



**Manual de operación y mantenimiento para plantas de tratamiento de aguas residuales no
domésticas para vertimiento**

Jorge Iván Londoño Quintero

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Sanitario

Tutor

Álvaro Wills Toro, Ingeniero Civil

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Sanitaria
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita	(Londoño Quintero, 2023)
Referencia	Londoño Quintero, J. I. (2023). <i>Manual de operación y mantenimiento para plantas de tratamiento de aguas residuales no domésticas para vertimiento</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro Documentación Ingeniería

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Diana Carolina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar este gran logro con todo mi amor y cariño a mi madre y familia quienes han sido mi gran apoyo. Un agradecimiento muy especial a la empresa IngeAguas por tantas enseñanzas ya que con su conocimiento, disposición y acompañamiento fue fundamental para culminar mi proceso académico. Así mismo, quiero agradecer infinitamente a la Universidad de Antioquia por haber sido el centro de las más increíbles experiencias académicas

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN	8
ANTECEDENTES	9
JUSTIFICACIÓN	10
OBJETIVOS	11
MARCO TEÓRICO	12
METODOLOGÍA	15
RESULTADOS Y ANÁLISIS	19
CONCLUSIONES	23
BIBLIOGRAFÍA	24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información técnica sobre la toma de las muestras compuestas	17
Tabla 2. Resultados obtenidos.....	19
Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos en el test de jarras.....	21
Tabla 4. Resultados fisicoquímicos de Vertimiento ARnD vs Resolución 0631 de 2015.....	21

LISTA DE FIGURAS

Imagen 1. Equipos empleados en el Test de jarras realizado.....	15
Imagen 2. Procedimiento realizado en el test de jarras en EDS Nutibara.....	16
Imagen 3. Registro fotográfico de la primera prueba del test de jarras.	19
Imagen 4. Registro fotográfico de la segunda prueba del test de jarras.....	20

RESUMEN

En las estaciones de servicio (EDS) PRIMAX Mangos 1, PRIMAX Mangos 2, PRIMAX Álamos y PRIMAX Nutibara ubicadas en diferentes puntos de la ciudad de Medellín y las cuales, además de la comercialización de combustibles, están dedicadas al autolavado de vehículos, se instalaron sistemas de tratamiento para las aguas residuales generadas en el lavado con el objetivo de cumplir las normas de vertimiento al alcantarillado público.

El tratamiento de estas aguas debe realizarse teniendo en cuenta la Resolución 0631 de 2015, la cual exige el cumplimiento de valores muy específicos en los parámetros de pH, Grasas y Aceites, DBO, DQO, SSED y SST de las aguas residuales de este tipo de actividad económica para su vertimiento al alcantarillado municipal.

Para el cumplimiento de dicha norma, se instalaron plantas de tratamiento de aguas residuales no domésticas (PTARnD) con los siguientes componentes: Tanque Desarenador, Trampa de Grasas, Tanque de Homogenización y Oxidación, Unidad de Floculación y Sedimentación, y Unidades de Filtración; estos procesos logran que los parámetros de las aguas tratadas alcancen los valores permitidos.

Las PTARnD descritas necesitan ser operadas bajo protocolos de operación y mantenimiento que permitan su correcta operación y adecuada eficiencia para cumplir los objetivos de los vertimientos.

El presente proyecto pretende establecer la metodología y los recursos necesarios para la elaboración de cuatro manuales de operación y mantenimiento para las plantas de tratamiento de aguas residuales no domésticas (aguas provenientes del lavado de vehículos), las cuales se encuentran ubicadas en las EDS PRIMAX Mangos 1, PRIMAX Mangos 2, PRIMAX Álamos y PRIMAX Nutibara.

Para la elaboración del proyecto, que tuvo una duración de seis meses, se desarrollaron metodologías, protocolos y estrategias enfocadas al aprendizaje y estandarización de la operación y el mantenimiento de las PTARnD.

Palabras clave: PTARnD, tratamiento, manual, operación, mantenimiento, lavaderos de autos, normas de vertimiento.

