

## **DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA EMPRESA ASISERVY S.A. Y SU REUTILIZACIÓN EN CULTIVOS DE TIPO ASOCIATIVO EN EL SECTOR PARQUE DEL ATÚN DEL CANTÓN JARAMIJÓ**

### **DESIGN OF A WASTEWATER TREATMENT SYSTEM FOR THE COMPANY ASISERVY S.A. AND ITS REUSE IN ASSOCIATIVE TYPE CROPS IN THE CANTON JARAMIJÓ TUNA PARK SECTOR**

Mayorga-Solís Daniel Javier <sup>1\*</sup>; Cárdenas-Reyes Elizalde Exequiel <sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Centro de Estudios de Posgrado,  
Investigación, Relaciones y Cooperación Internacional. Manta – Ecuador.

**\*Correo:** danijavierms@gmail.com

#### **RESUMEN**

El presente trabajo, está orientado al diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la reducción de desinfectantes clorados, detergentes, aceites y grasas en la empresa ASISERVY S.A. y su reutilización en cultivos de tipo asociativo, para lo cual fue necesario realizar toma de muestras y análisis de laboratorio de las aguas provenientes de cada una de las fases del proceso actual de tratamiento para ser comparados con los parámetros permitidos de descarga y para uso en riego. En base a ello, se realizó un análisis de los datos obtenidos con el fin de determinar el sistema de tratamiento de aguas residuales que se ajuste a las condiciones actuales de la empresa. Mediante las pruebas físico-químicas de laboratorio realizadas, se determinó que la dosificación de químicos floculantes y coagulantes produjeron un 2,33% de remoción de contaminantes usando floculante aniónico y un 0,76% con floculante catiónico. El efluente fue analizado luego de la aplicación del tratamiento físico – químico comprobando que contribuye a la disminución efectiva de parámetros y permitió optimizar la remoción de contaminantes generados, encontrándose dentro de los rangos establecidos por la Legislación ambiental. En base al mejoramiento y la reestructuración de los procesos se dimensionó y se estableció el diseño de la Planta de Tratamiento.

**Palabras clave:** Sistema de tratamientos, físicos, químicos, parámetros.

#### **ABSTRACT**

This work is aimed at the design of a wastewater treatment system for the reduction of chlorinated disinfectants, detergents, oils, and fats in the company ASISERVY S.A. and its reuse in associative-type crops, for which it was necessary to carry out sampling and laboratory analysis of the water from each of the phases of the current treatment process to be compared with the allowed discharge parameters and for use in irrigation. Based on this, an analysis of the data obtained was carried out to determine the wastewater treatment system that meets the current conditions of the company. Through the physical-chemical laboratory tests carried out, it was determined that the dosage of flocculants and coagulants produced a 2.33% removal of contaminants using anionic flocculant and 0.76% with cationic flocculant. The effluent was analyzed after the application of the physical-chemical treatment, verifying that it contributes to the effective reduction of parameters and allowed optimizing the removal of pollutants generated, being within the ranges established by the environmental legislation. Based on the improvement and restructuring of the processes, the design of the Treatment Plant was dimensioned and established.

**Keywords:** Treatment system, physical, chemical, parameters.

## 1. INTRODUCCIÓN

El tratamiento de aguas residuales es visto como un gasto dentro de la empresa, pero se pretende convertir en una inversión que permita recuperar el recurso agua que se está contaminando y obtener el retorno económico mediante una correcta planificación, acción, revisión y mejora continua de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales con la correcta Gestión Ambiental, mediante una correcta planificación, acción, revisión y mejora continua del mismo.

La Gestión Ambiental en la empresa ASISERVY S.A se concibe entonces como un proceso de interés a largo plazo en el que se busca prever y resolver las problemáticas ambientales, así como mantener y fortalecer potencialidades hacia un desarrollo sostenible, proponiendo para ello, el uso racional de recursos y un ambiente saludable.

