-346..... | 34 |
| <i>Figura 14.</i> Comparación muestra inicial con segundo test de jarras..... | 35 |
| <i>Figura 15.</i> Toma de muestras lava manos | 36 |
| <i>Figura 16.</i> Toma de muestra grifo..... | 37 |
| <i>Figura 17.</i> Toma muestra lava platos laboratorio..... | 37 |
| <i>Figura 18.</i> Toma de muestra bebedero..... | 38 |
| <i>Figura 19.</i> Toma de muestras bebedero..... | 38 |
| <i>Figura 20.</i> Toma de muestra grifo cerca al acueducto. | 38 |
| <i>Figura 21.</i> Características físicas según Resolución 2115 del 2007. | 40 |

Figura 22. Cuadro de puntaje de riesgo para el cálculo del IRCA Resolución 2115 del 2007
modificado por el autor..... 43

Figura 23. Clasificación de nivel de riesgo en la salud humana según el IRCA Resolución 2115
del 2007..... 44

LISTADO DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. <i>Métodos y técnicas de análisis.</i> | 23 |
| Tabla 2. <i>Análisis del agua Cruda</i> | 30 |
| Tabla 3. <i>Datos obtenidos del primer test de jarras.</i> | 32 |
| Tabla 4. <i>Eficiencia del primer test de jarras de las dosis de coagulante AK 10-346.</i> | 33 |
| Tabla 5. <i>Datos obtenidos del segundo test de jarras.</i> | 35 |
| Tabla 6. <i>Eficiencia del segundo test de jarras de las dosis de coagulante AK 10-346.</i> | 36 |
| Tabla 7. <i>Muestreo del agua potable con la nueva dosificación del AK 10-346.</i> | 39 |
| Tabla 8. <i>Comparación entre lo establecido en la Resolución 2115 del 2007 y los parámetros de muestreo.</i> | 40 |
| Tabla 9. <i>Cambio de color del agua de las piscinas de Piscilago.</i> | 41 |
| Tabla 10. <i>IRCA del muestreo del agua potable con la nueva dosificación del AK 10-346.</i> | 43 |
| Tabla 11. <i>Programa de mejora para cambio de la concentración del coagulante AK 10-346.</i> .. | 46 |
| Tabla 12. <i>Programa de mejora para la remodelación, ampliación y reubicación de la PTAP.</i> .. | 47 |

INTRODUCCIÓN

El agua es el componente principal para los seres vivos, en especial los seres humanos, e indispensable para el desarrollo de las funciones vitales; ya que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales; no obstante, de forma paradójica muchas de estas actividades causan contaminación, alteración y deterioro de las mismas (Torrez, Cruz, & Patiño, 2009), el ser humano está constituido por un 70% de agua, lo que lo hace el principal recurso natural de supervivencia, de tal forma es esencial llevar a cabo el cumplimiento de los parámetros físico-químicos regulados por la normatividad ambiental vigente de la nación para asegurar su uso y consumo adecuado.

El Parque Recreativo y Zoológico Piscilago de Colsubsidio brinda servicios de recreación y conciencia ambiental, está ubicado en el km 105 vía Bogotá-Girardot, donde sus principales actividades de recreación (piscinas, toboganes, zoológico, bebederos, etc.) son abastecidas de un lago de 5,5 hectáreas de extensión ubicado en el parque; posteriormente se realizan actividades para el buen uso, manejo y control del recurso utilizado por medio de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), teniendo en cuenta que el agua cruda es proveniente del lago, para el año 2019 el agua potable ha presentado una serie de alteraciones como malos olores, mal sabor y color verdoso debido al cambio del coagulante sulfato de aluminio por el coagulante AK 10-346 y la dosificación de este, además de una serie de alteraciones por el exceso de nutrientes en el lago que genera la proliferación de algas en las aguas lénticas (Moreno, 2012).

Cabe resaltar que el coagulante sulfato de aluminio se destacaba por alcanzar el 100% de eficiencia lo cual permitía que la calidad del agua fuera óptima para el consumo, pero necesitaba de otros productos químicos como Bicarbonato (Hidrógeno carbonato de sodio) y Alkalite soda Ash para estabilizar el pH, no amigables con el ambiente y cumplir con los parámetros

establecidos en la resolución 2115 del 2007, debido a esta mezcla de químicos se estaba evidenciando una alteración en el recurso hídrico, por tal motivo se realizó el cambio al coagulante AK 10-346 con composición de polinucleares de aluminio, ya que este es un polímero catiónico con descomposición ligera y no necesita de otros complementos para cumplir con la normatividad ambiental legal vigente.

Este documento tiene como objetivo estudiar el coagulante AK 10-346 en el proceso de potabilización del agua del Parque Recreativo y Zoológico Piscilago Colsubsidio, Nilo-Cundinamarca mediante la evaluación de la eficiencia del mismo y el estudio de las propiedades organolépticas del agua tratada con el fin de proponer acciones de mejora que permitan al parque recreativo y zoológico Piscilago obtener beneficios y mitigar las alteraciones que se presentan en el proceso de potabilización.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sabor y olor en el agua de consumo, junto con la turbidez y el color constituye los parámetros que definen la calidad organoléptica del agua, junto al incumplimiento de la normatividad ambiental vigente relacionada a los parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua de consumo pueden ocasionar alteraciones directas e indirectas en el ser humano reflejadas en padecimientos y afectaciones en la salud (gastroenteritis, cólera, fiebre, hepatitis, diarrea, entre otras) (Orellana , 2005).

Para el año 2019 el agua producida en la PTAP del parque ha presentado alteraciones como malos olores, mal sabor y color verdoso debido al cambio del coagulante sulfato de aluminio por el coagulante AK 10-346 y la inadecuada dosificación de este, además de una serie de alteraciones por el exceso de nutrientes que genera la proliferación de algas en las aguas lénticas (Moreno, 2012), el lago del cual se abastece la PTAP cuenta con 5,5 hectáreas de extensión, con una profundidad promedio de 4 metros y es captada del río Sumapaz; se ha de resaltar que las aguas lénticas se caracterizan por padecer de eutrofización esto a causa de una proliferación de algas por la acumulación de nutrientes, de esta forma se determina que el agua para el consumo no está en las condiciones correctas debido a la inadecuada dosificación del nuevo coagulante, por tal motivo se incumplen los parámetros físicos establecidos en la normatividad ambiental vigente.

Por otra parte, la escases de estudios en el parque relacionados a las alteraciones y la falta de pruebas para la dosificación del nuevo coagulante, ha generado una gran preocupación por la gerencia del parque y los constates PQR por parte de los usuarios; donde se registraron 1 millón de visitantes según la revista Dinero para el año 2017 y 941.792 visitantes para el año 2018 datos

de gerencia, el cual el 0,0085% de usuarios se quejaron de olores desagradables en el agua potable, el mal aspecto físico (color, olor y sabor) del agua de las piscinas, toboganes, bebederos y duchas; de las cuales 8 fueron documentos en físico, 60 comentarios en redes sociales y 12 comentarios voz a voz dentro de los trabajadores.

2. JUSTIFICACIÓN

El agua es el recurso natural más valioso. Es fundamental para todas las necesidades humanas, incluyendo la alimentación, la disponibilidad de agua potable, los sistemas de saneamiento, la salud, la energía y el alojamiento (Secretaría del convenio sobre la diversidad, 2010). La resolución 2115 del 2007 dicta las características físico-químicas para el agua de consumo humano estableciendo el valor máximo aceptable para el color de 15 UPC (unidades de platino cobalto), aceptable para olor y sabor y 2 UNT (Unidades nefelométricas de turbiedad) para la Turbiedad (Ministerio de la Protección social & Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo, 2007), el incumplimiento de dicha normativa puede ocasionar problemas directos e indirectos en el ser humano (enfermedades), siendo de vital importancia por parte del parque eliminar los problemas de malos olores, mal sabor y color verdoso que se están presentando en el agua tratada con el coagulante AK 10-346 en la PTAP en el transcurso del años vigente y por consiguiente reducir el número de PQR interpuestas por los usuarios y a partir de ello mejorar la calidad de agua potable para los visitantes del parque.

Mediante la evaluación y seguimiento a cada uno de los procesos de la PTAP del parque y el planteamiento de la dosificación adecuada para el coagulante AK 10-346 se eliminarán dichos problemas mencionados anteriormente, y por último mediante la ejecución de programas de mejora enfocados en sensibilización a los técnicos encargados de la dosificación y/o posible ampliación de la PTAP se garantizará el servicio para más de 900 mil de usuarios que visitan el parque al año según datos de gerencia, mediante beneficios tales, como: óptima calidad del agua potable, reducción de enfermedades, ahorros monetarios en los diferentes químicos que se utilizan en el proceso de potabilización del agua. Además, se cumplirá con los requisitos establecidos en la normatividad ambiental legal vigente y una vez obtenida la adecuada

dosificación del coagulante ya no será necesario la adición de otros químicos (Alkalite soda Ash e Hidrógeno carbonato de sodio) obteniendo beneficios directos al medio ambiente y el recurso hídrico.

3. OBJETIVOS

GENERAL

Estudiar el coagulante AK 10-346 en el proceso de potabilización del agua del Parque Recreativo y Zoológico Piscilago Colsubsidio, Nilo-Cundinamarca.

ESPECÍFICOS

1. Evaluar mediante el test de jarras, la eficiencia del coagulante AK 10-346 en el proceso de potabilización del agua en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago de Colsubsidio.
2. Examinar las propiedades organolépticas (color, sabor y olor), del agua tratada con el coagulante AK 10-346.
3. Proponer acciones de mejora al proceso de potabilización del agua en el Parque Recreativo y Zoológico Piscilago de Colsubsidio.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. Marco normativo

La principal norma que rige la calidad del agua potable en Colombia es el Decreto 1575 del año 2007, donde se establece el control de la calidad del agua para el consumo humano, sus características, los responsables de prestar este servicio y los instrumentos básicos para una buena calidad de agua de consumo humano.

De igual manera la Resolución 2115 del año 2007, establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano; identificando los valores máximos físico-químicos permisibles para obtener un agua de calidad para consumo humano, los valores máximos permisibles de características microbiológicas y los procesos de control para la calidad del agua para consumo humano.