ABSTRACT

In the service stations (EDS) PRIMAX Mangos 1, PRIMAX Mangos 2, PRIMAX Alamos and PRIMAX Nutibara located in different parts of the city of Medellin and which, in addition to the marketing of fuels, are dedicated to the car wash, treatment systems were installed for wastewater generated in the wash in order to meet the standards for discharge into the public sewer.

The treatment of this water must be carried out taking into account Resolution 0631 of 2015, which requires compliance with very specific values in the parameters of pH, Fats and Oils, DBO, DQO, SSED y SST of the wastewater from this type of economic activity for discharge to the municipal sewer.

To comply with this standard, non-domestic wastewater treatment plants (PTARnD) were installed with the following components: Desander Tank, Grease Trap, Homogenization and Oxidation Tank, Flocculation and Sedimentation Unit, and Filtration Units; these processes ensure that the parameters of the treated water reach the permitted values.

The described PTARnD need to be operated under operation and maintenance protocols that allow their correct operation and adequate efficiency to reach the objectives of the discharges.

This project aims to establish the methodology and resources necessary for the development of four operation and maintenance manuals for the non-domestic wastewater treatment plants (water from vehicle washing), which are located at the PRIMAX Mangos 1, PRIMAX Mangos 2, PRIMAX Alamos and PRIMAX Nutibara PTARnD.

For the development of the project, which is estimated to last six months, it is necessary to develop methodologies, protocols and strategies focused on learning and standardization of the operation and maintenance of the PTARnD.

Keywords: PTARnD, treatment, manual, operation, maintenance, car wash, discharge standards.

INTRODUCCIÓN

Bajo lo establecido en la resolución 0631 de 2015, los lavaderos de autos deben cumplir con valores de parámetros para el vertimiento de sus aguas residuales al alcantarillado público. Las empresas prestadoras de este servicio de lavado de vehículos requieren de tratamientos sanitarios operados por empresas externas con el fin de cumplir esta normatividad. Dentro de estas empresas se encuentra INGEAGUAS SAS, empresa que se especializa entre otras cosas, en el diseño, fabricación, instalación, operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales para vertimiento, reutilización y reúso.

Este trabajo se centró en apoyar las actividades propias de operación y mantenimiento con el fin de establecer manuales y protocolos para la correcta y adecuada operación y mantenimiento de las PTARnD instaladas en las EDS PRIMAX Mangos 1, PRIMAX Mangos 2, PRIMAX Álamos y PRIMAX Nutibara.

Un manual de operación y mantenimiento de PTARnD es un documento que contiene, de forma organizada y sistemática, toda la información relacionada con la correcta operación de cada unidad del proceso, así como las pautas necesarias para la realización de los mantenimientos tanto rutinarios como predictivos y preventivos; además de integrarse con los planes de contingencia existentes y darlos a conocer de forma clara y asertiva.

Para la elaboración de estos manuales debe establecerse una metodología práctica en la que se desarrollará el manejo adecuado para la operación y el mantenimiento de las unidades del proceso con el fin de adquirir el conocimiento y la experiencia necesaria para describir de forma lógica, coherente y organizada acorde con todos los procesos inherentes a la operación y mantenimiento asegurando un buen protocolo de ejecución de las labores asociadas al proceso de operación y mantenimiento.

Dentro de este trabajo se buscó, además, determinar la cantidad óptima de coagulante con el fin de tratar químicamente el agua proveniente de las EDS y garantizar el cumplimiento de la norma 0631 de 2015. El coagulante que se utiliza en las EDS es Policloruro de aluminio y se determinó la cantidad óptima por medio de un test de jarras.

ANTECEDENTES

A partir de la norma 0631 de 2015 se han venido estableciendo estrategias que permiten a las empresas encargadas del lavado de autos tratar las aguas provenientes de dicha actividad económica los cuales deben cumplir los parámetros establecidos en dicha norma. En las EDS funcionaba el sistema operado por la empresa INGEAGUAS para el tratamiento de las aguas residuales no domésticas provenientes del lavado de autos para su reutilización y su reúso. Debido a una propuesta de optimización del proceso, se establece cambiar el tipo de tratamiento de reutilización y reúso a vertimiento.

