



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL  
SISTEMA DE FILTRADO AUTOMÁTICO EN  
UNACEM-VILLA MARÍA DEL TRIUNFO-2017**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**RAMIREZ GUILLEN, Lesli Karolin Yda**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA – PERÚ**

**2017**

**DEDICATORIA**

A mi familia y en especial a mi madre  
quien es la que me empuja a cumplir  
con mis metas propuestas.

La autora

**AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme salud y sabiduría.

A mi familia, por ser mi impulso.

Al representante de UNACEMS.A.C. por permitirme realizar la investigación en la Planta de tratamiento de aguas residuales.

A la Universidad por brindarme los conocimientos esenciales para el desarrollo de mi carrera.

La autora

- CARÁTULA.....	i
- DEDICATORIA.....	ii
- AGRADECIMIENTO.....	iii
- ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
- ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
- ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
- RESUMEN.....	viii
- ABSTRACT.....	ix
- INTRODUCCIÓN.....	x
<b>- CAPÍTULO I.....</b>	<b>12</b>
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
1.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2.1 Problema general.....	13
1.2.2. Problemas específicos.....	14
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.3.1 Objetivo general.....	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.5. IMPORTANCIA.....	15
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>16</b>
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>16</b>
2.1. MARCO REFERENCIAL.....	16
2.1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
2.2. MARCO LEGAL.....	20

2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	44
2.4.	MARCO TEÓRICO.....	48
	2.4.1 SISTEMA DE FILTRADO AUTOMÁTICO.....	48
	2.4.1.1 Operatividad.....	48
	2.4.1.2. Ventajas.....	49
	2.4.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	49
	2.4.2.1. PRE-TRATAMIENTO.....	49
	2.4.2.2.    TRATAMIENTO PRIMARIO.....	50
	2.4.2.3.    TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	51
	2.4.2.4.    TRATAMIENTO TERCARIO.....	52
	2.4.2.5.    TRATAMIENTO DE LODOS.....	52
	<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>54</b>
<b>3.</b>	<b>FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>54</b>
3.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
	3.1.1 Método.....	54
	3.1.2 Tipo.....	54
	3.1.3 Nivel.....	55
3.2	DISEÑO.....	55
3.3	VARIABLES.....	55
	3.3.1 Sistema de Filtrado.....	55
	3.3.2 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	55
3.4	HIPÓTESIS.....	57
	3.4.1 Hipótesis General.....	57
	3.4.2 Hipótesis Específicos.....	57
3.5	COBERTURA DEL ESTUDIO.....	57
	3.5.1 Población.....	57
	3.5.2 Muestra.....	57
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	58
	3.6.1 Técnicas.....	58

3.6.2 Instrumentos. ....	58
3.7 PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	59
3.6.3.1 Medidas estadísticas. ....	59
3.6.3.2 Representación. ....	59
3.6.3.3 Contraste o Comprobación de la hipótesis .....	63
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>65</b>
<b>4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
4.1 Resultados .....	65
4.2 Discusión de resultados .....	66
4.2.1 Resultados de los experimentos.....	66
4.3 Análisis económico .....	69
4.4 Contrastación de Hipótesis .....	71
<b>- CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>- BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>74</b>
<b>- ANEXOS .....</b>	<b>93</b>

### INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - PUNTOS DE MONITOREO.....	13
FIGURA 2 - SISTEMA DE FILTRADO AUTOMÁTICO.....	48

### INDICE DE TABLAS

TABLA 1 - VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES .....	56
TABLA 2 - ESPECIFICACIONES DEL MULTIPARÁMETRO.....	58
TABLA 3 - RESULTADOS DE MONITOREO I SEMESTRE 2016 .....	60
TABLA 4 - RESULTADOS DE MONITOREO DEL II SEMESTRE 2016.....	60
TABLA 5 - RESULTADOS APLICANDO LA MEDIA ARITMÉTICA.....	61
TABLA 6 - RESULTADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL FILTRO AUTOMÁTICO .....	66
TABLA 7 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MONITOREOS VS RESULTADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL FILTRO AUTOMÁTICO.....	67
TABLA 8 - ANÁLISIS ECONÓMICO DE MANTENIMIENTO .....	70
TABLA 9 - ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FILTRADO NAUTOMÁTICO .....	71
TABLA 10 - CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS VS RESULTADOS.....	72

## RESUMEN

La optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales mediante la implementación del sistema de filtrado automático en UNACEM-Villa María del Triunfo surge a raíz de la problemática de exceso de sólidos disueltos, obstruyendo componentes de procesos posteriores al sedimentador y generando mayor esfuerzo en su captación.

Se planteó como objetivo principal el determinar el porcentaje de optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales mediante la implementación del sistema de filtrado automático para evaluar la viabilidad del proyecto. Asimismo fue necesario realizar una caracterización de los efluentes y de los componentes de cada proceso de la PTAR a fin de conocer la eficiencia de cada uno de estos. Los resultados mostraron valores muy altos de Sólidos Disueltos y Turbidez. Se consideró trabajar también con el parámetro de Sólidos Totales Suspendedos porque en un resultado de monitoreo este sobrepasó el valor permitido en la legislación.

La investigación demuestra que el sedimentador no es suficiente para la captación de sólidos antes del ingreso del efluente al aireador y demás componentes. Es así que se plantea implementar el sistema de filtrado automático luego del sedimentador, luego del proceso químico.

**Palabras Claves:** Aguas residuales, sistema de filtrado automático, sedimentador, eficiencia, turbidez, sólidos disueltos.