En el 2016 las Naciones Unidas en su informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo manifiesta que a medida que avanzan la tecnología industrial y la comprensión del papel esencial del agua en la economía, aumentan las tensiones ambientales a que se somete dicho recurso, la industria va tomando medidas para reducir el consumo de agua por unidad producida, mejorando de esta forma la productividad del agua industrial. E indica que el derecho al agua potable y al saneamiento es un requisito indispensable e integral para la consecución de otros derechos humanos, sobre todo el derecho a la vida y a la dignidad, a una alimentación y a una vivienda adecuada, así como el derecho a la salud y al bienestar, incluido el derecho a unas condiciones laborales y ambientales saludables. (Unesco, 2016).

La producción industrial a nivel mundial aporta beneficios económicos, pero es también una importante fuente de contaminación. Se ha incrementado de manera acelerada el desarrollo en el sector, lo que ha aportado en la emisión de sustancias contaminantes al ambiente.

La empresa ASISERVY S.A, pese a ser una de las principales empresas atuneras en la ciudad, tiene un sistema de tratamiento de sus aguas residuales muy deficiente, lo que le repercutirá en un futuro a tener sanciones por verter

aguas residuales al medio ambiente contaminando a las reservas de agua del subsuelo.

El agua residual puede definirse como agua de composición variada de líquidos y residuos sólidos que provienen del sistema de abastecimiento de una población y que ha sido modificada debido a diversos usos en actividades como: domésticas, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, entre otros. Debido a la naturaleza de las aguas residuales al momento de su descarga, no pueden ser reutilizadas en los procesos que las generó, al ser vertidas en varios cuerpos receptores sin un tratamiento previo pueden implicar una alteración de los ecosistemas terrestres y acuáticos o incluso afectar a la salud humana. (Arce A., 2001).

El agua de calidad para satisfacer las necesidades humanas es un recurso cada vez más escaso, y su posesión constituye un factor esencial de civilización, de lo que da testimonio la historia de los asentamientos de la humanidad. La existencia de vertidos líquidos urbanos e industriales, con poca o nula depuración, que alcanzan cursos superficiales de agua y acuíferos, junto a depósitos de residuos sólidos urbanos o industriales no controlados y las aportaciones, poco racionales a veces, de fertilizantes y fitosanitarios en agricultura, provocan una contaminación artificial de las aguas que agrava significativamente su carencia con una importante pérdida de calidad". (Pérez, 2003).

El agua es el principal recurso ambiental para la ecología mundial y toda la biodiversidad, pues este recurso ambiental es un elemento esencial para la existencia y trascendencia de la vida y por ello la variable ambiental con su amplitud ecológica debe insertarse como el eje transversal para el desarrollo socio-económico-cultural de las poblaciones humanas. Además del agua la mayor parte de los recursos naturales, pueden ser renovables, al poder mantener su carácter circulante, dependiendo del manejo que se haga de los mismos. (Hernández, 2016).

## **2. METODOLOGÍA**

El presente trabajo fue de tipo básico-aplicado, en virtud de que se realizaron muestreos en diferentes partes de la planta orientado al logro de objetivos del proyecto, se aplicó investigación de campo pues consistió en un estudio sistemático de la empresa en donde su principal problema es la descarga del efluente sin tratamiento al medio ambiente. La investigación bibliográfica permitió conocer, comparar, ampliar, profundizar diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre el tema en estudio.

Es importante indicar que la investigación de contenidos en lo que compete al tema diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la reducción de desinfectantes clorados, detergentes, aceites y grasas en la empresa ASISERVY S. A. sector Jaramijó, están basados en documentos disponibles en páginas web, libros u obras de evaluación de proyectos, toma de decisiones, entre otras fuentes de información.