Posteriormente, en el 2008 salió vigente la Resolución 0811, por el cual se dicta lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para el consumo humano y el número de puntos de muestreo según la población que se está abasteciendo con el agua. Para el año 2000, entra en vigencia la Resolución 1096, por la cual se adopta el reglamento técnico del sector de agua potable y Saneamiento básico; en esta resolución se establece los procedimientos generales para el desarrollo de proyectos de agua potable, su nivel de complejidad. Del mismo modo existen leyes para la administración y planificación del agua empezando con la Ley 9 del año 1979, por el cual se dicta medidas sanitarias, título I de la protección del medio ambiente (Residuos líquidos); donde da el control de los usos del agua, el suministro, la potabilización entre otras disposiciones, por otra parte está la Ley 99 de 1993, por la cual se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA.

Por último, se establece una normativa para los parques recreativos en Colombia empezando con la ley 1225 del 2008, Por la cual se regulan el funcionamiento y operación de los parques de diversiones, atracciones o dispositivos de entretenimiento, atracciones mecánicas y ciudades de hierro, parques acuáticos, temáticos, ecológicos, centros interactivos, zoológicos y acuarios en todo el territorio nacional y se dictan otras disposiciones. Posteriormente surgen resoluciones que ratifican la ley anteriormente mencionada como la Resolución 543 del 2017 por la cual se expide el Reglamento Técnico para Parques de Diversiones, Atracciones o Dispositivos de Entretenimiento Familiar, RETEPARQUES, en Colombia; donde se dan los estándares de operación y mantenimiento de cada uno de los parques en Colombia y los acuáticos, su seguridad y principales responsables, siendo modificada con la Resolución 880 del 2017 el párrafo del artículo 8, el numeral 10 del artículo 18, el párrafo del artículo 21 y el Capítulo VI de la Resolución 543 de 2017 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

5. METODOLOGÍA

5.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El parque recreativo y zoológico Piscilago Colsubsidio está ubicado en el municipio de Nilo Cundinamarca en el km 105 vía Bogotá – Girardot (Figura 1), es una empresa encargada de brindar actividades de recreación, el cual cuenta con atracciones mecánicas, acuáticas y naturales con espacios y programas especiales diseñados para la conservación de la flora y fauna y una planta de tratamiento de agua potable PTAP (Figura 2) que se alimenta de un lago de 5,5 hectáreas (Figura 3) para abastecer cada uno de los procesos (Piscinas, toboganes, cocinas, baños, duchas, bebederos, etc), Piscilago fue fundado en 1983, con autonomía administrativa, presupuestal y patrimonio propio.

Tiene como misión brindar actividades de recreación a los colombianos promoviendo la conservación de la fauna mediante el desarrollo de programas de educación que concienticen y sensibilicen a los visitantes, y la elaboración de programas de conservación in situ y ex situ apoyados en proyectos de investigación que incrementen el conocimiento sobre los animales silvestres, y por ende promuevan el estado de conservación de las especies de fauna nativa. La política ambiental se compromete con la protección y conservación de la biodiversidad y otros componentes ambientales de su jurisdicción, haciendo énfasis en el uso sostenibles del recurso agua y el manejo de residuos. La prevención de la contaminación, adaptación al cambio climático y la mejora continua del desempeño ambiental. Cumplimiento de la legislación vigente y otros requisitos suscritos voluntariamente.



Figura 1. Ubicación satelital del Parque recreativo y zoológico Piscilago de Colsubsidio.

Fuente: Google Maps.

El parque y zoológico Piscilago cuenta con una planta de tratamiento de agua potable PTAP (Figura 2), el cual tiene una bomba de 40 caballos de fuerza en la entrada de agua cruda proveniente del lago, esta agua pasa por un agitador rápido donde se dosifica el coagulante y cloro líquido, la mezcla rápida entra al reactor circulator o cono que sirve como clariflocurador, sedimentador; los lodos caen al fondo del reactor sedimentador y el agua clarificada sube por medio de unos paneles tipo colmena, luego se rebosando por medio de una canaleta y pasa a una tubería cabeza de fuerza de 40 pulgadas donde el agua por gravedad entra a los 3 filtros que contiene arena, antracita y grava. Luego de pasar por los tres filtros se dosifica con cloro y es dirigida a los tanques de almacenamiento de agua potable con los que cuenta el parque.



Figura 2. Planta de tratamiento de agua potable del Parque recreativo y zoológico Piscilago de Colsubsidio. Fuente: Piscilago.



Figura 3. Lago de Piscilago de 5,5 hectáreas. Fuente: Autor

5.2. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Nilo-Cundinamarca; Piscilago está ubicado en las coordenadas 4° 13' - 4° 12' N y 74° 40' - 74° 41' O, cuenta con un ecosistema de Bosque seco tropical y tiene un área de 86 hectáreas, siendo el agua tratada en la PTAP de Piscilago la muestra de estudio que abastece a los usuarios, administrativos y trabajadores del Parque.

Dicho estudio se desarrolló en 3 etapas que fueron: 1) test de jarras del coagulante AK 10-346, 2) Análisis las propiedades organolépticas, 3) planteamiento de mejoras, con el fin de estudiar el coagulante AK 10-346 en el proceso de potabilización del agua del parque y de esta manera, plantear mejoras en la PTAP y obtener un agua de calidad para el consumo humano.

5.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Tabla 1. *Métodos y técnicas de análisis.*

| Objetivo específico | Parámetro/elemento analizar | Técnica/método de análisis |
|--|---|---|
| Evaluar la eficiencia del coagulante AK 10-346 mediante el test de jarras en el parque recreativo y zoológico Piscilago. | Concentración adecuada del Coagulante AK 10-346. | -Prueba piloto (test de jarras). -Cálculos matemáticos (eficiencia y dosis de descarga). |
| Examinar las propiedades organolépticas (color, sabor y olor), del agua tratada con el coagulante AK 10 346 en el parque recreativo y zoológico Piscilago. | Color Turbidez Cloro Aluminio Olor Sabor Ph | Fotometría Fotometría Fotometría Fotometría Método organoléptico Método organoléptico Indicador del pH en solución. |
| Proponer acciones de mejora al parque recreativo y zoológico Piscilago, en el proceso de potabilización. | | Sensibilización. |

En esta tabla se encuentran los métodos y las técnicas a analizar en la realización de la pasantía por el estudiante en el Parque recreativo y zoológico Piscilago de Colsubsidio. Fuente: Autor.

Este estudio consistió en una investigación de tipo cuantitativo-cualitativo, enfocada a obtener la dosificación adecuada del coagulante AK10 346, con el fin de estudiar el coagulante AK 10-346 en el proceso de potabilización del agua del parque, utilizando como fuente las principales herramientas: test de jarras, pruebas organolépticas, cálculo del IRCA; los cuales son base fundamental para desarrollar cada una de las 3 etapas propuestas en la metodología y llevar a cabo en la pasantía.

5.4. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología que se llevó a cabo para el estudio del coagulante AK 10-346 en la Planta de Tratamiento de Agua Potable del parque se realizó permitiendo el cumplimiento de los objetivos específicos, en las siguientes fases:

5.4.1. FASE 1. Método de prueba piloto.

Esta primera fase se realizó el test de jarras para hallar la dosificación adecuada del coagulante AK 10-346, mediante un agitador de laboratorio de 6 plazas y jarras de 1 litro. Se tomó la muestra en la entrada de la PTAP, se hizo la solución inicial al 1%, 1 L de agua con un 1cm de coagulante AK 10-346 midiendo con la ayuda de la probeta graduada y se trasladó a cada una de las jarras, posteriormente se definió los volúmenes de coagulante a evaluar mediante una pipeta establecida para cada jarra e inmediato se contabilizó un 1min a 150rpm (revoluciones por minuto), pasado este tiempo se disminuyó la velocidad de agitación a 50rpm durante 5min, nuevamente se redujo la velocidad a 10rpm durante 10 min y por ultimo a 5rpm durante 1 min, una vez realizado este procedimiento se ejecutó sus respetivos análisis y se calculó su

eficiencia, finalmente se dejó sedimentar por media hora observando cual jarra removi6 mayor cantidad de solidos suspendidos (Moreno, y otros, 2015).

Para el c6culo de la dosis de descarga (ml/s) se aplic6 la siguiente formula:

$$\text{Dosis de Descarga (ml/s)} = \frac{Q * \text{dosis Test de jarras (mg/L)}}{\text{Concentraci3n coagulante (mg/ml)}}$$

Posteriormente se evalu6 la eficiencia del coagulante AK 10-346 mediante el muestreo en diferentes puntos.

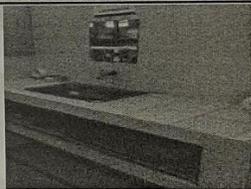
5.4.2. FASE 2. Examen de propiedades organol6pticas.

Esta segunda fase se realiz6 muestreo en diferentes puntos del parque durante 15 d6as, a partir de la eficiencia de dosificaci3n encontrada del coagulante AK 10-346, se realiz6 pruebas a las propiedades organol6pticas, como el color por medio del m6todo de fotometr6a dando cumplimiento a la resoluci3n 2115 del 2007, el cual debe estar por debajo de los 15 UPC (unidades de patino cobalto) (Ministerio de la Proteccion social & Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo, 2007) con el mismo m6todo de fotometr6a se midi6 la turbidez, s6lidos suspendidos y cloro, el pH por medio de un indicador del pH soluci3n y Al (Aluminio) por fotometr6a y Aluminium test (ver anexo 2) donde se realiz6 un an6lisis cada cinco d6as; otra propiedad es el sabor, el cual se evalu6 por medio del m6todo organol6ptico que consisti6 en tomar una muestra de agua de la llave m6s cercana, esta se dej6 escurrir durante 1 minuto, pasado este tiempo se tom6 un vaso o frasco con tapa de un volumen de 100 ml aproximadamente, se tap6 y se agit6 suavemente y se procedi6 a degustar sin respirar tomando un volumen adecuado, manteni6ndolo durante algunos segundos en la boca, sin tragar y luego descartarlo (Republica de Chile, 2013). Esto se repiti6 tres veces por d6a para dar el gusto de aceptable o no aceptable seg6n la resoluci3n 2115 del 2007.