La autora

## ABSTRACT

The optimization of the wastewater treatment plant through the implementation of the automatic filtration system at UNACEM-Villa María del Triunfo is a root cause of excess dissolved solids, obstructing the process components after the sedimentation and generating the greatest effort in its Captation

The main objective was to determine the optimization percentage of the wastewater treatment plant by implementing the automatic filtration system to evaluate the feasibility of the project. It was also necessary to perform a characterization of the effluents and the components of each process of the PTAR in order to know the efficiency of each of these. The results showed very high values of dissolved solids and turbidity. It was considered to work with the Total Suspended Solids parameter because in a monitoring result this exceeds the allowed value in the legislation.

The research shows that the settler is not sufficient for the collection of solids before the effluent enters the aerator and other components. This is how the automatic filtration system is implemented after the settler, after the chemical process.

**Keywords:** Wastewater, automatic filtration system, sedimentation, efficiency, turbidity, dissolved solids.

The author

## INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico ha tenido mayor protagonismo en los últimos años, el reúso o reciclaje de este es una práctica que sin duda beneficia a la desaceleración de su agotamiento. Debido a la importancia vital del recurso hídrico se implementó normativas, las cuales permiten el cuidado de la calidad del agua exigiendo el previo tratamiento antes del vertimiento al cuerpo receptor.

UNACEM S.A.C., una empresa de producción de cemento cuyo proceso productivo es considerado seco debido a que el agua que se requiere es recirculado y/o reaprovechado, es por ello que se encuentran en constante búsqueda del desarrollo sostenible como adición a su proceso de producción. La implementación de un sistema de filtrado automático en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales que presenta en su gran mayoría procesos físicos es una alternativa muy favorable para la optimización de la planta, debido a la mejora en captación de sólidos presentes en los efluentes; además de evitar obstrucciones en diferentes componentes del proceso de tratamiento del agua residual.

Para concretar con la implementación del sistema de filtrado automático es esencial conocer las características del efluente y de evaluar la eficiencia de cada proceso que comprende la planta de aguas residuales, de esta manera se conocerá la eficiencia de cada proceso y cuál de ellos es el problema. Es así que se determinó que

el sedimentador no realizaba un adecuado trabajo necesitando de un componente adicional.

El sistema de filtrado automático propuesto en la siguiente investigación consiste en 4 filtros, por medio de los cuales ingresará el efluente proveniente del sedimentador. Estos filtros tendrán la función de retener los sólidos de diámetros más pequeños para que estos no causen complicaciones en los procesos posteriores tales como el aireador, la cámara de partición y los humedales, los cuales requieren de mayor inversión para su mantenimiento.

La investigación demuestra que la implementación del sistema de filtrado automático beneficia en un 90.63% a la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales. Asimismo el análisis económico muestra como resultado la viabilidad de la implementación.

La autora.

## Capítulo I

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.

Como parte de la responsabilidad ambiental y social, la empresa UNACEM implementó una PTAR en Atocongo, la cual fue diseñada e implementada para una capacidad de tratamiento de 18000 m<sup>3</sup> de efluentes. Basándose en el enfoque del desarrollo sostenible y conscientes de la importancia de este elemento vital, esta planta realiza el tratamiento de los efluentes procedentes de los servicios sanitarios de las áreas administrativas, campamentos, comedores, colegio e instalaciones industriales etc. para luego reusar el agua ya tratada en el proceso de producción, riego de las áreas verdes dentro y a las afueras de la planta industria; así como en el cumplimiento de sus compromisos ambientales; tales como, el riego de vías internas a fin de minimizar y/o mitigar la generación de polvo debido a la circulación de maquinarias pesadas y/o vehículos.

**Figura 1 - Puntos de Monitoreo**



Fuente: Nakamura Consultores

En la actualidad resulta dificultoso captar el porcentaje óptimo de los sólidos antes del ingreso del efluente a los humedales, esto debido a la alta concentración de sólidos presentes en los efluentes; además estos ocasionan problemas posteriores como obstrucciones en tuberías y válvulas de la cámara de partición, dificultades en el ingreso a los humedales e interferencias en la medición de turbidez, asimismo demanda desarrollar un programa continuo y frecuente de mantenimiento de las mangas y sistemas de filtrado, lo que genera un alto costo de operación y el uso mayor de polímeros.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Problema general.

¿De qué manera la implementación del sistema de filtrado automático favorece a la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales en UNACEM – Villa María del Triunfo?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

- A. ¿Cómo influye la eficiencia del Sistema de filtrado automático en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales?
- B. ¿Qué efectos produce la captación de sólidos en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales?
- C. ¿En qué medida favorece el sistema de filtrado automático en la Calidad del efluente?

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar la influencia de la implementación del sistema de filtrado automático en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en UNACEM-Villa María del Triunfo.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- A. Determinar la influencia de la eficiencia del Sistema de filtrado automático en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- B. Determinar los efectos la captación de sólidos en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- C. Determinar la influencia del Sistema de filtrado automático en la Calidad de efluente.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

El presente proyecto se basa en el enfoque del desarrollo sostenible, como principal aspecto el socio-ambiental, optimizando la eficiencia en la captación de partículas y/o sólidos con la implementación del sistema de filtrado automático en la PTAR a fin de captar la mayor cantidad de sólidos y mejorar la calidad del efluente tratado durante el proceso de tratamiento para los siguientes beneficios sociales:

- El reúso de las aguas en el regado de las áreas verdes en las instalaciones del colegio donde asisten hijos de pobladores

- La realización del compost, utilizándolo en el crecimiento y enriquecimiento de los árboles donados a los pobladores de las diferentes comunidades

Además aportará ambientalmente en:

- La minimización del periodo de mantenimiento en el sistema de filtrado y sedimentador con los cuales se cuenta en la actualidad, minimizando la generación de residuos sólidos peligrosos. .