En la optimización del proceso se requiere generar los nuevos manuales y protocolos de operación y mantenimiento en sistemas de tratamiento para vertimiento para hacerlos más eficiente en el tiempo y garantizar el cumplimiento de las normas de vertimiento.

JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se planteó con el fin de establecer la metodología óptima de operación y mantenimiento para generar el cambio en el tipo de operación de las plantas en las EDS. Bajo los parámetros establecidos en la norma 0631 de 2015 para vertimiento, es necesario determinar cantidades óptimas de reactivos que intervienen en el tratamiento de las aguas residuales no domésticas provenientes de los lavautos para que el agua pueda ser vertida al alcantarillado público cumpliendo con dichos parámetros. Estos reactivos son peróxido de hidrógeno, PAC floculante e hipoclorito de calcio (cal deshidratada). En específico, en este proyecto se determinó la cantidad óptima del coagulante PAC por medio de un test de jarras, mientras que las cantidades de los demás reactivos ya fueron establecidos previamente por la empresa a través del mismo método de test de jarras donde se determinó que estas cantidades de químicos fueron óptimos a través del tiempo, lo cual se logró evidenciar en las pruebas de caracterización las cuales arrojaron resultados favorables para estas cantidades.

OBJETIVOS

Objetivo general

Generar manuales y protocolos de operación y mantenimiento en sistemas de tratamiento para vertimiento para hacerlos más eficiente en el tiempo y garantizar el cumplimiento de las normas de vertimiento.

Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de coagulante óptimo y la dosificación por medio test de jarras.
- Operar los sistemas de tratamiento de aguas residuales no domésticas para vertimiento.
- Realizar el mantenimiento rutinario de los sistemas de tratamiento.
- Generar informes y llenado de fichas de seguimiento a las plantas.
- Establecer un manual para cada planta de tratamiento que permita su correcta operación y mantenimiento.
- Realizar prueba de caracterización para evaluar la cantidad de reactivos óptima.

MARCO TEÓRICO

Los sistemas de tratamientos de aguas residuales no domésticas (PTARnD) son procesos necesarios para la depuración de aguas que contienen contaminantes provenientes de actividades no domésticas. Estos sistemas contribuyen al mejoramiento del aspecto ambiental y la disminución y/o conservación de impactos del recurso hídrico (Jiménez Gómez, 2021).

La contaminación natural es la contaminación causada por los restos de animales y plantas, así como minerales y sustancias que se disuelven cuando los cuerpos de agua atraviesan diferentes terrenos. Por otro lado, la contaminación artificial se produce cuando el hombre comienza a interactuar con el medio ambiente y surge de la acumulación de una población inadecuada y del crecimiento exponencial del sector industrial. Actividades tales como lavado de autos, higiene, limpieza, enfriamiento y procesos industriales generalmente utilizan grandes cantidades de agua con diferentes concentraciones de contaminantes, por lo que se deben desarrollar nuevos mecanismos para efectuar su tratamiento (Ramón, 2015).

En lo que compete a saneamiento y específicamente al tratamiento de aguas no residuales, el agua recolectada de las ciudades e industrias debe devolverse al medio ambiente en condiciones tales que no lo deteriore. Desde las últimas décadas del siglo pasado, el mundo ha venido observando con inquietud una serie de problemas relacionados con la disposición de desechos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial. Muchas veces las masas receptoras de estos desechos líquidos son incapaces de absorber y neutralizar la carga contaminante. Por este motivo, las aguas residuales antes de su descarga a los cursos y cuerpos receptores, deben recibir algún tipo de tratamiento que modifique sus condiciones iniciales (Rojas, 2002).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible tiene entre sus funciones, regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente y dictar regulaciones de carácter general tendientes a controlar y reducir la contaminación hídrica en todo el territorio nacional; para el caso de tratamiento de aguas residuales no domésticas se tiene como modelo la norma 0631 de 2015 en la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales generadas en las estaciones de servicio por el lavado de vehículos están constituidos por un tratamiento primario y secundario. A continuación, se describen los elementos y equipos que hacen parte de cada tipo de tratamiento.