### **2.1. Bibliográfica**

La investigación bibliográfica, se aplica para poder encontrar respuestas a problema que está siendo objeto de estudio, a través de la indagación en documentos, dichos documentos pueden ser libros, publicación de revistas o periódicos, folletos, estadísticas, cuerpos legales, y todos aquellos documentos que el hombre haya dejado plasmado en escritos no solo físicos, sino que también en medios electrónicos. (Baena, P., 2015).

### **2.2. Técnicas de investigación**

Las técnicas de investigación conducen al investigador a la obtención de datos para la verificación del problema objeto de estudio. Mediante las técnicas el investigador podrá obtener toda la información necesaria para poder desarrollar su investigación de manera en que se satisfaga su necesidad de investigar. La aplicación de técnicas es de mucha importancia en toda investigación pues según Behar (2013).

Se emplearon para la recopilación de información en esta investigación fueron: La experimentación, la observación y análisis.

### **2.2.1. Experimentación**

La presente investigación estuvo orientada a esta técnica, debido a la toma de muestras y realización de análisis de laboratorio, que permitieron el logro de los objetivos planteados, así como también de la hipótesis.

### **2.2.2. Observación**

Es una técnica de recolección de datos que permite obtener y analizar información sobre un hecho que tiene relación con la problemática de la investigación. En esta técnica, el investigador registra lo observado, no hace ningún tipo preguntas a los individuos, que le permitan obtener los datos necesarios para el estudio del problema. (Monasterio, 2014).

Esta técnica fue el instrumento fundamental de todo el proceso investigativo; sirviendo de apoyo para la obtención de información relevante, que fue utilizada para su posterior análisis.

La recolección de la información final se realizó utilizando los métodos Descriptivos y Analíticos, manifestado mediante tablas con los resultados obtenidos.

## **2.3. Tipo de investigación**

### **2.3.1. Descriptiva**

También denominada investigación diagnóstica, consiste en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más fundamentales o diferenciadores (Morales, 2014). De este modo este tipo de investigación orienta y permite conocer a través de la descripción situaciones y hechos del tema en cuestión.

### **2.3.2. Analítica**

Según Ackerman & Com (2013), el método analítico es dividir en partes simples esa totalidad, hasta que cada parte se vuelva clara y evidente. (Pág. 20). Que se relaciona a lo dicho por los autores Lopera, Ramírez, Zuluaga & Ortiz en su

revista crítica (2010), el método analítico es un camino para llegar a un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos (p. 4)

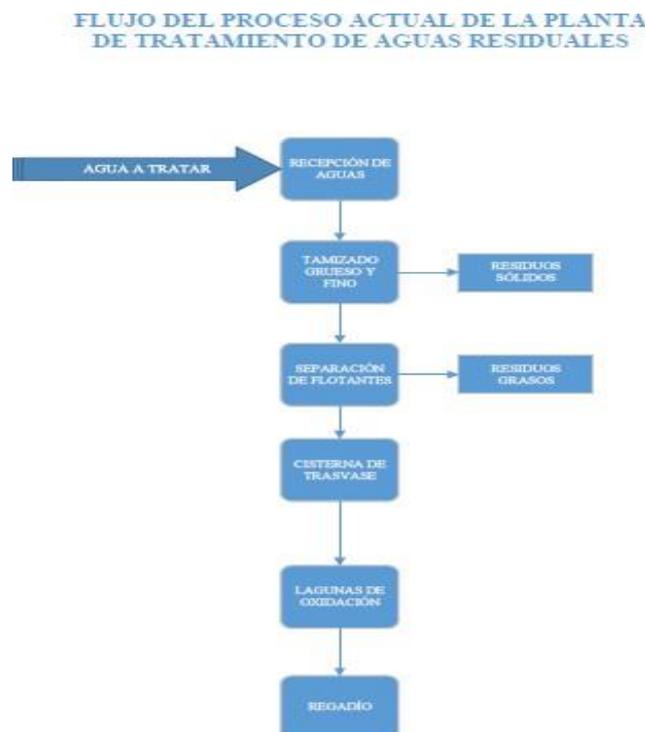
### 2.3.3. Análisis

Se analizó la información, así como también los conjuntos de métodos y técnicas de investigación aplicados, destinados a facilitar la descripción e interpretación sistemática de los componentes semánticos y formales de todo tipo de recomendación, y la formulación de inferencias válidas acerca de los datos reunidos.