### **1.5. IMPORTANCIA.**

La implementación del sistema de filtrado automático permitirá capturar mayor volúmenes de sólidos durante el proceso de tratamiento de los efluentes residuales optimizando la eficiencia en el sistema de tratamiento, así como; la minimización en el periodo de mantenimiento reduciendo la disposición de residuos sólidos peligrosos.

La mayor captación de sólidos permite la realización de mayores volúmenes del compost maximizando la eficiencia de los residuos y contribuyendo a la sostenibilidad económica, sanitaria y ambiental.

### **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El proyecto es planteado con previa evaluación de viabilidad y factibilidad teniendo como resultado la posibilidad de realización contando con la siguiente limitación:

- Pocas empresas capacitadas en la implementación del sistema de filtrado automático.

## Capítulo II

### MARCO TEÓRICO- CONCEPTUAL

#### 2.1. MARCO REFERENCIAL.

##### 2.1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

- A. MENDEZ MELGAREJO Fortunato Vidal y FELICIANO MUÑOZ Osiris, (2010). En la tesis “**PROPUESTA DE UN MODELO SOCIO ECONÓMICO DE MAESTRO EN PROYECTOS DE INVERSIÓN**”, presentada en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú, en su contenido alcanza las siguientes conclusiones:

*1. La salud humana se ve seriamente amenazada por la contaminación atmosférica, contaminación del agua, por la presencia de sustancias químicas y tóxicas así como por el deterioro de los recursos naturales y medio ambiente, cobrando vital importancia la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales. A ello debe añadirse la utilización poco racional del recurso hídrico, pues los diversos sectores económicos no son eficientes en su uso.*

2. El efecto de las crecientes inversiones y gastos se generan por mayores exigencias de tratamiento de aguas residuales, por el aumento de concentraciones de contaminantes que aumentan junto con el desarrollo de los centros poblados, por lo que se está tratando de evitar el deterioro de los ecosistemas, lo que a menudo la sociedad desestima por restricciones de recursos y una pobre cultura ambiental y ecológica.

3. La mayor parte de ciudades que cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales sobre todo domésticas, no utilizan o usan limitadamente el agua residual tratada, por lo que el producto se va directo a los ríos, o al mar, donde se pierden, habiéndose incurrido en gastos sin un objetivo claro sobre el producto resultante.

4. El modelo teórico se basa en los supuestos siguientes: que el pago del costo del agua limpia es creciente en el tiempo por efecto del incremento de los costos marginales, que la demanda del agua es totalmente inelástica, que la tarifa o costo medio de largo plazo de agua de medios de abastecimiento (producción y distribución) alternativos con fines no de consumo humano, son diferenciadas según la fuente de abastecimiento y en proporción directa a la calidad requerida para los distintos usos.

5. El costo unitario del reúso de aguas residuales tratadas debe ser igual o menor que el pago o tarifa de agua, situación que ha quedado demostrado cuando se realizó la aplicación del modelo.

6. El modelo matemático se expresa como una función de Utilidad de un usuario, sujeta a restricciones como agua limpia, costo unitario, ingreso disponible, calidad de agua residual tratada, entre otras variables.

7. En la actualidad, existen diversos actores socio económicos que vienen aplicando el reúso de las aguas residuales tratadas en parques y jardines, como municipios y universidades así como diferentes

*empresas privadas, bajo diferentes tecnologías, más se desconoce si cobran alguna tarifa por la reutilización del agua residual tratada.*

*8. La implementación de la metodología de Disposición a pagar, es una herramienta eficaz de equilibrio entre el productor y consumidor de contaminación.*

*9. En términos agregados existe un beneficio adicional por reutilizar el agua residual tratada, al utilizarse menor cantidad de agua potable en determinadas áreas para favorecer a otras que carecen del líquido elemento, y, las aguas residuales tratadas se utilizarían en otras actividades económicas y de servicios que no son de consumo humano directo como la agricultura, riego de parques y jardines.*

*10. El problema básico de la contaminación es que sin un sistema de precios, los contaminadores no aprecian el daño que causan y que consciente o inconscientemente ahorran dinero al contaminar.*

B. QUIROZ PEDRAZA Pedro Alexis (2009). En la tesis **“PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA REGADIO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MAYOR”**, presentada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú, que alcanza las siguientes conclusiones:

- *Después de los estudios realizados, se determinó que el mejor lugar para la construcción de la planta se localiza en la parte posterior de la sede central JORGE BASADRE.*
- *Una vez analizado los sistemas de selección de alternativas de plantas de tratamiento de agua residual, se llegó a la conclusión que la segunda alternativa es más factible desde un punto de vista técnico.*
- *Una vez que se llegó a esta última parte del estudio, se puede decir, en primera instancia, que se demostró la importancia de una planta de tratamiento de agua residual para la UNMSM. Como se pudo observar en el capítulo XIII, el valor presente neto (VPN) de la segunda alternativa es mayor a cero, lo que origina automáticamente que el proyecto sea factible.*

• Como institución, la UNMSM tiene que ser pionera en lo que ha cuidado del medio ambiente se refiere, de ahí que, por otro lado, el presente proyecto sea factible. La inversión en un proyecto de esta magnitud significaría un renombre importantísimo para la universidad y generaría la atención de otros organismos públicos y privados.