Por otro lado para el olor, se utilizó el método organoléptico, que consistió en ubicar la llave más cercana, se dejó escurrir por 1 minuto, pasado este tiempo se tomó un vaso de un volumen de 100 ml aproximadamente, se tapó y se agitó, seguidamente se destapó y se llevó inmediatamente a la nariz aspirando suavemente con el fin de distinguir presencia de olores (Republica de Chile, 2013), percibiendo a aceptable o no aceptable según la resolución 2115 del 2007, este método se realizó tres veces contiguas por día . Finalmente, de acuerdo a dichos resultados y otros como: coliforme total y E. coli (Figura 4 y 5) que se obtuvieron durante el análisis mensual del laboratorio Asebiol, posteriormente se calculó el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA) (Ministerio de la Protección social & Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo, 2007).

Bogotá, D.C. 29 de agosto de 2019

| | |
|--|--|
| EMPRESA: | COLSUBSIDIO |
| NIT: | 860.007.336-1 |
| DIRECCION: | CALLE 26 No. 24-34 |
| TELÉFONO: | 742 0100 Ext 71464 |
| FECHA DE TOMA DE MUESTRA: | 14 de agosto de 2019 |
| HORA: | 09:20:00 a.m. |
| FECHA DE PROCESO: | 14 de agosto de 2019 |
| FECHA DE SALIDA: | 28 de agosto de 2019 |
| MUESTRA TOMADA POR: | Asebiol S.A.S - Anderson Montero/Edwin Sanchez |
| LUGAR TOMA DE MUESTRAS: | PISCILAGO |
| DIRECCIÓN PUNTO TOMA DE MUESTRAS: | Tv. 35, Bogotá, bogota, Bogotá |
| CONTACTO CLIENTE: | Nirza Maria Osorio Español |
| CORREO ELECTRÓNICO: | Nirza_Osorio@colsubsidio.com |

| DATOS MUESTRA | | | | |
|----------------|--------------------|----------|------------------|--|
| CÓDIGO INTERNO | MUESTRA | CANTIDAD | TEMPERATURA (°C) | OBSERVACIONES |
| 78673 | Agua de Suministro | 1,25L | 28,6 | Sitio toma de muestra: Acueducto |
| | | | | Fecha toma de muestra: 14/08/2019 |
| | | | | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
| | | | |  |

| ANÁLISIS IN-SITU | | | | | |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------------|--------------|-----------|
| ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | TÉCNICA | METODO | LÍMITE* |
| pH | Unidades | 7,22 | Potenciométrica | SM 4500-H+ B | 6.5 – 9.0 |
| Cloro residual libre | mg/l Cl ₂ | 1,85 | fotométrico | SM 4500-Cl G | 0.3 – 2.0 |

VÁLIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

*Ministerio de la protección social - Resolución 2115/07. Agua para consumo humano

| ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS | | | | | |
|--------------------------|--------------------|-----------|-------------------|-----------|----------|
| ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | TÉCNICA | METODO | LÍMITE* |
| Coliformes totales | Presencia/Ausencia | Ausencia | Sustrato definido | SM 9221 F | Ausencia |
| <i>Escherichia coli</i> | Presencia/Ausencia | Ausencia | Sustrato definido | SM 9221 F | Ausencia |

VÁLIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

*Ministerio de la protección social - Resolución 2115/07. Agua para consumo humano

Figura 4. Análisis de laboratorio mes agosto de Asebiol, Microbiológico.

INFORME No. 37370

Bogotá, D.C., 15 de octubre de 2019

| | |
|--|--|
| EMPRESA: | COLSUBSIDIO |
| NIT: | 860.007.336-1 |
| DIRECCION: | CALLE 26 No. 24-34 |
| TELÉFONO: | 742 0100 Ext 71464 |
| FECHA DE TOMA DE MUESTRA: | 8 de octubre de 2019 |
| HORA: | 3:00 PM |
| FECHA DE PROCESO: | 8 de octubre de 2019 |
| FECHA DE SALIDA: | 12 de octubre de 2019 |
| MUESTRA TOMADA POR: | Asebiol S.A.S (Anderson Montero) |
| LUGAR TOMA DE MUESTRAS: | PISCILAGO |
| DIRECCIÓN PUNTO TOMA DE MUESTRAS: | Tv. 35, Bogotá, bogota, Bogotá |
| CONTACTO CLIENTE: | Nirza Maria Osorio Español |
| CORREO ELECTRÓNICO: | Nirza.Osorio@colsubsidio.com |

| DATOS MUESTRA | | | | |
|---|--------------------|----------|------------------|-------------------------------------|
| CÓDIGO INTERNO | MUESTRA | CANTIDAD | TEMPERATURA (°C) | OBSERVACIONES |
| 82205 | Agua de Suministro | 4,25 L | 27,4 | Sitio Toma de muestra: Grifo planta |
| | | | | Fecha toma de muestra: 08/10/2019 |
| | | | | REGISTRO FOTOGRÁFICO |
|  | | | | |

| ANÁLISIS IN-SITU | | | | | | |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------------|--------------|-----------|----------|
| ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | TÉCNICA | METODO | LÍMITE* | CONCEPTO |
| pH | Unidades | 7,57 | Potenciométrica | SM 4500-H+ B | 6.5 – 9.0 | CUMPLE |
| Cloro residual libre | mg/l Cl ₂ | 1,01 | fotométrico | SM 4500-Cl G | 0.3 – 2.0 | CUMPLE |

VÁLIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

*Ministerio de la protección social - Resolución 2115/07. Agua para consumo humano

| ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|----------|----------|
| ANÁLISIS | UNIDAD | RESULTADO | TÉCNICA | METODO | LÍMITE* | CONCEPTO |
| Aerobios mesófilos | UFC/ 100cm ³ | 2 | Filtración por membrana | SM 9215D | Máx. 100 | CUMPLE |
| Coliformes totales | Presencia/Ausencia | Ausencia | Sustrato definido | SM 9221 F | Ausencia | CUMPLE |
| <i>Escherichia coli</i> | Presencia/Ausencia | Ausencia | Sustrato definido | SM 9221 F | Ausencia | CUMPLE |

VÁLIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

*Ministerio de la protección social - Resolución 2115/07. Agua para consumo humano

Figura 5. Análisis de laboratorio mes octubre de Asebiol, Microbiológico.

5.4.3. FASE 3. Acciones de mejoras

Finalmente, tras la identificación de las principales problemáticas encontradas se planteó mejoras ante la administración del Parque recreativo y zoológico Piscilago de acuerdo a los

resultados encontrados, como adicción y revisión de cada uno de los componentes de la planta de potabilización, la ampliación del acueducto, los filtros y el sedimentador, cambio de la dosificación del coagulante, mejora en la captación y conducción del agua. Dichos proyectos se plantearon con base a los requerimientos del Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 del 2007, de manera que garanticen tras su implementación y puesta en marcha la mejora en la calidad del agua para el consumo humano en el Parque recreativo y zoológico Piscilago de Colsubsidio y, por consiguiente, generar beneficios sociales, ambientales y económicos para el parque. En la siguiente figura (Figura 6) se muestra el esquema de la metodología empleada en este trabajo de pasantía.

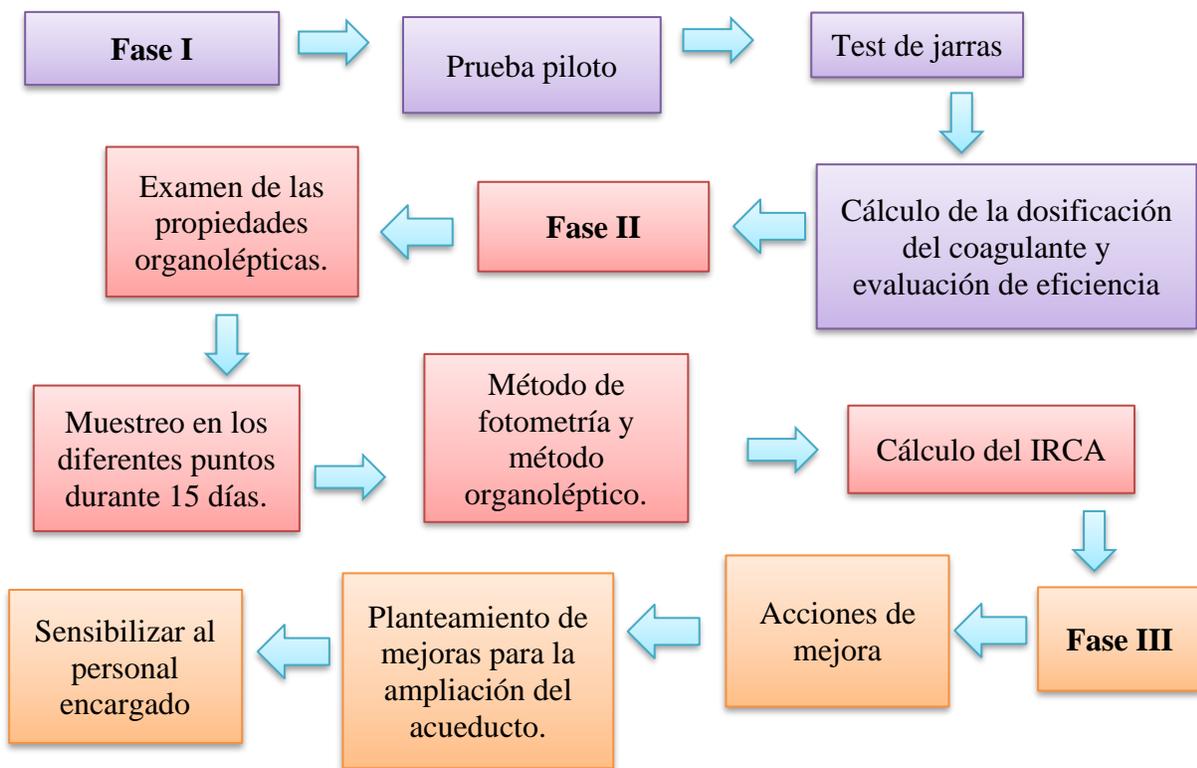


Figura 6. Explicación del proceso de metodología. Fuente: Autor

6. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

6.1. FASE 1. Test de jarras.

Se realizaron 2 test de jarras para la obtención de la adecuada dosificación del coagulante AK 10-346 y 1 test de jarras quincenal de seguimiento; se realizó los respectivos análisis al agua cruda de entrada a la PTAP (Tabla 2), donde se obtuvieron los valores con los que entra el agua cruda extraída del lago a la PTAP ver (Anexos 1).