### 2.4. Situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales

Los efluentes generados en los procesos de la planta industrial ASISERVY, son llevados mediante un sistema de bombeo hacia un sistema de lagunaje. La empresa cuenta con 2 piscinas que son utilizadas como reservorio de tránsito, una tercera piscina donde se realiza un tratamiento biológico incompleto, y una cuarta piscina de reposo y direccionamiento de agua para regadío que no cumplen ciertos parámetros ambientales.

**Figura N° 1.** Flujo actual de la planta de tratamiento de aguas residuales.



**Elaborador por:** Autores.

## 2.5. Procedimientos

### 2.5.1. Toma de muestras

Se realizó el muestreo en la laguna de oxidación 3, donde se efectuó un proceso biológico sin aireación y en la piscina 4 en donde se almacena el agua para su descarga. El tiempo de residencia del agua en las lagunas de oxidación con el tratamiento actual de la planta supera los 3 días, por ello se analizó sus parámetros a través de un muestreo simple en cada una de ellas ya que no existe variación en su composición.

### 2.5.2. Caracterización de las aguas residuales de la planta.

La caracterización de las aguas inició con el análisis de laboratorio físico, químico y microbiológico de las aguas determinando los parámetros de su composición: Grasas y aceites, metales pesados, TDS, SST, pH, Temperatura, cloruros, nitratos, conductividad, huevos de parásitos y coliformes fecales. Haciendo uso de los siguientes materiales y equipos:

- Pipeta volumétrica de 1ml.
- Pinzas y soportes universales.
- Termómetro.
- Colorímetro DR890.
- Multiparámetro: pH – Conductividad.
- Balanza analítica.
- Banco para prueba de jarras.
- Recipientes plásticos.

**Tabla N° 1.** Donde se obtuvo los siguientes resultados:  
Resultados de análisis físico –químico del agua residual VS Criterios basados en las tablas 3 y 4 respectivamente del anexo uno del acuerdo ministerial 061 del Tulsma.

PARAMETRO	UNDS	MUESTRA PISCINA 3	MUESTRA PISCINA 4	VALORES DE REFERENCIA
Conductividad	mMHO S/cm	9,60	9,57	>3,0 GR=Severo
Boro	mg/l	1,40	1,50	0,7-3,0 GR=Ligero moderado
Índice sar	-	33.8	3,8	1,2 GR= Ninguno

Cloruros	meq/l	68,41	58,60	> 10,0 GR= Severo
N-nitratos	mg/l	1,10	12,40	5,0 - 30,0 GR= Ligero moderado
Bicarbonatos	meq/l	16,64	34,77	>8,5 GR= Severo
pH	Unds de ph	8,29	8,08	6,5 - 8,4 GR=Ligero moderado
Sólidos totales disueltos	mg/l	6385,00	6699,0	>2000 GR= Severo
Sodio	meq/l	69,29	27,71	>9 GR= Severo

**Elaborador por:** Autores.

**Tabla N° 2.** Resultados de microbiológico del agua residual VS Criterios basados en las tablas 3 y 4 del anexo uno del acuerdo ministerial 061 del Tulsma.

Parámetro	Unidades	Muestra piscina 3	Muestra piscina 4	Valores de referencia
Coliformes fecales	NMP/100 ml	<1.8	<1.8	1000
Huevos de parásitos	AUS/PRES	Ausencia	Ausencia	AUSENCIA

**Elaborador por:** Autores.

**Tabla N°3.** Resultados de análisis físico –químico del agua residual VS Criterios basados en las tablas 3 y 4 respectivamente del anexo uno del acuerdo ministerial 061 del Tulsma.