- C. VALENCIA LÓPEZ Adriana Elizabeth (2013). En la tesis **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CABECERA PARROQUIAL DE SAN LUIS – PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, presentada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador, que alcanza el siguiente resumen:

*Se diseñó una Planta de Tratamiento para Aguas Residuales de la Cabecera Parroquial de San Luis, provincia de Chimborazo, para lo cual, se inició con la medición de los caudales de Descarga N° 1 mediante el método de la experimentación utilizando guantes, flexómetro, balde plástico y cronómetro; y posteriormente la caracterización física, química y microbiológica de muestras de agua residual tomadas in situ a través del método de análisis, utilizando envases plásticos de 1 L y frascos estériles de 150 mL.*

*Basándose en el método descriptivo se propuso una Planta de Tratamiento utilizando el programa EXCEL, el programa de diseño AUTOCAD y la aplicación CIVIL CAD.*

*Los resultados de la medición de caudales indican que no existe variación de caudal a lo largo del día siendo el valor promedio del caudal de 6,9 L/s para los seis días muestreados. Con ellos se demostró que las redes de alcantarillado son caducas y que necesitan ser renovadas.*

*Los resultados de los análisis de laboratorio muestran que los parámetros que están fuera de los límites de Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (TULAS) son: Coliformes Fecales*

*8x10<sup>7</sup> UFC/100 mL, Aceites y Grasas 51,93 mg/L y Demanda Bioquímica de Oxígeno 169,33 mg/L.*

*Como conclusión se rediseño una red de alcantarillado combinado y se diseñó una Planta de Tratamiento compuesta por tres etapas de tratamiento: dos tratamientos convencionales y un tratamiento natural de depuración; y con una eficiencia total promedio del 83% cumpliendo de manera efectiva con la normativa ambiental.*

*Se recomienda reutilizar el agua tratada como agua para riego.*

## **2.2. MARCO LEGAL.**

### **2.2.1 LEY N.º 29338, LEY DE RECURSOS HÍDRICOS**

**Artículo II.-** Finalidad La presente Ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

**Artículo 102º.-** Política y estrategia nacional de recursos hídricos La política y estrategia nacional de recursos hídricos está conformada por el conjunto de principios, lineamientos, estrategias e instrumentos de carácter público, que definen y orientan el accionar de las entidades del sector público y privado para garantizar la atención de la demanda y el mejor uso del agua del país en el corto, mediano y largo plazo, en el marco de la política nacional ambiental. La política y estrategia nacional de recursos hídricos es aprobada por decreto supremo a propuesta del Consejo Directivo de la Autoridad Nacional.

### **2.2.2 D. S. N° 001-2010-AG, REGLAMENTO DE LA LEY N° 29338, LEY DE RECURSOS HÍDRICOS.**

#### **Artículo 1.- Objeto y ámbito de aplicación**

1.1 El Reglamento tiene por objeto regular el uso y gestión de los recursos hídricos que comprenden al agua continental: superficial y subterránea, y los bienes asociados a ésta; asimismo, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, todo ello con arreglo a las disposiciones contenidas en la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338.

**Artículo 136.- Medición y control de vertimientos**

Es responsabilidad del administrado instalar sistemas de medición de caudales de agua residual tratada y reportar los resultados de la medición.

**2.2.3 D.S. N.º 015-2012-VIVIENDA, REGLAMENTO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL PARA PROYECTOS VINCULADOS A LAS ACTIVIDADES DE VIVIENDA, URBANISMO, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO.****Artículo 1.- Objeto**

El presente Reglamento tiene por objeto:

1.1 Regular la gestión ambiental sectorial garantizando la adecuada implementación de la Política Nacional del Ambiente y la Política Ambiental Sectorial.

1.2 Prevenir, mitigar, controlar y remediar los impactos ambientales negativos derivados de actividades correspondientes a proyectos de inversión del ámbito de competencia del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

**2.2.4 D.S. N.º 021-2009-VIVIENDA, APRUEBAN VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLASO SANITARIO.****Artículo 7º.- Control de las aguas residuales no domésticas**

El monitoreo de la concentración de parámetros de descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, estará a cargo de las EPS o las entidades que hagan sus veces, contando para ello con la participación de laboratorios debidamente acreditados ante INDECOPI. Los pagos deberán ser asumidos por el usuario no doméstico de acuerdo al procedimiento que el ente competente establecerá concordante con la presente norma. La recolección de las muestras será realizada de manera inopinada, conforme al procedimiento establecido en el reglamento de la presente norma.

**Artículo 9º.- Prohibiciones**

Queda totalmente prohibido descargar directa o indirectamente a los sistemas de alcantarillado aguas residuales o cualquier otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos que en razón de su naturaleza, propiedades y cantidad causen por sí solos o por interacción con otras descargas algún tipo de daño, peligro e inconveniente en las instalaciones de los sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales según lo indicado en el Reglamento de la presente norma.

**2.2.5 D.S. N.º 003-2011-VIVIENDA, REGLAMENTO DEL DS N° 021-2009-VIVIENDA, QUE APRUEBA LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.**

**Artículo 6.- De los derechos**

Los usuarios No Domésticos que descargan aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario, tienen derecho a:

- a) Recibir información sobre la normatividad, las modificaciones y actualizaciones respecto a los VMA.
- b) A solicitar, de conformidad al artículo 6 del Derecho Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, la exoneración del pago adicional por exceso de concentración de los parámetros o suspensión del servicio con el procedimiento establecido en los VMA, de acuerdo con el procedimiento establecido en el artículo 33 del presente Reglamento.
- c) Presenciar la toma de muestra inopinada, a participar de dicho acto y a suscribir el Acta de Toma de Muestra Inopinada, cuyo contenido será como mínimo el establecido en el Anexo II del presente Reglamento.
- d) Solicitar directamente cualquier laboratorio acreditado ante el INDECOPI, la toma de muestra de parte y los análisis de sus descargas.