Tabla 2. *Análisis del agua Cruda*

| Parámetro | Valor |
|----------------------------|--------------|
| Color (UPC) | 28 |
| Solidos suspendidos (mg/L) | 30 |
| Cloro libre (ppm) | 0,01 |
| Turbidez (UNT) | 16 |
| pH | 7,5 |

Los parámetros de entrada del agua cruda a la PTAP. Fuente: *Autor*

El primer test de jarras que se realizó se agregaron las siguiente dosis de la solución a cada una de las jarras que contenía 1L de agua cruda respetivamente (Figura 7, 8 y 9) 1ml, 2 ml, 3ml, 4ml, 5ml y 6ml de coagulante AK 10-346 al 1%, esta jarras se llevaron a 150rpm por tiempo de 1 min, luego se bajó a 50rpm por 5min, pasado este tiempo se llevó a 10rpm durante 10min y por último se bajó a 5rpm durante 1 min, se deja sedimentar por 20 min observando cual concentración era más eficiente mediante la realización de análisis de muestras a cada una de las jarras donde se obtuvieron los datos que se ven reflejados en la (Tabla 3) del coagulante AK 10-346 ver (Anexos 1).



Figura 7. Adición del coagulante.



Figura 8. Adición del coagulante.



Figura 9. Primer test de jarras. 1, 2, 3, 4, 5 y 6ml de Coagulante AK 10-346 al 1%.

Tabla 3. Datos obtenidos del primer test de jarras.

| | Jarra 1 (1ml) | Jarra 2 (2ml) | Jarra 3 (3ml) | Jarra 4 (4ml) | Jarra 5 (5ml) | Jarra 6 (6ml) |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Color (UPC) | 25 | 26 | 23 | 17 | 14 | 9 |
| Solidos suspendidos (mg/L) | 22 | 26 | 19 | 14 | 9 | 7 |
| Turbidez (UNT) | 13 | 14 | 12 | 7 | 5 | 3 |
| pH | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |

En esta tabla se observa los resultados de las pruebas que se realizaron a cada una de las jarras

después de la adición del coagulante respectivamente. Fuente: Autor.

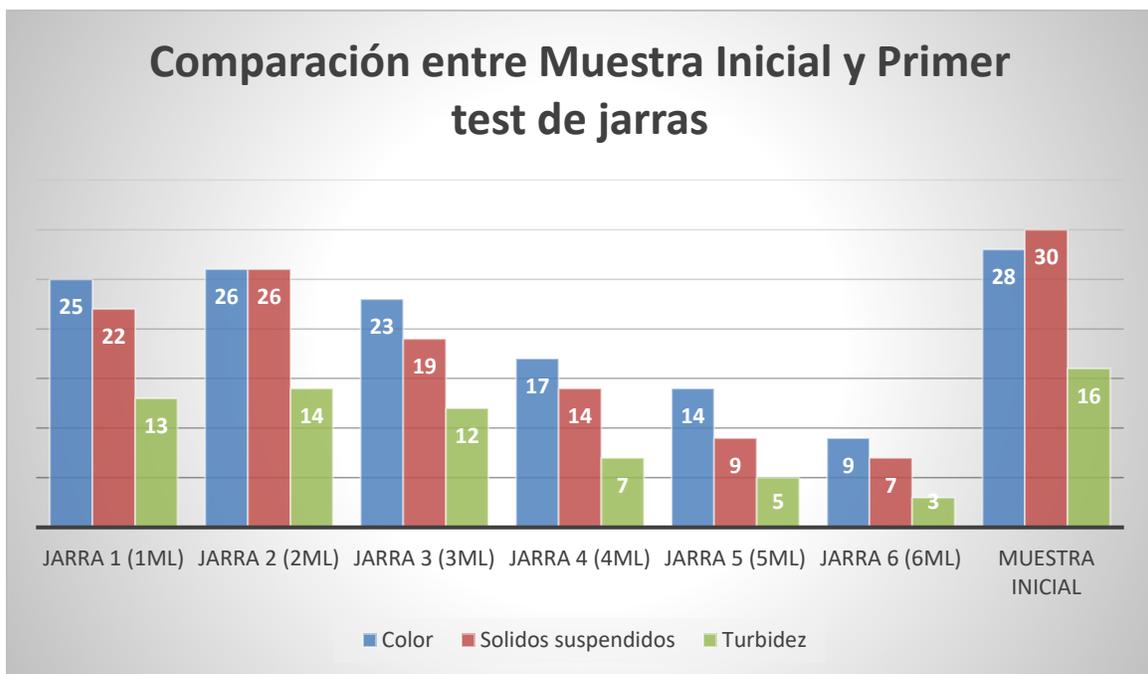


Figura 10. Comparación muestra inicial y del primer test de jarras.

En la comparación entre los resultados del primer test de jarras y la muestra inicial (Figura 10) se ve reflejada la gran diferencia entre la jarra 5 y 6 con la muestra inicial dando una amplia remoción de más del 50% para color, solidos suspendidos y turbidez.

Después del muestreo se realizó la eficiencia de remoción de cada uno de los parámetros mediante la siguiente fórmula: $\frac{\text{valor inicial}-\text{valor final}}{\text{valor inicial}} * 100$, donde se toma el valor inicial los parámetros encontrados en el agua cruda y valor final los parámetros de las pruebas de jarras, en la (tabla 4) se observa la eficiencia de las concentración en el test de jarras.

Tabla 4. *Eficiencia del primer test de jarras de las dosis de coagulante AK 10-346.*

| | Jarra 1 | Jarra 2 | Jarra 3 | Jarra 4 | Jarra 5 | Jarra 6 |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Color (UPC) | 10,7% | 7,14% | 17,8% | 39,2% | 50% | 67,8% |
| Solidos suspendidos (mg/L) | 26,6% | 13% | 36,6% | 53,3% | 70% | 76,6% |
| Turbidez (UNT) | 18,7% | 12,5% | 25% | 56,2% | 68,7% | 81,2% |
| pH | - | - | - | - | - | - |

En esta tabla se observa la eficiencia de remoción que tuvo el coagulante en cada una de las jarras después de la adición del coagulante respetivamente. Fuente: *Autor*.

Se observó que las jarras 5 y 6 obtuvieron la mejor eficiencia de remoción de los parámetros y el floc más grande para el agua cruda, pero están lejos del 100% de eficiencia, posteriormente se realizó un segundo test de jarras donde se agregaron las siguiente dosis de solución a cada una de las jarras con 1L de agua cruda respetivamente (Figura 11, 12 y 13) 5,6ml, 5,8ml, 6,2ml, 6,4ml, 6,6ml y 6,8ml los cuales se llevaron a 150rpm por 1 min, luego se bajó a 50rpm por 5min, pasado este tiempo se llevó a 10rpm durante 10min y por último se bajó a 5rpm durante 1 min, se deja durante 20 min observando cuál sedimenta mejor; de los cuales se obtuvieron los datos obtenidos en la (Tabla 5) del coagulante AK 10-346.



Figura 11. Adición del coagulante.



Figura 12. Segundo Test de jarras.

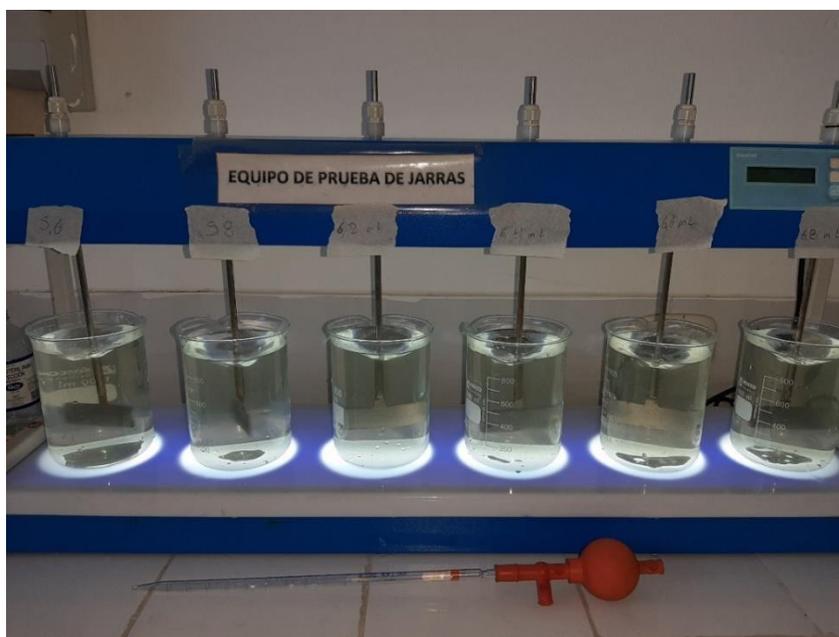


Figura 13. Segundo test de jarras de 5,6 5,8 6,2 6,4 6,6 y 6,8ml de coagulante AK 10-346.

Tabla 5. Datos obtenidos del segundo test de jarras.

| | Jarra 1 (5,6ml) | Jarra 2 (5,8ml) | Jarra 3 (6,2ml) | Jarra 4 (6,4ml) | Jarra 5 (6,6ml) | Jarra 6 (6,8ml) |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Color (UPC) | 12 | 12 | 11 | 9 | 11 | 8 |
| Solidos suspendidos (mg/L) | 10 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Turbidez (UNT) | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| pH | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |

En esta tabla se observa los resultados de las pruebas del segundo test que se realizaron a cada una de las jarras después de la adicción del coagulante respetivamente. Fuente: *Autor*.