PARAMETRO	UNIDADES	MUESTRA PISCINA 3	MUESTRA PISCINA 4	VALORES DE REFERENCIA
Aceites y grasas	mg/l	27,00	<20	AUSENCIA
Aluminio	mg/l	<0,50	<0,50	5,0
Arsénico	mg/l	0,01	0,007	0,1
Berilio	mg/l	<0,10	<0,10	0,1
Boro	mg/l	0,50	0,60	0,75
Cadmio	mg/l	<0,01	0,02	0,05
Cobalto	mg/l	<0,01	<0,01	0,01
Cobre	mg/l	<0,20	<0,20	0,2
Cromo vi	mg/l	<0,05	0,06	0,1
Fluoruros	mg/l	<0,20	0,30	1,0
Hierro	mg/l	0,40	1,04	5,0
Manganeso	mg/l	<0,08	<0,80	0,2
Materia flotante	-	Presencia	Ausencia	AUSENCIA
Mercurio	mg/l	<0,0004	<0,0004	0,0001
N-nitritos	mg/l	0,02	0,02	0,5
Níquel	mg/l	<0,10	<0,10	0,2
Oxígeno disuelto	mg/l	3,37	5,03	3
Eh	Uds. de pH	9,19	8,09	6 a 9
Plomo	mg/l	<0,40	<0,40	5,0
Sulfatos	mg/l	105,98	16,45	250
Zinc	mg/l	<0,50	<0,50	2,0

**Elaborador por:** Autores.

De acuerdo con los resultados obtenidos (Ver tablas 1, 2 y 3) de los análisis microbiológicos realizados a las muestras, se evidenció parámetros que se encuentran fuera del límite permitido por la ley ambiental. A partir de los resultados presentados y bajo las condiciones actuales de trabajo, se realizó la respectiva evaluación en función al nivel de grasa (Ver Tabla 4) y a la aportación de sólidos suspendidos del agua final para minimizar problemas de saturación de suelos como elementos macronutrientes, y se evaluó en función a la conductividad o al nivel de cloruros presentes en el sistema como elementos micronutrientes. (Ver Tabla 5)

**Tabla N° 4.** Nivel de grasas de las muestras.

Parámetro	Unidad	Resultado de la muestra piscina 3	Resultado de la muestra piscina 4
Aceite y grasas	mg/l	<20	27

**Elaborador por:** Autores.

**Tabla N° 5.** Nivel de conductividad e índice sar de las muestras.

Parámetro	Unidad	Resultado de la muestra piscina 3	Resultado de la muestra piscina 4
Conductividad	mMHOS/cm	9,57	9,6
Índice Sar	-	3,8	33,8

**Elaborador por:** Autores.

En base a los datos de las tablas 4 y 5 se realizó pruebas para determinar la aplicación del tratamiento a seguir incluyendo la toma de muestra en la cisterna de captación adicionando los datos de los sólidos suspendidos. Empleándose los siguientes reactivos: Solución buffer pH 4.01, 7 y 10 para calibración de pH metro, sulfato de aluminio líquido, coagulante orgánico, floculante aniónico y floculante catiónico, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla N° 6.** Análisis físico – químico de las aguas residuales.

Muestras	Densidad	pH	Conductividad	Sólidos suspendidos
Agua cruda	1	6,8	13,86	2000
Laguna 3	1	8,1	9,76	900
Laguna 4	1,002	8,4	7,48	200

**Elaborador por:** Autores.

Para determinar en qué etapa del tratamiento se podía usar un proceso físico-químico que disminuya los niveles fuera de parámetros permitidos, se realizó el test de jarras.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En situaciones críticas de estrés hídrico, el uso de agua regenerada debe considerarse como una opción. En dicho caso, la inacción, un escenario “sin proyecto”, implicará costos que irán aumentando con el tiempo, mientras que las soluciones alternativas, como trasvases de urgencia, pueden tener grandes costos por sí solas. Rechazar la opción de la reutilización podría ser muy costoso en dichas situaciones. (Winpenny, 2013)

El agua es un recurso caracterizado por ser renovable, sin embargo, actualmente por la importancia que tiene en las actividades domésticas, industriales y agrícolas, es necesario que pueda ser tratada para ser aprovechada nuevamente. Las Naciones Unidas en su informe sobre “El Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo.