- e) Presentar reclamos, si consideran que ha sido vulnerado alguno de sus derechos, de acuerdo a los procedimientos que para tal fin se establezcan.

#### **Artículo 9.- De las descargas permitidas**

Se permitirá la descarga directa de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, sin pago o sanción alguna, siempre que no se excedan los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y 2 del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA.

#### **Artículo 10.- De las descargas no permitidas.**

No está permitido descargar aguas residuales no domésticas al sistema al sistema de alcantarillado sanitario, que sobrepasen los VMA establecidos en el Anexo N° 2 del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA.

En cumplimiento del artículo 9 del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, concordante con el literal i) del artículo 72 del TUO del Reglamento, no está permitido descargar, verte, arrojar o introducir bajo cualquier modalidad al sistema de alcantarillado sanitario, elementos tales como:

- a) Residuos sólidos, líquidos o gaseosas que, en razón a su naturaleza, propiedades y cantidad, causen o puedan causar por si solos o por interacción con otros, algún tipo de daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinaria y equipos del sistema de alcantarillado sanitario y de tratamiento de agua residuales.
- b) Material orgánico de cualquier tipo y estado.
- c) Mezclas inflamables, radioactivas, explosivas, corrosivas, tóxicas y/o venenosas, que impidan o dificulten el acceso o la labor de los equipos y/o personal encargado de las EPS o las entidades que hagan sus veces, de la operación y mantenimiento de las instalaciones y que puedan provocar daño al sistema de alcantarillado sanitario.

- d) Aquellas descargas que puedan causar obstrucciones físicas, interferencias, perturbaciones, sedimentos y/o incrustaciones que dificulten el libre flujo de las aguas residuales no domésticas, a través del sistema de alcantarillado sanitario.
- e) Residuos sólidos o viscosos, capaces de obstruir el libre flujo de las aguas residuales en los colectores y obstaculicen los trabajos de operación, mantenimiento y limpieza del sistema de alcantarillado sanitario.
- f) Gases procedentes de escapes de motores de cualquier tipo.
- g) Disolventes orgánicos y pinturas, cualquiera sea su proporción y cantidad.
- h) Carburo cálcico y otras sustancias sólidas potencialmente peligrosas, tales como hidruros, peróxidos, cloratos, percloratos, bromatos y sus derivados.
  - Hidrocarburos y sus derivados.
  - Materiales colorantes.
  - Agua salobre.
  - Residuos que generen gases nocivos.

#### **2.2.6 DS N° 003-2010-MINAM APRUEBA LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP) PARA LOS EFLUENTES DE LAS PTAR DOMÉSTICAS O MUNICIPALES.**

##### **Artículo 4°.- Programa de Monitoreo.**

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestro para cada uno de ellos.

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme el Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual – INDECOPI.

**2.2.7 REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, NORMA OS.090 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

Define estándares de diseño para diferentes tecnologías de Tratamiento de Aguas Residuales.

**2.2.8 D.S. N° 022-2009-VIVIENDA (NORMA TÉCNICA OS.090)**

**Artículo 1°.- Incorpora sub numeral 3,139 al numeral 3. Definiciones, de la Norma Técnica OS.090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales del Reglamento Nacional de Edificaciones.**

**Artículo 2°.- Modifican el sub numeral 3.61 del numeral 3. Definiciones, y sub numeral 4.3.11, del numeral 4. Disposiciones Generales, de la Norma Técnica OS. 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales del Reglamento Nacional de Edificaciones.**

**2.2.9 D.S. N° 004-2017-MINAM, APRUEBAN ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA Y ESTABLECEN DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS.**

**Artículo 1.- Objeto de la norma**

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo

y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

**Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.**

Apruébese los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

**Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.**

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías.

**3.1 Categoría 1: Poblacional y Recreacional**

**3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.**

**3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

**- Agua para riego no restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

**- Agua para riego restringido**

**3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.**

**Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua.**

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías

establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

**Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio**

- a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.
- b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.
- c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos, químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.
- d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.
- e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir

necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

**Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.**

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

- a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.
- b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.
- c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.
- d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

## **2.2.10 LEY N.º 28611, LEY GENERAL DEL AMBIENTE.**

### **Artículo VI.- Del principio de prevención**

La gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan.

### **Artículo 1.- Del objetivo**

La presente Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida.

### **Artículo 2.- Del ámbito**

- 21 Las disposiciones contenidas en la presente Ley, así como en sus normas complementarias y reglamentarias, son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, el cual comprende el suelo, subsuelo, el dominio marítimo, lacustre, hidrológico e hidrogeológico y el espacio aéreo.
- 22 La presente Ley regula las acciones destinadas a la protección del ambiente que deben adoptarse en el desarrollo de todas las actividades humanas. La regulación de las actividades productivas y el aprovechamiento de los recursos naturales se rigen por sus respectivas leyes, debiendo aplicarse la presente Ley en lo que concierne a las políticas, normas e instrumentos de gestión ambiental.
- 23 Entiéndase, para los efectos de la presente Ley, que toda mención hecha al “ambiente” o a “sus componentes” comprende a los elementos físicos, químicos y biológicos de origen natural o

antropogénico que, en forma individual o asociada, conforman el medio en el que se desarrolla la vida, siendo los factores que aseguran la salud individual y colectiva de las personas y la conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y el patrimonio cultural asociado a ellos, entre otros.