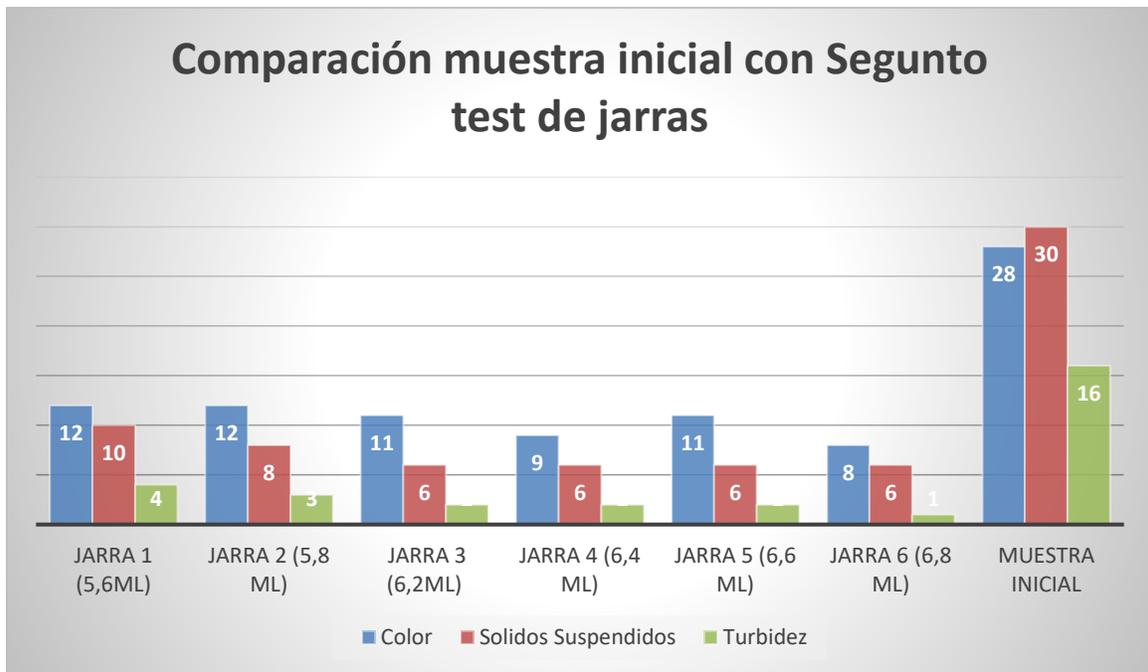


Figura 14. Comparación muestra inicial con segundo test de jarras.

En la comparación de la muestra inicial con el segundo test de jarras (Figura 14) se observa en la jarra 6 con 6,8 ml de la solución al 1% del coagulante AK 10-346 una remoción de los 3 parámetros color, solidos suspendidos y turbidez por encima del 80%.

Posterior a esto se realizó la eficiencia de remoción según la formula anteriormente mencionada para cada uno de las jarras del segundo test donde se obtuvieron los datos en la (Tabla 6).

Tabla 6. Eficiencia del segundo test de jarras de las dosis de coagulante AK 10-346.

| | Jarra 1 | Jarra 2 | Jarra 3 | Jarra 4 | Jarra 5 | Jarra 6 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Color | 57,1% | 57,1% | 60,7% | 67,8% | 68% | 71,4% |
| Solidos suspendidos | 66,6% | 73% | 80% | 80% | 80% | 80% |
| Turbidez | 75% | 81% | 87,5% | 87,5% | 87,5% | 93,7% |
| pH | - | - | - | - | - | - |

En esta tabla se observa la eficiencia de remoción que tuvo en el segundo test de jarras, el coagulante en cada una de las jarras después de la adicción del coagulante respetivamente.

Fuente: Autor.

Se observó que la dosis de coagulante que mayor eficiencia de remoción logro en el agua cruda fue en el segundo test de jarra la concentración de 6,8 ml de la concentración ya que tuvo una remoción de color de 71,4%, solidos suspendido de 80% y turbidez de 93,7%; ya con esta dosis encontrada se encuentra la dosis de descarga con la siguiente formula:

El coagulante AK 10-346 tiene una concentración de 1,29 g/ml y la planta de tratamiento de agua potable del parque Recreativo y zoológico Piscilago de Colsubsidio tiene un Q = 18L/seg.

$$\frac{1,29 \text{ gr}}{L} * \frac{1000\text{mg}}{1\text{g}} = \frac{1290\text{mg}}{L} = 1290\text{ppm}$$

$$6,8\text{ml} * \frac{1L}{1000\text{ml}} = 0,0068L * \frac{1290\text{mg}}{L} = \frac{8,772\text{mg}}{L} = 8,772 \text{ ppm}$$

$$\text{Dosis de Descarga (ml/s)} = \frac{Q * \text{dosis Test de jarras (mg/L)}}{\text{concentración coagulante (mg/ml)}}$$

$$\text{Dosis de Descarga (ml/s)} = \frac{18 \text{ L/seg} * 8,772\text{mg/L}}{1290 \text{ (mg/ml)}} = 0,122469 \text{ ml/seg}$$

$$\frac{0,122469\text{ml}}{\text{seg}} * \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} = \frac{7,34 \text{ ml}}{\text{min}} \text{ AK 10 - 346}$$

La dosis de descarga es la cantidad de coagulante que se adiciona a la PTAP con el fin de coagular el agua cruda que está ingresando, haciendo así un acondicionamiento para el tratamiento para la potabilización del agua. Como se observó en el segundo test de jarras, la jarra con mayor remoción fue la 6 donde se aplicó 6,8 ml de la solución al 1%, que son equivalentes a 87,72 mg/L de concentración del AK 10-346, establecida la concentración del coagulante, el caudal de la entrada a la PTAP de 18 L/seg y la concentración del AK 10-346 que es de 1290 mg/L; se obtuvo como resultado aplicar una dosis de 7,34 ml/min de AK 10-346 durante un periodo de 60 segundos.

6.2. FASE 2. Examen de propiedades organolépticas

A continuación, se presentan los resultados de las tomas de muestras en diferentes puntos del parque ver (Anexos 3) donde se distribuye el agua potable durante 15 días consecutivos, estas muestras son tomadas en bebederos, lavamanos, duchas, grifos y etc. (Figuras 15, 16, 17, 18, 19 y 20).



Figura 15. Toma de muestras lava platos laboratorio.



Figura 16. Toma de muestra grifo.



Figura 17. Toma de muestras lavamanos baños.



Figura 18. Toma de muestra bebedero.



Figura 19. Toma de muestras bebedero.



Figura 20. Toma de muestra grifo cerca de la PTAP.

6.2.1. Pruebas organolépticas

Se realizaron pruebas durante 15 días en diferentes puntos del parque (lavamanos, bebederos, duchas y grifos) para poder tomar muestras de color, olor, sabor, turbidez y cloro libre (Anexo

3); para observar la eficiencia de la concentración ya encontrada del coagulante AK 10-346, obteniendo los datos (ver Tabla 7).

Tabla 7. Muestreo del agua potable con la nueva dosificación del AK 10-346.

| | Dia 1 | Dia 2 | Dia 3 | Dia 4 | Dia 5 | Dia 6 | Dia 7 | Dia 8 |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Color (UPC) | 7 | 1 | 6 | 6 | 14 | 5 | 18 | 6 |
| Olor | Acept. |
| Sabor | Acept. |
| Turbidez (UNT) | - | - | 1 | - | - | - | 4 | - |
| Solidos suspendidos (mg/L) | - | 2 | 5 | - | 2 | 2 | - | 2 |
| pH | 7,0 | 6,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 6,5 | 7,0 |
| Cloro libre (ppm) | 1,5 | 1,6 | 1,4 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 2 | 1,4 |
| Coliforme total | - | - | - | - | - | - | - | - |
| E. coli | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Aluminio (mg/L) | 0,19 | - | - | - | - | 0,15 | - | - |

*Los valore correspondientes a (-) tienen un valor de 0.

| | Dia 9 | Dia 10 | Dia 11 | Dia 12 | Dia 13 | Dia 14 | Dia 15 |
|-----------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Color (UPC) | 6 | 10 | 5 | 6 | 6 | 5 | 1 |
| Olor | Acept. | Acept. | Acept. | Acept. | Acept. | Acept. | Acept. |
| Sabor | Acept. | Acept. | Acept. | Acept. | Acept. | Acept. | Acept. |
| Turbidez (UNT) | - | - | 1 | - | - | - | - |
| Solidos suspendidos (mg/L) | - | - | 4 | - | 1 | - | 2 |
| pH | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| Cloro libre (ppm) | 1,6 | 1,8 | 2 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,7 |
| Coliforme total | - | - | - | - | - | - | - |
| E. coli | - | - | - | - | - | - | - |
| Aluminio (mg/L) | - | - | 0,07 | - | - | - | 0,05 |

*Los valore correspondientes a (-) tienen un valor de 0.

En esta tabla se observa los parámetros muestreados en el agua potable después de hallada la concentración adecuada durante 15 días para evaluar su eficiencia. Fuente: *Autor*.

Los resultados anteriores de la toma de muestras diarias por los 15 días después de la nueva concentración del coagulante AK 10-346, se compara con los establecidos en la Resolución 2115 del 2007 donde se establece los parámetros máximos permisibles para el agua potable de

consumo humano (Figura 21), en los 15 días, se observa que el día 7 sufrió un cambio por encima de los parámetros establecidos como consecuencia de procesos de manipulación en la PTAP.

Cuadro N°. 1 Características Físicas

| Características físicas | Expresadas como | Valor máximo aceptable |
|-------------------------|--|------------------------|
| Color aparente | Unidades de Platino Cobalto (UPC) | 15 |
| Olor y Sabor | Aceptable ó no aceptable | Aceptable |
| Turbiedad | Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT) | 2 |

Figura 21. Características físicas. Fuente: Resolución 2115 del 2007.

Tabla 8. Comparación entre lo establecido en la Resolución 2115 del 2007 y los parámetros de muestreo.

| Características Físicas | Máximo permisible Según Resolución 2115 del 2007 | Promedio del muestreo con nueva concentración AK 10-346 |
|-----------------------------|--|---|
| Color Aparente (UPC) | 15 | 6,4 |
| Olor | Aceptable | Aceptable |
| Sabor | Aceptable | Aceptable |
| Turbidez (UNT) | 2 | < 1 |
| Aluminio (mg/L) | 0,2 | < 0,15 |

En esta tabla se evidencia la comparación entre lo establecido en la normatividad ambiental vigente para el consumo humano y el promedio de los 15 días de muestreo.