Propone como uno de sus desafíos, el de promover una industria más limpia en beneficio de todos, ya que el crecimiento industrial es constante y el agua es uno de sus recursos básicos para el desarrollo normal de sus procesos.

La contaminación es la acumulación de sustancias en un medio natural, las cuales son el resultado de las actividades humanas que ocasiona efectos negativos en los ecosistemas afectados, la cual ha venido tomando gran importancia a medida que se va conociendo el grave impacto en el medio ambiente. (Díaz, 2016).

Debido a ello, se han buscado nuevas alternativas para reducir la contaminación mediante sistemas de tratamiento de aguas.

Esta evolución se ha dado particularmente en los países desarrollados. En este momento, la regeneración y reutilización de las aguas residuales cobran un papel de gran importancia, pues además de solucionar el problema de contaminación, permiten aumentar la disponibilidad de agua. (Arnáiz, 2013)

#### **4. CONCLUSIONES**

La determinación de las características físico-químicas de las aguas residuales mediante la medición de parámetros en el laboratorio, permitió establecer las pruebas de tratabilidad para identificar el sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la planta industrial ASISERVY S.A y que contribuyeron al dimensionamiento de la planta de tratamiento.

En las pruebas físico-químicas de laboratorio se dosificó floculantes y coagulantes químicos en las aguas residuales para su tratamiento produciendo un 2,33% de remoción de contaminantes usando floculante aniónico y un 0,76% con floculante catiónico.

El tratamiento de aguas residuales a escala en el laboratorio mediante un proceso físico – químico permitió determinar que los parámetros son aptos para la reutilización de las aguas tratadas en el riego de cultivos de tipo asociativo de acuerdo con valores referenciales establecidos por la Ley ambiental.

#### **REFERENCIAS**

- Ackerman, S. E., & Com, S. L. (2013). Metodología de la investigación. Buenos Aires.: Ediciones del Aula Taller.
- Arce A., C. C. (2001). Fundamentos Técnicos para el Muestreo y Análisis de Aguas Residuales. Médico DF.: Instituto Mexicano de Tecnología del agua.
- Arnálz, C. (2013). Reutilización de Aguas Residuales. Aplicación al riego de campos de Golf. Andalucía.
- Baena, P., G. (2015). Metodología de la investigación. México: Grupo Editorial Patria.
- Behar, D. S. (2013). Metodología de la Investigación. Editorial Shalom.
- Unesco. (2016). Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. París.
- Díaz, J. R. (2016). Diseño de un Sistema de Tratamiento y Reutilización del Agua de la Lavadora Aplicado a los Hogares de Bogotá. Bogotá.

Hernández, H. E. (07 de abril de 2016). Slideshare. Obtenido de <https://es.slideshare.net/edgarhernandez331/filosofa-del-agua>

Lopera, E. J., Ramírez, G. C., Zuluaga, A. M., & Ortiz, V. J. (2010). El método analítico como método natural. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas.*, Vol. 25.

Monasterio, I. (09 de marzo de 2014). SlideShare. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/Ingermar/la-observacin-cuestionario-y-entrevista>

Morales, F. (2014). Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa.

Pérez, J. (2003). *Depuración y Reutilización de Aguas Residuales para Riego. España: Estación Experimental de Cajamar "Las Palmerillas".*

Winpenny, J. H. (2013). *Reutilización del Agua en la Agricultura: ¿Beneficio para todos?* Roma: Oficina Regional de la FAO para América Latina.