#### **Artículo 8.- De la Política Nacional del Ambiente**

8.1 La Política Nacional del Ambiente constituye el conjunto de lineamientos, objetivos, estrategias, metas, programas e instrumentos de carácter público, que tiene como propósito definir y orientar el accionar de las entidades del Gobierno Nacional, regional y local, y del sector privado y de la sociedad civil, en materia ambiental.

8.2 Las políticas y normas ambientales de carácter nacional, sectorial, regional y local se diseñan y aplican de conformidad con lo establecido en la Política Nacional del Ambiente y deben guardar concordancia entre sí. 8.3 La Política Nacional del Ambiente es parte integrante del proceso estratégico de desarrollo del país. Es aprobada por Decreto Supremo refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros. Es de obligatorio cumplimiento.

#### **Artículo 24.- Del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.**

24.1 Toda actividad humana que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades, así como las políticas, planes y programas públicos susceptibles de causar impactos ambientales de carácter significativo, está sujeta, de acuerdo a ley, al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental - SEIA, el cual es administrado por la Autoridad Ambiental Nacional. La ley y su reglamento desarrollan los componentes del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

24.2 Los proyectos o actividades que no están comprendidos en el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, deben

desarrollarse de conformidad con las normas de protección ambiental específicas de la materia.

### **Artículo 31.- Del Estándar de Calidad Ambiental**

- 31.1 El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.
- 31.2 El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.
- 31.3 No se otorga la certificación ambiental establecida mediante la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, cuando el respectivo EIA concluye que la implementación de la actividad implicaría el incumplimiento de algún Estándar de Calidad Ambiental. Los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental también deben considerar los Estándares de Calidad Ambiental al momento de establecer los compromisos respectivos.
- 31.4 Ninguna autoridad judicial o administrativa podrá hacer uso de los estándares nacionales de calidad ambiental, con el objeto de sancionar bajo forma alguna a personas jurídicas o naturales, a menos que se demuestre que existe causalidad entre su actuación y la transgresión de dichos estándares. Las sanciones deben basarse en el incumplimiento de obligaciones a cargo de las personas naturales o jurídicas, incluyendo las contenidas en los instrumentos de gestión ambiental.

**Artículo 32.- Del Límite Máximo Permisible**

32.2 El LMP guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los ECA. La implementación de estos instrumentos debe asegurar que no se exceda la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo con las normas sobre la materia.

**Artículo 75.- Del manejo integral y prevención en la fuente**

75.1 El titular de operaciones debe adoptar prioritariamente medidas de prevención del riesgo y daño ambiental en la fuente generadora de los mismos, así como las demás medidas de conservación y protección ambiental que corresponda en cada una de las etapas de sus operaciones, bajo el concepto de ciclo de vida de los bienes que produzca o los servicios que provea, de conformidad con los principios establecidos en el Título Preliminar de la presente Ley y las demás normas legales vigentes.

75.2 Los estudios para proyectos de inversión a nivel de prefactibilidad, factibilidad y definitivo, a cargo de entidades públicas o privadas, cuya ejecución pueda tener impacto en el ambiente deben considerar los costos necesarios para preservar el ambiente de la localidad en donde se ejecutará el proyecto y de aquellas que pudieran ser afectadas por éste.

**Artículo 76.- De los sistemas de gestión ambiental y mejora continua.**

El Estado promueve que los titulares de operaciones adopten sistemas de gestión ambiental acordes con la naturaleza y magnitud de sus operaciones, con la finalidad de impulsar la mejora continua de sus niveles de desempeño ambiental.

**Artículo 113.- De la calidad ambiental**

113.1 Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes.

113.2 Son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental:

- a. Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.
- b. Prevenir, controlar, restringir y evitar según sea el caso, actividades que generen efectos significativos, nocivos o peligrosos para el ambiente y sus componentes, en particular cuando ponen en riesgo la salud de las personas.
- c. Recuperar las áreas o zonas degradadas o deterioradas por la contaminación ambiental.
- d. Prevenir, controlar y mitigar los riesgos y daños ambientales procedentes de la introducción, uso, comercialización y consumo de bienes, productos, servicios o especies de flora y fauna.
- e. Identificar y controlar los factores de riesgo a la calidad del ambiente y sus componentes.
- f. Promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, las actividades de transferencia de conocimientos y recursos, la difusión de experiencias exitosas y otros medios para el mejoramiento de la calidad ambiental.

**Artículo 120.- De la protección de la calidad de las aguas**

120.1 El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.

120.2 El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reuso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán.

**Artículo 122.- Del tratamiento de residuos líquidos**

- 122.1 Corresponde a las entidades responsables de los servicios de saneamiento la responsabilidad por el tratamiento de los residuos líquidos domésticos y las aguas pluviales.
- 122.2 El sector Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la vigilancia y sanción por el incumplimiento de LMP en los residuos líquidos domésticos, en coordinación con las autoridades sectoriales que ejercen funciones relacionadas con la descarga de efluentes en el sistema de alcantarillado público.
- 122.3 Las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas, de comercialización u otras que generen aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión ambiental, de conformidad con lo establecido en las normas legales vigentes. El manejo de las aguas residuales o servidas de origen industrial puede ser efectuado directamente por el generador, a través de terceros debidamente autorizados a o a través de las entidades responsables de los servicios de saneamiento, con sujeción al marco legal vigente sobre la materia.

**2.2.11 DECRETO LEGISLATIVO N° 1055, MODIFICA LA LEY N° 28611, LEY GENERAL DEL AMBIENTE.**

- 32.1 El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión

Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio.