Tratamiento primario

1. Unidad de filtrado simple que impide el paso de elementos de gran tamaño hacia la trampa de grasas.
2. Tanque desarenador para separar del agua las arenas, arcillas y partículas de mayor peso que el agua.
3. Trampa de grasas para separar grasas, aceites y sólidos flotantes del agua.
4. Tanque de igualación para homogenizar el agua. En éste también se realiza el proceso de oxidación de materia orgánica y metales pesados disueltos.

Tratamiento secundario

1. Unidad de bombeo sumergible instalada dentro del tanque de igualación para suministro al sistema de tratamiento secundario.
2. Bombas dosificadoras para suministro de los químicos (oxidante, neutralizante y coagulante) con sus respectivos tanques de disolución.
3. Unidad de Floculación en manto de lodos y Sedimentación de alta tasa en paneles tipo colmena (FSML) que mediante un proceso fisicoquímico permite la desestabilización eléctrica de las partículas, la formación y retención del floc.
4. Tanque de recepción y trasiego de aguas clarificadas hacia las unidades de filtración.
5. Unidad de bombeo para alimentación a las unidades de filtración.
6. Unidad de filtración especializada en lechos mixtos de remoción de sólidos disueltos remanentes del tanque de trasiego.
7. Tablero eléctrico para protección, automatización y control de los equipos eléctricos.
8. Lechos de secado para deshidratación y compactación de los lodos provenientes del tanque floculador.

Para realizar este tratamiento es necesario caracterizar el agua y realizar un test de jarras para determinar las cantidades de reactivos que deben utilizarse en el proceso.

Test de jarras

El test de jarras es uno de los más importantes en el control del proceso de coagulación química de aguas y requiere como datos previos mínimos los valores de pH, turbiedad, color y alcalinidad del agua cruda; en esta prueba se utilizan variaciones en la dosis del coagulante en cada jarra (generalmente se usan equipos de seis jarras), permitiendo la reducción de los coloides en suspensión y materia orgánica a través del proceso de floculación; es decir, simula los procesos unitarios de coagulación, floculación y sedimentación, permitiendo además realizar el ajuste en el

pH de cada muestra hasta llegar a los valores en los que la floculación alcanza sus mejores resultados, los cuales dependerán del tipo de reactivo a utilizar, aunque generalmente se maneja un pH entre 7,3 a 7,6 (Fúquene & Yate, 2018).

METODOLOGÍA

Obtención de información primaria

La información primaria fue obtenida por medio de la operación diaria y el mantenimiento rutinario de las EDS donde se recolectaron los datos del gasto diario de reactivos como el PAC, el peróxido de hidrógeno y el cloruro de calcio. Con este procedimiento se logró medir la efectividad de las cantidades establecidas en el test de jarras. Adicional al test de jarras, se realizó una prueba de caracterización del efluente con el fin de determinar el tipo de agua a tratar.

Test de jarras

Para determinar la cantidad de producto químico que se necesita para tratar el efluente se desarrollaron las pruebas de caracterización por medio del Test de jarras. En este test se determinó la eficiencia de remoción de los parámetros de interés para los procesos físicos y químicos, usando el reactivo en distintas concentraciones en el agua a tratar.

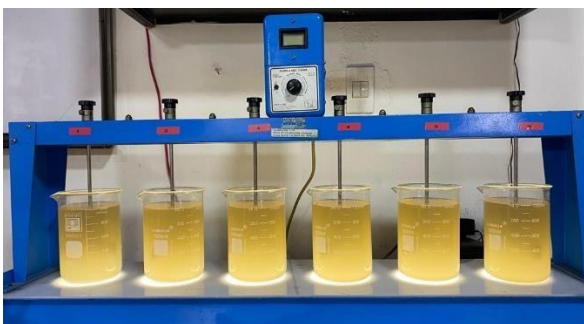


Imagen 1. Equipos empleados en el Test de jarras realizado.