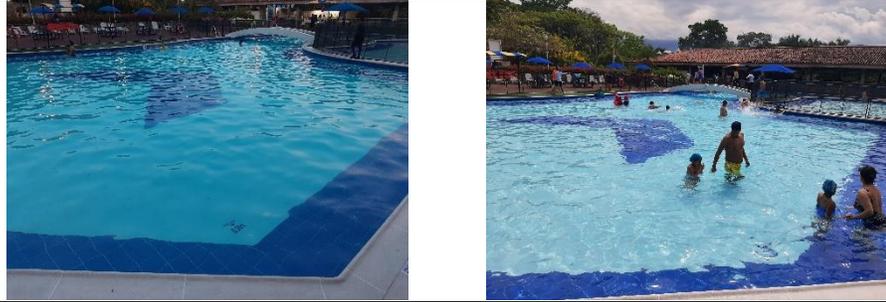
Se ve reflejado que la nueva concentración logro cumplir con los valores establecidos en la resolución 2115 del 2007, estableciéndose así la nueva concentración del coagulante AK 10-346 para la PTAP del parque recreativo Piscilago, de esta manera cumpliendo con toda la exigencia de la normatividad ambiental para el agua de consumo humano y además obteniendo beneficios al medio ambiente tras el cambio por el coagulante sulfato de aluminio que generaba alteraciones al recurso hídrico.

Uno de los aspectos físicos más notorios es el color, el cual visualmente ha cambiado en el agua de las piscinas del parque debido a que con la concentración anterior se observa (Tabla 9) un agua más turbia o verdosa, a comparación con la nueva concentración del coagulante AK 10-346 se puede visualizar un agua más cristalina y con un aspecto visible más agradable para los visitantes y/o usuarios del Parque recreativo y zoológico Piscilago de Colsubsidio.

Tabla 9. Cambio de color del agua de las piscinas de Piscilago.

| PISCINA | Concentración Anterior | Concentración Nueva |
|--------------------------|---|--|
| Cascada |  |  |
| Parque Infantil Acuático |  |  |
| Manantial |  |  |

Mirador



En esta tabla se observa el cambio de color del agua, de la antigua concentración con la nueva concentración de coagulante AK 10-346; se ve un agua más clara, cristalina y mejor aspecto visual. Fuente: *Autor*.

6.2.2. Índice de riesgo de la calidad del agua para el consumo humano (IRCA).

Con los datos de los parámetros encontrados en el muestreo durante los 15 días se realiza el IRCA dándole un puntaje de riesgo a cada uno de ellos según los establecidos en la resolución 2115 del 2007, estos valores se observan (Figura 21). Este cálculo se realiza utilizando la siguiente formula:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\text{suma de los puntajes de riesgo asignados a las características no aceptables} \times 100}{\text{suma de los puntajes de riesgo asignados a todas las características analizada}}$$

Obteniendo como resultados los presentados en la (Tabla 10), y la clasificación de riesgo (Figura 22) que se obtiene de este índice según la resolución 2115 del 2007.

| Características | Puntaje de riesgo |
|------------------------|--------------------------|
| Color aparente | 6 |
| Turbidez | 15 |
| pH | 1,5 |
| Cloro residual Libre | 15 |
| Aluminio | 3 |
| Coliformes totales | 15 |
| Escherichia Coli | 25 |

Figura 22. Cuadro de puntaje de riesgo para el cálculo del IRCA. Fuente: Resolución 2115 del 2007 modificado por el autor.

Tabla 10. IRCA del muestreo del agua potable con la nueva dosificación del AK 10-346.

| IRCA (%) | Día de la muestra | Nivel de Riesgo |
|-----------------|--------------------------|------------------------|
| 0% | 1 | Sin riesgo |
| 0% | 2 | Sin riesgo |
| 0% | 3 | Sin riesgo |
| 0% | 4 | Sin riesgo |
| 0% | 5 | Sin riesgo |
| 0% | 6 | Sin riesgo |
| 26% | 7 | Medio |
| 0% | 8 | Sin riesgo |
| 0% | 9 | Sin riesgo |
| 0% | 10 | Sin riesgo |
| 0% | 11 | Sin riesgo |
| 0% | 12 | Sin riesgo |
| 0% | 13 | Sin riesgo |
| 0% | 14 | Sin riesgo |
| 0% | 15 | Sin riesgo |

En esta tabla se contempla el IRCA a las muestras realizadas al agua potables del Piscilago con la nueva concentración del coagulante AK 10-346 y su nivel de riesgo respetivamente. Fuente:

Autor.

Cuadro N°. 7 Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse

| Clasificación IRCA (%) | Nivel de Riesgo | IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata) | IRCA mensual (Acciones) |
|------------------------|--------------------------|--|--|
| 80.1 -100 | INVIABLE SANITARIA MENTE | Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General. | Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional. |
| 35.1 - 80 | ALTO | Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD. | Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos. |
| 14.1 – 35 | MEDIO | Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador. | Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora. |
| 5.1 - 14 | BAJO | Informar a la persona prestadora y al COVE. | Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento. |
| 0 - 5 | SIN RIESGO | Continuar el control y la vigilancia. | Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia. |

Figura 23. Clasificación de nivel de riesgo en la salud humana según el IRCA. Fuente: Resolución 2115 del 2007.

El IRCA es el Índice de riesgo de calidad del agua para el consumo humano, asignando un puntaje de riesgo contemplado en la figura 21 a cada característica física, química y microbiológica, por el no cumplimiento en la resolución 2115 del 2007; es 0 cuando se cumple con el parámetro establecido. Teniendo en cuenta el resultado del IRCA se establecen unos niveles de riesgo que son:

- Sin riesgo cuando su IRCA es de 0 – 5, el agua es apta para el consumo humano.
- Riesgo bajo cuando su IRCA es de 5,1 – 14, el agua no apta para consumo humano, susceptibles de mejoramiento.
- Riesgo medio cuando su IRCA es de 14,1 – 35, el agua no apta para consumo humano, gestión directa de las personas prestadoras de servicio.
- Riesgo alto cuando su IRCA es de 35,1 – 80, el agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora del servicio.

- Riesgo inviable sanitaria mente cuando su IRCA es de 80,1 – 100, agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia. (Ministerio de la Protección social & Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo, 2007).

Se puede evidenciar en la Tabla 10, el día 7 de toma de muestra con la concentración nueva del Coagulante AK 10-346, tiene un porcentaje del IRCA de 26 % clasificando como riegos medio siendo como agua no apta para consumo humano, esto puede ocurrir por errores de los trabajadores, mantenimiento, funcionamiento o catástrofes naturales. Lo sucedido el día 7 se debe a un error de uno de los operarios de la PTAP, ya que dejó vaciar el tanque de la solución de coagulante, por lo tanto, sobresalió los niveles de color y turbidez establecidos en la Resolución 2115 del 2007, se requiere de mayor supervisión por parte del encargado del personal para evitar este tipo de inconveniente. Cabe resaltar que los demás días todos estuvieron con 0% de IRCA esto quiere decir, sin ningún riesgo y que es agua totalmente potable para consumo humano, queriendo decir que la nueva concentración obtenida es muy eficiente siempre y cuando se manipule adecuadamente.

6.3. FASE 3. FORMULACIÓN DE PROGRAMAS DE MEJORA

La nueva dosificación del coagulante AK 10-346 según los test de jarras fue de 7,34 ml/min esto para el caudal que está manejando la PTAP del parque, se recomienda modificar la concentración a la hallada debido a que removió con altas expectativas el olor, color y sabor del agua cruda, cumpliendo con la Resolución 2115 del 2007; se socializó mediante capacitaciones y tomando asistencia ver (Anexos 4) con los operarios de la PTAP y los auxiliares de piscinas explicándoles las ventajas de la nueva concentración y de igual manera el cuidado, ahorro y usos adecuado del recurso hídrico.

Tabla 11. Programa de mejora para cambio de la concentración del coagulante AK 10-346.

| PROYECTO | OBJETIVO | ACTIVIDAD | TIEMPO | RESPONSABLE | COSTOS |
|---|--|-------------------------------------|--|---|--|
| Cambio de la concentración del coagulante AK 10-346. | Remover con altas expectativas los parámetros como olor, sabor y color cumpliendo la resolución 2115 del 2007. | Elaborar test de jarras. | 1 vez por semana, | Ingeniero ambiental a cargo de la PTAP. | Los valores serán asumidos por la administración del Parque. |
| | | Toma de muestras. | 15 días después de hallada la concentración. | | |
| | | Socializar mediante capacitaciones. | Trimestral. | | |

En esta tabla se explica que se debe hacer en el plan de mejora para el cambio de concentración del coagulante.

Se debe evaluar el caudal con el que se está trabajando en la PTAP ya que está construida para potabilizar 11 L/seg, pero debido a la expansión del parque y el gran número de visitantes que requieren agua potable se está llevando a una sobre explotación a esta planta a subir su potabilización a 18 L/seg.

Por lo anterior se recomienda a la administración una remodelación o ampliación de la PTAP y a su vez una reubicación de la misma, con el fin de poder ampliar el sedimentador y a su vez los filtros del agua, así teniendo un mayor caudal de agua tratado para consumo humano y abastecimiento de cada una de las atracciones acuáticas del parque.

Tabla 12. Programa de mejora para la remodelación, ampliación y reubicación de la PTAP.

| PROYECTO | OBJETIVO | ACTIVIDAD | TIEMPO | RESPONSABLE | COSTOS |
|--|---|---|----------|---|--|
| <i>Remodelación, ampliación y reubicación de la PTAP.</i> | Ampliación de sedimentador y los filtros de la PTAP | Ejecutar un plan para la remodelación, ampliación y reubicación de la PTAP. | 1 año. | Sección encargada de mantenimiento y construcción del parque. | Los valores serán asumidos por la administración del Parque. |
| | | Seleccionar un sitio dentro del parque. | 3 meses. | | |
| | | Elaborar presupuestos. | 3 meses. | | |

Esta tabla explica en las recomendaciones de ampliación, remodelación y reubicación a la PTAP del Parque.

7. CONCLUSIONES

Mediante este estudio se concluyó que la prueba piloto para hallar la concentración del coagulante AK 10-346, fue efectiva a la hora de mejorar los parámetros físicos del agua potable, mejorando el color del agua de las piscinas de parque, así mismo ya no se detentan olores ni sabores en el agua potabilizada en la PTAP, cumpliendo con los parámetros máximos aceptables permisibles en la resolución 2115 del 2007.

De igual manera al ser un coagulante de fácil disolución en el ambiente, no altera las propiedades químicas del recurso hídrico; y, por otro lado, es importante resaltar la ausencia de constantes test de jarras en el agua cruda que se va a potabilizar, puesto que el agua del lago no cambia sus propiedades constantemente, de tal forma no es necesario recalculara nuevas concentraciones del coagulante; la dosificación puede cambiar si llegase a pasar algo extraordinario en el lago.