#### **2.2.12 LEY N° 27446, LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

##### **Artículo 1°.- Objeto de la presente**

La presente Ley tiene por finalidad:

- a) La creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.
- b) El establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas, y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión.
- c) El establecimiento de los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental.

#### **2.2.13 DECRETO LEGISLATIVO N° 1078, MODIFICATORIA DE LA LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

**Artículo 1°.- Modifíquense los artículos 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 10°, 11°, 12°, 15°, 16°, 17° y 18° de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, por los siguientes textos:**

##### **Artículo 2°.- Ámbito de la ley**

Quedan comprendidos en el ámbito de aplicación de la presente Ley, las políticas, planes y programas de nivel nacional, regional y local que puedan originar implicaciones ambientales significativas; así como los proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, que impliquen actividades, construcciones, obras, y otras actividades comerciales y de servicios que puedan causar impacto ambientales negativos significativos. El Reglamento señalará los proyectos y actividades comerciales y de servicios que se sujetarán a la presente disposición.

Artículo 3°.- Obligatoriedad de la certificación ambiental No podrá iniciarse la ejecución de proyectos ni actividades de servicios y comercio referidos en el artículo 2° y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarlas, autorizarlas, permitir las, concederlas o habilitarlas si no cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la Resolución expedida por la respectiva autoridad competente.

#### **2.2.14 D.S. N° 019-2009-MINAM, REGLAMENTO DE LA LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.**

##### **Artículo 1°.- Objeto**

El presente Reglamento tiene por objeto lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas públicos, a través del establecimiento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental - SEIA.

##### **Artículo 2°.- Ámbito del SEIA**

Las normas del SEIA son de obligatorio cumplimiento por todas las autoridades del gobierno nacional, los gobiernos regionales y locales, los cuales están facultados de acuerdo a las normas, para establecer o proponer normas específicas a fin de regular las actuaciones a su cargo, sin desnaturalizar el carácter unitario del SEIA, y en concordancia con las políticas y planes nacionales de desarrollo. En tal sentido, quedan comprendidos en el ámbito de aplicación del SEIA, las políticas, planes y programas propuestos por las autoridades de nivel nacional, regional y local que pudieran originar implicaciones ambientales significativas. Asimismo, los proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto propuestos por personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, nacionales o extranjeras, que comprendan obras, construcciones y actividades extractivas, productivas, comerciales, de servicios, entre otros, que sean susceptibles de causar impactos ambientales

significativos de carácter negativo y que vayan a ejecutarse dentro del territorio nacional, incluyendo las áreas de dominio marítimo e insulares, de conformidad con lo dispuesto en el Título II del presente Reglamento. Toda referencia a actividades, obras, construcciones, edificaciones, comercio, servicios u otros dentro del ámbito del SEIA, entiéndase efectuada a los que forman parte del proyecto de inversión que está sujeto a evaluación de impacto ambiental. La Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y el presente Reglamento, constituyen las normas generales en materia de evaluación de impacto ambiental en el territorio nacional. Para tal efecto, entiéndase que toda mención a la citada Ley está referida a la Ley N° 27446.

Asimismo, cuando en este Reglamento se mencionen artículos o anexos sin indicar la norma de procedencia, se entenderán referidos al presente Reglamento.

#### **Artículo 15°.- Obligatoriedad de la Certificación Ambiental**

Toda persona natural o jurídica, de derecho público o privado, nacional o extranjera, que pretenda desarrollar un proyecto de inversión susceptible de generar impactos ambientales negativos de carácter significativo, que estén relacionados con los criterios de protección ambiental establecidos en el Anexo V del presente Reglamento y los mandatos señalados en el Título II, debe gestionar una Certificación Ambiental ante la Autoridad Competente que corresponda, de acuerdo con la normatividad vigente y lo dispuesto en el presente Reglamento. Para efectos de lo señalado en el párrafo anterior, como resultado del proceso de evaluación de impacto ambiental, la Autoridad Competente aprobará o desaprobará el instrumento de gestión ambiental o estudio ambiental sometido a su consideración, entendiéndose cuando la Resolución emitida sea aprobatoria, que ésta constituye la Certificación Ambiental. La desaprobación, improcedencia, inadmisibilidad o cualquier otra causa que implique la no obtención o la pérdida de la Certificación Ambiental, implica la imposibilidad legal de iniciar obras,

ejecutar y continuar con el desarrollo del proyecto de inversión. El incumplimiento de esta obligación está sujeto a las sanciones, de Ley.

**Artículo 18°.- Políticas, planes, programas y proyectos que se someten a evaluación ambiental**

Se sujetan al proceso de evaluación ambiental: a) Los nuevos proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, que sean susceptibles de generar impactos ambientales negativos significativos, los cuales se encuentran señalados en el Listado de Inclusión de los Proyectos de Inversión sujetos al SEIA, comprendido en el Anexo II. b) Las modificaciones, ampliaciones o diversificación de los proyectos señalados en el inciso anterior, siempre que supongan un cambio del proyecto original que por su magnitud, alcance o circunstancias, pudieran generar nuevos o mayores impactos ambientales negativos, de acuerdo a los criterios específicos que determine el Ministerio del Ambiente – MINAM o la Autoridad Competente que corresponda. c) Los proyectos que se reubiquen o trasladen, a otras partes del territorio nacional. d) Las políticas, planes, programas públicos con implicaciones ambientales significativas, incluyendo entre otros, los procesos que impliquen la reubicación de ciudades y centros poblados.