Para tratar el efluente se pretende encontrar la dosis adecuada del coagulante que tiene como finalidad remover los sólidos, suavizar y clarificar el agua, como también hacer más espesos los lodos y deshidratar los sólidos.

Todas las muestras se evalúan a un pH neutro (pH=7,5) para ello se usa CAL HIDRATADA TIPO N, en este caso, el agua a tratar tiene un pH óptimo (pH=7,2) por ende, no fue necesario regularlo con ayuda de Cal.

A continuación, se presenta el procedimiento empleado para el desarrollo del test de jarras en la EDS Nutibara.

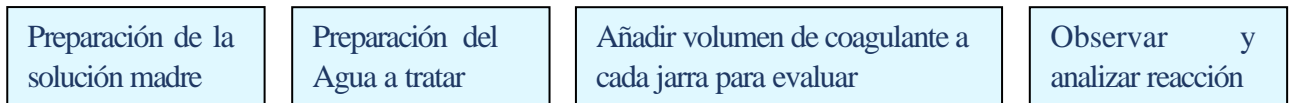


Imagen 2. Procedimiento realizado en el test de jarras en EDS Nutibara.

Desarrollo del test de jarras

En la prueba realizada en el test de jarras se usó Policloruro de aluminio, tomando distintos volúmenes para ser evaluados con el siguiente procedimiento matemático

$$\begin{aligned} & \text{Concentración base: } 60 \text{ mg/mL} \\ x &= \frac{60 \text{ mg} \times 100 \text{ mL}}{1 \text{ mL}} = 6000 \text{ mg para los } 100 \text{ mL.} \end{aligned}$$

Para determinar la cantidad del PAC,

$$6000 \text{ mg PAC} \times \frac{1 \text{ mL}}{1,3 \text{ g PAC}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 4,6 \text{ mL PAC}$$

De acuerdo con los cálculos, se determinan las siguientes cantidades

$$\begin{aligned} \text{PAC: } & 4,6 \text{ mL} \\ \text{Agua: } & 100 \text{ mL} \end{aligned}$$

Prueba de caracterización

Con el fin de probar la efectividad del test de jarra se establece la siguiente metodología para realizar la prueba de caracterización.

Caracterización de la muestra

Las muestras de aguas residuales no domésticas que se tomaron fueron de carácter compuesta, es decir, una combinación de muestras individuales tomadas en intervalos de tiempo

determinado, con el fin de minimizar el efecto de las variaciones puntuales de la concentración de las muestras analizadas.

El volumen de las submuestras individuales que componen la muestra compuesta fue estimado de acuerdo con el caudal al momento de extracción de la muestra según la siguiente ecuación

$$V_i = \frac{Q_i \times V}{Q_p \times n}$$

Donde,

V_i : Volumen de cada alícuota (mL)

Q_i : Caudal instantáneo (L/s)

Q_p : Caudal promedio durante la jornada de monitoreo (L/s)

V : Volumen de la muestra total a componer (mL)

n : Número de muestras o alícuotas tomadas

Para el punto de monitoreo programado, se tomó una muestra cada veinte (20) minutos durante veinticuatro (24) horas, para un total de setenta y tres (73) alícuotas, de las cuales se registró caudal en veinticuatro (24) alícuotas.

La tabla 1 muestra los volúmenes de las muestras recolectadas y número de alícuotas recolectadas, además de información técnica sobre el muestreo.

Tabla 1. Información técnica sobre la toma de las muestras compuestas.

ID	Instalación	Tipo de aforo	Tipo de muestra	Volumen de la muestra compuesta (mL)	Número de alícuotas
PM-125-01	Vertimiento ARnD	Volumétrico	Compuesta	16.9	24

Descripción del punto de muestreo o de las muestras

Durante la jornada de monitoreo las muestras presentaron las siguientes características: agua clara sin presencia de sólidos en suspensión y con poca presencia de espuma. Se midieron variables *in situ* como: Caudal, pH y temperatura; para la medición de caudal se empleó el método de aforo volumétrico, los parámetros pH y temperatura fueron medidos con equipos multiparamétricos. Los valores mínimos y máximos obtenidos para cada parámetro fueron: Caudal (0,000 - 0,215 L/s), pH (6,50 – 7,08 Unidades de pH) y Temperatura (19,9 – 22,8 °C).