Finalmente, se concluyó mediante este estudio la necesidad y prioridad de la potabilización del agua para el consumo humano, el adecuado estudio que se le debe hacer a los cambios de algunos de los procesos de la PTAP (remodelación, ampliación), haciendo así programas de mejoramiento, ahorro y consumo adecuado del recurso hídrico a todos los visitantes para concientizar el uso adecuado.

8. RECOMENDACIONES

Es de vital importancia ejecutar y llevar a cabo test de jarras mínimo 1 vez por semana para garantizar la calidad del agua dentro de las instalaciones del parque, dando así un mejor servicio a los visitantes.

Asimismo, se recomienda que se desarrollen los proyectos que se dejan planteados con el fin de obtener mejoras constante en la PTAP, de igual manera se puede establecer una encuesta de satisfacción a los visitantes y/o usuarios sobre agua potable con las que se está abasteciendo el parque, mediante una escala de 1 a 10 determinado su color, olor y sabor es aceptable o no, teniendo en cuenta las pruebas cuantitativas de los análisis de laboratorio comparándolos así con los resultados, finalmente se recomienda dejar las puertas abiertas a personas que quieran hacer investigación o estudios el agua del parque, su lago y las propiedades necesaria para su recuperación.

REFERENCIAS

- Aguirre Jiménez, Alma Alicia, & Moran Martínez, Francisco. (2006). Alternativas de abastecimiento de agua potable a la zona metropolitana de Guadalajara y perspectivas de impacto regional. Vol. 8 numero 1. Pag 173 – 190.
- Barrenechea, A. (2004). Tratamiento de agua para consumo humano. Capítulo 4 Coagulación. Recuperado de: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/cuatro.pdf>
- Belalcázar, Felipe, Gómez, Mónica, Paz, Andrea, & Mera, Mónica. (2015). Implementación de alternativas en agua potable y saneamiento básico en el marco de la estrategia de entornos saludables para el departamento de Nariño.
- Cogollo F, J. M. (2011). Clarificación de aguas usando coagulantes polimerizados. DYNA, 78 (165), 18-27. Recuperado de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25636/39133>.
- Congreso de la república de Colombia. (2008). Ley 1225, Por la cual se regulan el funcionamiento y operación de los parques de diversiones, atracciones o dispositivos de entretenimiento, atracciones mecánicas y ciudades de hierro, parques acuáticos, temáticos, ecológicos, centros interactivos, zoológicos y acuarios en todo el territorio nacional y se dictan otras disposiciones.
- Fúquene, Diana, Yate, Andrea. (2018). Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales. Grupo de investigación en Estudios Ambientales Aplicados – GEAA, Bogotá – Colombia.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2007). Ley 1151, Por la cual se expide

el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010.

Ministerio de comercio, industria y turismo. (2017). Resolución 543, por la cual se expide el Reglamento Técnico para Parques de Diversiones, Atracciones o Dispositivos de Entretenimiento Familiar, RETEPARQUES, en Colombia.

Ministerio de comercio, industria y turismo. (2017). Resolución 880, Por la cual se modifica el párrafo del artículo 8, el numeral 10 del artículo 18, el párrafo del artículo 21 y el Capítulo VI de la Resolución 543 de 2017 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Ministerio de desarrollo económico. (2000). Resolución 1096, Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Ministerio de educación Gobierno de Chile. (2013). Agua recurso vital, equipo de ciencias. Santiago de Chile. Coordinación editorial Caffil.

Ministerio de la protección social, Ministerio ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2008). Resolución 0811 Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución.

Ministerio de la protección social, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2007). Resolución 2115 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Ministerio de protección social. (2007). Resolución 2115, Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Ministerio de salud y protección social. (1979). Ley 9 Por el cual se dictan medidas sanitarias.

Moreno, Fredy. (2012). Universidad nacional de Colombia facultad de ciencias.

Moreno, Linda, Mota, Maira, Urbano, Teresa, Benavides, Stiven, Chavarro, Diego & Oviedo Rodrigo. (2015). Test de jarras. SENA.

Orellana Jorge A. (2005). Ingeniería Sanitaria-UTN-FRRO. Capítulo 6 Tratamiento de las aguas. Pág. 1-123.

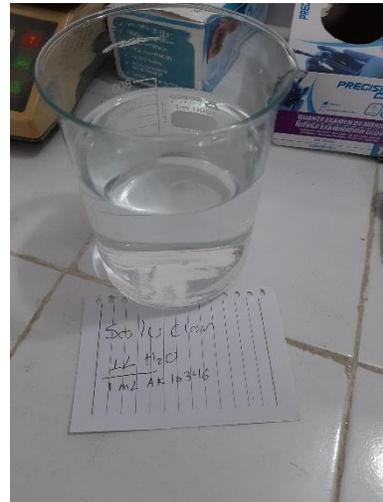
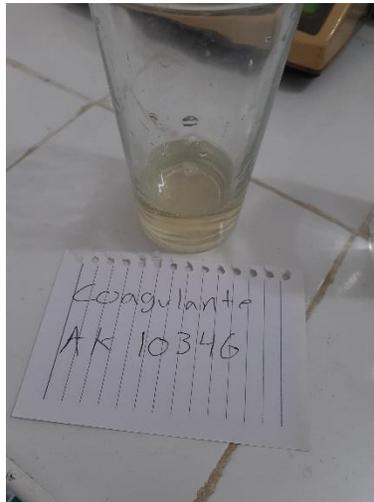
República de Chile, Superintendencia de servicios sanitarios. (2013). Modifica manual de métodos de ensayo para el agua potable y establece plazo de cumplimiento en parámetros que indica.

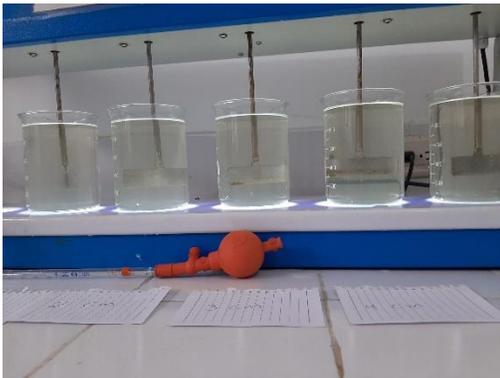
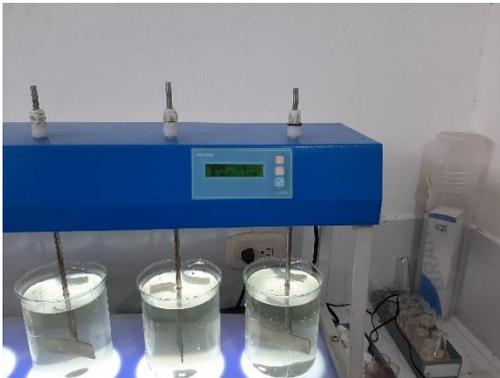
Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). Agua potable, Diversidad biológica y Desarrollo: Guía de prácticas recomendadas. Montreal, 41 + III páginas.

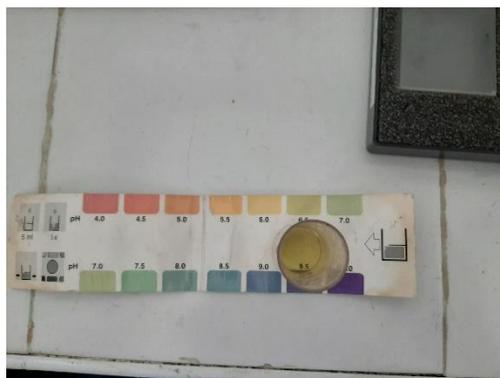
Torres, Patricia, Cruz, Camilo Hernán, & Patiño, Paola Janeth. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano: Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15, Suppl. 1), 79-94.

ANEXOS

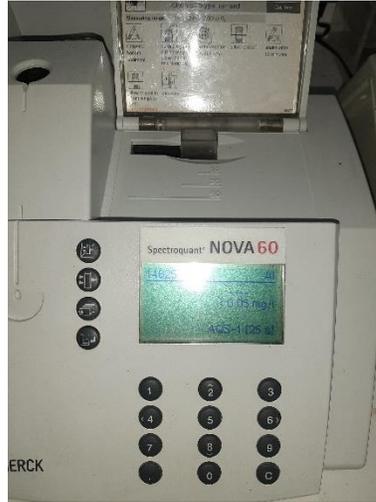
Anexo 1. Registro fotográfico de los test de jarras y sus respectivos muestreos de parámetros.







Anexo 2. Registro fotográfico Aluminium Test.



fondo con agua destilada.

- Analizar las muestras inmediatamente después de la toma de muestras.
- El valor del pH debe encontrarse en el intervalo 3 - 10.** Si es necesario, ajustar con solución de hidróxido sódico o con ácido sulfúrico.
- Filtrar las muestras turbias.

7. Técnica

| | | |
|--------------------------------|---|--|
| Muestra preparada (15 - 40 °C) | 5,0 ml | Pipetear en un tubo de ensayo. |
| Reactivo Al-1 | 1 microcuchara azul rasa (en la tapa del frasco Al-1) | Añadir y agitar vigorosamente hasta que el reactivo se haya disuelto completamente. |
| Reactivo Al-2 | 1,2 ml | Añadir con pipeta y mezclar. |
| Reactivo Al-3 | 0,25 ml | Añadir con pipeta y mezclar. |

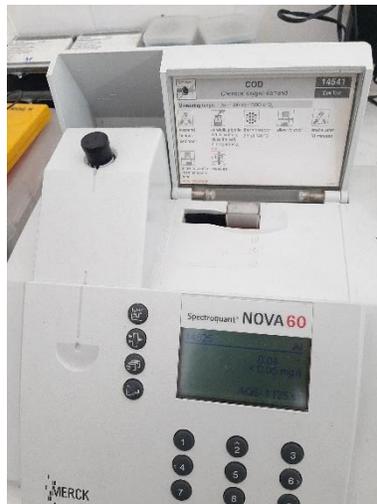
Dejar en reposo **2 minutos (tiempo de reacción)**, luego introducir la muestra de medición en la cubeta y medir en el fotómetro.

Para la medición en la cubeta de 50 mm deben duplicarse el volumen de la muestra y las cantidades de los reactivos Al-1, Al-2 y Al-3. En su lugar puede usarse la cubeta semimicro art. 173502.