Obtención de información secundaria

La información secundaria fue obtenida por medio de la revisión de los manuales de operación que ya tenía la empresa, se obtuvo apoyo de la literatura disponible y además de las capacitaciones dirigidas por la empresa.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Test de jarras

A continuación, se reportan los resultados que se obtuvieron con el test de jarras y que sirvió para la determinación del coagulante PAC en la EDS PRIMAX Nutibara; la tabla 2 muestra los resultados de las dos pruebas de test de jarras realizadas.

Tabla 2. Resultados obtenidos

PRUEBA	JARRA	PPM	mL de solución Madre	Calificación	pH
1	1	120	2	4	6,82
	2	180	3	4	6,66
	3	240	4	4	6,60
	4	300	5	5	6,55
	5	360	6	5	6,49
	6	420	7	5	6,46

Registro
fotográfico
:

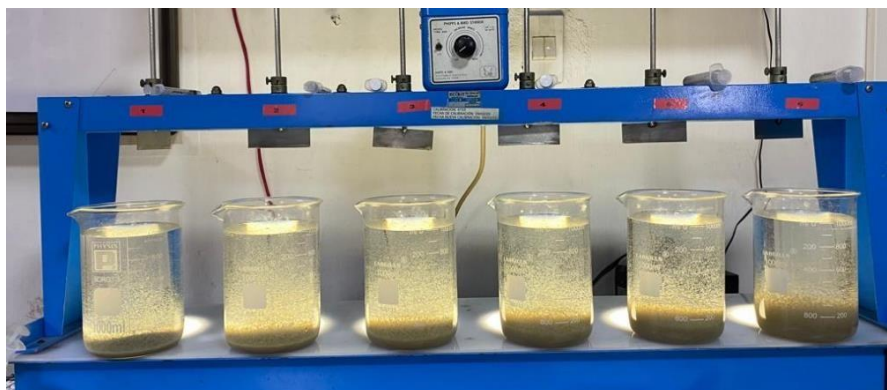


Imagen 3. Registro fotográfico de la primera prueba del test de jarras.

2	1	15	0,25	1	6,94
	2	30	0,5	4	6,93
	3	60	1	5	6,92
	4	90	1,5	4,5	6,89

5	120	2	4,5	6,84
6	150	2,5	3,5	6,82

Registro
fotográfico



Imagen 4. Registro fotográfico de la segunda prueba del test de jarras.

Los resultados del test de jarras apuntan que el PAC coagulante presentó resultados favorables en los rangos de concentración establecidos en la primera prueba, dado que en todas las concentraciones arrojó óptimos resultados, procediendo a realizar la segunda prueba donde las concentraciones son menores. De lo anterior, el mejor rango fue de 90 a 150 ppm; esto se justifica de manera visual ya que se observa la formación de floc en la etapa de cinética y precipitado en la etapa de sedimentación, esto conlleva a establecer mejoría en el color y la turbiedad del efluente, por ende, se toma la concentración del PAC (120ppm) para conservar el rango de eficiencia tanto superior como inferior, a estas concentraciones se estima el uso adecuado de este coagulante.

Finalmente se calcula la cantidad de PAC coagulante que debe ser agregado al tambor de suministro de la bomba dosificadora, teniendo en cuenta un caudal de diseño de la planta de $0.2 \frac{L}{s}$

$$120 \frac{mg}{L} \times 0.2 \frac{L}{s} \times \frac{1 g}{1000 mg} \times \frac{1 mL}{1.3 g} \times 86400 \frac{s}{día} = 1595 \frac{mL}{día}$$

El caudal de la bomba dosificadora se calcula teniendo en cuenta un volumen total del tambor de 60 L que debe ser suministrado en un tiempo de 24 horas.

$$Q = \frac{60 L}{24 h} \times \frac{1 h}{3600 s} \times \frac{1000 mL}{1 L} = 0,7 \frac{mL}{s}$$

La tabla 3 muestra un resumen de los resultados obtenidos después de realizar el test de jarras.

Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos en el test de jarras.

Reactivo	Producto	Volumen de reactivo	Volumen de agua	Caudal de la bomba dosificadora
Coagulante	Policloruro de aluminio (PAC)	1.6 L	60 L	0.7 mL/s

Prueba de caracterización

Se hace el análisis con base en la Resolución 0631 de 2015, la cual establece los parámetros y los valores máximos permisibles para los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales, a los sistemas de alcantarillados públicos y se dictan otras disposiciones (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2015). La Resolución mencionada tiene una vigencia a partir del 01 de enero de 2016.

Dicha comparación se realiza con los valores referenciados en el Capítulo VII en su artículo 15: “Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficial”, y con las indicaciones dadas en el Capítulo VIII en su artículo 16: “Vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas al alcantarillado público” (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

En la Tabla 13 se presentan la comparación con la Resolución 0631 de 2015 con los valores obtenidos en los laboratorios y en campo de las aguas residuales no domésticas vertidas al alcantarillado público provenientes de los lavautos. Se evidencia que todos los parámetros cumplen con los rangos establecido con la Resolución 0631 para el tipo de vertimiento.

Tabla 4. Resultados fisicoquímicos de Vertimiento ARnD vs Resolución 0631 de 2015.

Variabes	Unidades	Valores registrados	Valor máximo permisible	Nuevo límite	Comparación
Temperatura	°C	22.8	40	39.9	Inferior al límite permisible
pH	unidades de pH	7.08 - 6.5	6.00 a 9.00	6.27 - 8.7	Dentro del rango permisible
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	82.6	150.0	144.16	Inferior al límite permisible

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L O ₂	34	50.0	48.62	Inferior al límite permisible
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	9	50.0	49.35	Inferior al límite permisible
Sólidos sedimentables (SSED)	ml/L-h	0.1	1.0	0.99	Inferior al límite permisible
Grasas y aceites	mg/L	2.64	10.0	9.74	Inferior al límite permisible
Compuesto semivolátiles fenólicos	mg/L	<0.01 0	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Analizado y reportado
Fenoles totales	mg/L	<0.01 0	0.2	0.2	Inferior al límite permisible
Formaldehidos	mg/L	<0.05 0	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Analizado y reportado
Hidrocarburos totales (HTP)	mg/L	2.51	10	9.79	Inferior al límite permisible

Tras analizar los valores de pH, DBO, DQO, SST, SSED, HTP, grasas y aceites obtenidos del muestreo de la prueba de caracterización y sabiendo que dichos valores están dentro de la norma, que en este caso se cumple, esto indica que la cantidad de reactivos determinados en el test de jarras fueron las más adecuadas para el tratamiento.

CONCLUSION

Se puede concluir que las cantidades de los reactivos obtenidos con el test de jarras y los cuales fueron utilizados en el tratamiento de las aguas provenientes del lavado de autos (PAC, peróxido de hidrógeno y cloruro de calcio), fueron los más eficientes para dicho procedimiento, ya que al hacer las pruebas pertinentes de caracterización se encontró que estas aguas cumplen con lo establecido por la norma. para el tratamiento de las aguas residuales no domesticas provenientes de los lavaderos de autos. La operación diaria y el mantenimiento rutinario de las plantas permiten obtener el conocimiento práctico para la elaboración de manuales y protocolos de operación de las plantas de tratamiento de agua residual no doméstica.

BIBLIOGRAFÍA

- Fúquene, D. M., & Yate, A. V. (2018). Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales. *ECAPMA*.
- Jiménez Gómez, A. P. (2021). Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para un lavadero de carros de carga pesada en el área metropolitana de Bucaramanga. *Repositorio institucional RI-UTS*.
- Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible. (2015). *Resolución 0631*. Colombia. Territorio Nacional.
- Ramón, J. L. (2015). Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Revista Mutis*, 46-54.
- Rojas, R. (2002). Conferencia Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (págs. 1-20). Curso Internacional: Organización Panamericana de la Salud.