Notas sobre la medición:

- Ciertos fotómetros exigen una muestra en blanco (preparación como la muestra de medición, pero con agua destilada en lugar de la muestra).
- En caso de utilizar cubetas de 50 mm debe usarse...





Anexo 3. Registro fotográfico de muestreo de parámetros organolépticos.







Anexo 4. Registro fotográfico de asistencia a Capacitaciones.

CAJA COLOMBIANA DE SUBSIDIO FAMILIAR
ENTIDAD FINANCIERA

LISTA DE ASISTENCIA

Colpiso: THFC-95 Verificación: 14/06/2019 Hoja: 1 de: 1

Función: Capacitación Otro: Externa: Lugar del Evento: Fecha de Inicialización: Fecha de Finalización:

MODALIDAD DEL EVENTO

INSTRUCTOR O RESPONSABLE

ASISTENTES

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|-----------------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Nombre del Asistente | Identificación | Fecha del Evento | Lugar del Evento | Horario de Inicio | Horario de Finalización | Asistencia |
| Brahim David Pachon R | 167061602 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:24 | 5:12 | David P | | | | | | | | | | | |
| Miguel Angel Vargas Vinasco | 1106896482 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:24 | 5:12 | Miguel V | | | | | | | | | | | |
| José Eduardo Lozano | 1.070.597.626 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | José E | | | | | | | | | | | |
| Junior Uribeley | 1007045287 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Junior U | | | | | | | | | | | |
| Tatli Caviedes G. | 79687635 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Tatli C | | | | | | | | | | | |
| José Dery Ramirez D. | 391569220 | Piscinas | Aux Piscinas | 3:24 | 5:12 | José D | | | | | | | | | | | |
| Karen Daniela Perez | 1070619286 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:24 | 5:12 | Karen D | | | | | | | | | | | |
| Juan Rivera Y | 11318251 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:24 | 5:12 | Juan R | | | | | | | | | | | |
| Wendy Tatiana Flores | 1069925574 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Wendy F | | | | | | | | | | | |
| Nestor Javier Cruz Riano | 1077971293 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Nestor C | | | | | | | | | | | |
| Claudio Marcelo Manrique | 1108455204 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Claudio M | | | | | | | | | | | |
| Antonio Areb | 11307600 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Antonio A | | | | | | | | | | | |
| Dante Padilla | 1012332779 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Dante P | | | | | | | | | | | |
| Diego Binzel Bum | 117097440 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Diego B | | | | | | | | | | | |
| Raúl Dize Guzmán | 11320788 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Raúl D | | | | | | | | | | | |
| Cristian Andres Goolman B | 1070615691 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Cristian G | | | | | | | | | | | |
| Laura Isabel Forero | 1034643408 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Laura I | | | | | | | | | | | |
| Luz Daban Varona G | 1070620770 | Piscilago | Aux Piscinas | 3:18 | 4:48 | Luz D | | | | | | | | | | | |

| Nombre del evento | Forma de identificación | Fecha del evento | Forma de identificación | Asistentes |
|-----------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------------|------------|
| Brahim David Pachon A | 1670616021 | Piscilago | Aux Piscinas | David P |
| Miguel Angel Vapora Vinasco | 1106896492 | Azilago | Aux Piscinas 32420617 | Miguel V |
| José Eduardo Lozano | 1070597626 | Piscilago | Aux Piscinas 310772015 | José E |
| Junior Vidales | 1007045287 | Piscilago | Aux Piscinas 311848278 | Junior V |
| Tan Cavaletes G. | 7968565 | Piscilago | Aux Piscinas 313458765 | Tan C |
| José Dery Ramirez O. | 311599220 | Piscinas | Aux Piscinas 3124345012 | José D |
| Karen Daniela Perez | 1070619286 | Piscilago | Aux Piscinas 310885024 | Karen P |
| Juan Rivera | 11318251 | Piscilago | Aux Piscinas 310234244 | Juan R |
| Wendy Tatiana Florens | 1069925574 | Piscilago | Aux Piscinas 311480744 | Wendy F |
| Nestor Javier Cruz Riano | 1077971295 | Piscilago | Aux Piscinas 311575044 | Nestor C |
| Chiato Marcela Manrique | 1108455204 | Piscilago | Aux Piscinas 3184008912 | Chiato M |
| Antonio Arbo | 11307600 | Piscilago | Aux Piscinas 3045395203 | Antonio A |
| Daniela Rodriguez | 1012332779 | Piscilago | Aux Piscinas 3116454415 | Daniela R |
| Diego Bernal Ben | 11709440 | Piscilago | Aux Piscinas 310776004 | Diego B |
| Raul Diaz Guzman | 11320788 | Piscilago | A Piscinas 3144499342 | Raul D |
| Cristian Andres Guzman B | 1070675691 | Piscilago | Operador Atencion 300879757 | Cristian G |
| Laura Isabel Forero | 1034643408 | Piscilago | Aux Piscinas 3045846380 | Laura I |
| Luis Duban Wario G | 1070620270 | Piscilago | Aux Piscinas 3135531754 | Luis D |

EN CONSTANCIA DE LO ANTERIOR FIRMAN:

| | |
|--|--|
| 1. <u>MANUEL OROZCO</u> Nombre <u>MANUEL ANTONIO OROZCO</u> | 2. <u>Samuel Polo de Alarcopin</u> Nombre <u>Samuel Polo de Alarcopin</u> |
| 3. <u>Jane Amanda Diaz Ortiz</u> Nombre <u>Jane Amanda Diaz Ortiz</u> | 4. <u>Jarby Leonardo Medina L.</u> Nombre <u>Jarby Leonardo Medina L.</u> |
| 5. <u>[Signature]</u> Nombre <u>[Signature]</u> | 6. <u>David Pachon</u> Nombre <u>David Pachon</u> |
| 7. <u>Daniel Rodriguez</u> Nombre <u>Daniel Rodriguez</u> | 8. <u>Edwin Herdan</u> Nombre <u>Edwin Herdan</u> |
| 9. <u>Claudia Gutierrez Tavera</u> Nombre <u>Claudia Gutierrez Tavera</u> | 10. <u>Daniela Aras Camargo</u> Nombre <u>Daniela Aras Camargo</u> |
| 11. <u>Maria Camila Foscos Diaz</u> Nombre <u>[Signature]</u> | 12. <u>Ingrid Juliana Ulba Pedraza</u> Nombre <u>[Signature]</u> |
| 13. <u>Eduard Alberto Rubio</u> Nombre <u>Eduard Rubio</u> | 14. <u>[Signature]</u> Nombre <u>Karen Daniela Perez</u> |
| 15. <u>Junior Vidales</u> Nombre <u>[Signature]</u> | 16. <u>Sergio F. Garcia T.</u> Nombre <u>Sergio F. Garcia T.</u> |
| 17. <u>[Signature]</u> Nombre <u>Arzobispo Jimenez</u> | 18. <u>Miguel Urbisco</u> Nombre <u>Miguel Urbisco</u> |
| 19. <u>[Signature]</u> Nombre <u>Jorge Lozada</u> | 20. <u>[Signature]</u> Nombre <u>[Signature]</u> |
| 21. <u>[Signature]</u> Nombre <u>Andres Felipe Hernandez</u> | 22. <u>[Signature]</u> Nombre <u>[Signature]</u> |
| 23. <u>[Signature]</u> Nombre <u>Jair Carreras</u> | 24. <u>Isabel Lago</u> Nombre <u>Laura Isabel Forero</u> |
| 25. <u>Claudia Monique A</u> Nombre <u>Claudia Monique A</u> | 26. <u>[Signature]</u> Nombre <u>David Diaz Quamio</u> |
| 27. _____ Nombre _____ | 28. _____ Nombre _____ |
| 29. _____ Nombre _____ | 30. _____ Nombre _____ |

EN CONSTANCIA DE LO ANTERIOR FIRMAN:

| | |
|---|--|
| 1. <u>Manuel Orozco</u> Nombre Manuel Antonio Orozco. | 2. <u>Samuel Pinedo Harroquin</u> Nombre Samuel Pinedo Harroquin |
| 3. <u>Juan Orlando Diaz Ortiz</u> Nombre Juan Orlando Diaz Ortiz | 4. <u>Jarby Leonardo Medina L.</u> Nombre Jarby Leonardo Medina L. |
| 5. <u>Theddy P. Cordoba</u> Nombre Theddy P. Cordoba | 6. <u>David Pachon</u> Nombre David Pachon |
| 7. <u>Daniel Rodriguez</u> Nombre Daniel Rodriguez | 8. <u>Edwin Herdan</u> Nombre Edwin Herdan |
| 9. <u>Claudia Gutierrez Tavera</u> Nombre Claudia Gutierrez Tavera | 10. <u>Daniela Anos Camargo</u> Nombre Daniela Anos Camargo |
| 11. <u>Maria Camila Rosas Diaz</u> Nombre Maria Camila Rosas Diaz | 12. <u>Ingrid Juliana Ulba Pedraza</u> Nombre Ingrid Juliana Ulba Pedraza |
| 13. <u>Eduard Alberto Rubio</u> Nombre Eduard Alberto Rubio | 14. <u>Karen Daniela Perez</u> Nombre Karen Daniela Perez |
| 15. <u>José Vidalés</u> Nombre José Vidalés | 16. <u>Sergio F. Garcia T.</u> Nombre Sergio F. Garcia T. |
| 17. <u>Miguel Urbino</u> Nombre Miguel Urbino | 18. <u>Miguel Urbino</u> Nombre Miguel Urbino |
| 19. <u>Jorge Izada</u> Nombre Jorge Izada | 20. <u>Yegana Suarez</u> Nombre Yegana Suarez |
| 21. <u>Andrés Felipe Hernandez</u> Nombre Andrés Felipe Hernandez | 22. <u>Esteban Tique</u> Nombre Esteban Tique |
| 23. <u>Jair Cárdenas</u> Nombre Jair Cárdenas | 24. <u>Isabel Forero</u> Nombre Isabel Forero |
| 25. <u>Claudia Monique A.</u> Nombre Claudia Monique A. | 26. <u>David Diaz Quamio</u> Nombre David Diaz Quamio |
| 27. _____ Nombre _____ | 28. _____ Nombre _____ |
| 29. _____ Nombre _____ | 30. _____ Nombre _____ |

Anexo 5. Charlas educativas de manejo del agua y explicación de PTAP Y PTAR, a grupos que visitan Piscilago.