**2.2.15 LEY N.º 27314 LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SU REGLAMENTO.**

**Artículo 2.- Ámbito de aplicación**

2.1 La presente Ley se aplica a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos, en los sectores económicos, sociales y de la población. Asimismo, comprende las actividades de internamiento y tránsito por el territorio nacional de residuos sólidos.

**Artículo 3.- Finalidad**

La gestión de los residuos sólidos en el país tiene como finalidad su manejo integral y sostenible, mediante la articulación, integración y compatibilización de las políticas, planes, programas, estrategias y

acciones de quienes intervienen en la gestión y el manejo de los residuos sólidos, aplicando los lineamientos de política que se establecen en el siguiente artículo.

#### **Artículo 4.- Lineamientos de política**

La presente Ley se enmarca dentro de la política nacional ambiental y los principios establecidos en el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, aprobado mediante Decreto Legislativo N° 613. La gestión y manejo de los residuos sólidos se rige especialmente por los siguientes lineamientos de política, que podrán ser exigibles programáticamente, en función de las posibilidades técnicas y económicas para alcanzar su cumplimiento:

- Desarrollar y usar tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización o reaprovechamiento de los residuos sólidos y su manejo adecuado.

### **2.2.16 D.S. N.° 057-2004-PCM, REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

#### **Artículo 1°.- Objetivo**

El presente dispositivo reglamenta la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, a fin de asegurar que la gestión y el manejo de los residuos sólidos sean apropiados para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona humana.

#### **Artículo 9°.- Disposiciones generales de manejo**

El manejo de los residuos que realiza toda persona deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado de manera tal de prevenir impactos negativos y asegurar la protección de la salud; con sujeción a los lineamientos de política establecidos en el artículo 4° de la Ley. La prestación de servicios de residuos sólidos puede ser realizada directamente por las municipalidades distritales y provinciales y así mismo a través de Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS). Las actividades comerciales conexas deberán ser realizadas por Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (EC-

RS), de acuerdo a lo establecido en el artículo 61° del Reglamento. En todo caso, la prestación del servicio de residuos sólidos debe cumplir con condiciones mínimas de periodicidad, cobertura y calidad que establezca la autoridad competente.

**Artículo 10°.- Obligación del generador previa entrega de los residuos a la EPS-RS o EC-RS**

Todo generador está obligado a acondicionar y almacenar en forma segura, sanitaria y ambientalmente adecuada los residuos, previo a su entrega a la EPS-RS o a la EC-RS o municipalidad, para continuar con su manejo hasta su destino final.

**2.2.17 D.L. N° 1278 DECRETO LEGISLATIVO QUE APRUEBA LA LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

**Artículo 1.- Objeto**

El presente Decreto Legislativo establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos de este Decreto Legislativo.

**Artículo 2.- Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos**

La gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, coprocesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente. La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas, las cuales

se definirán en el reglamento del presente Decreto Legislativo emitido por el Ministerio del Ambiente.

#### **Artículo 8.- Eficiencia en el uso de los materiales y ciclo de vida**

La producción de bienes y servicios en todos los sectores productivos del país privilegia el uso eficiente de los insumos y materiales, buscando permanentemente una mayor productividad en el uso de los materiales y la prevención de la generación de residuos, a través de, entre otras alternativas el eco-diseño, la optimización de los procesos productivos, la innovación o la mejora tecnológica y el aprovechamiento de materiales de descarte que constituyan insumos directamente aprovechables por la misma actividad que los produjo o por otras actividades económicas.

### **2.2.18 R. M. N° 128-2017-VIVIENDA, APRUEBAN CONDICIONES MÍNIMAS DE MANEJO DE LODOS Y LAS INSTALACIONES PARA SU DISPOSICIÓN FINAL**

#### **Artículo 1. Objeto**

La presente norma tiene por objeto regular las condiciones mínimas para el manejo de los lodos generados en las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP), plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y los provenientes de los servicios de disposición sanitaria de excretas y biosólidos. Incluye la regulación de las instalaciones donde se realiza la disposición final de lodos.

#### **Artículo 2. Finalidad**

La presente norma tiene como finalidad minimizar posibles impactos al ambiente, prevenir riesgos ambientales, proteger la salud y el bienestar de la persona y contribuir al desarrollo sostenible de los servicios de saneamiento.

#### **Artículo 7. Manejo de lodos**

7.1 Los lodos, según su procedencia, son manejados a través de un sistema que incluye las siguientes operaciones o procesos: Recolección, almacenamiento, tratamiento, reaprovechamiento, transporte y disposición final.

7.2 El manejo de biosólidos comprende las operaciones o procesos de transporte, transferencia y disposición final.

**2.2.19 DECRETO SUPREMO N° 006-2017-AG, Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG.**

**Artículo 149.- Procedimiento para el otorgamiento de autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas.**

149.1 El titular de un derecho de uso de agua está facultado para reutilizar el agua residual que genere, siempre que se trate de los mismos fines para los cuales fue otorgado su derecho. Para actividades distintas requiere autorización de reúso de agua residual tratada por parte de la Autoridad Nacional del Agua.

149.2 Los requisitos para el otorgamiento de la autorización de reúso de aguas residuales tratadas, son:

- a. El formato “Solicitud de autorización de reúso de aguas residuales tratadas”, debidamente firmado y llenado en todas sus partes.
- b. Pago por derecho de trámite.
- c. Copia del Instrumento de Gestión Ambiental aprobado, que comprenda el sistema de tratamiento y disposición final de aguas residuales a ser reusadas; o, copia del documento que contiene el acto administrativo de aprobación del instrumento ambiental, cuando corresponda.
- d. En caso de reúso de agua residual tratada por persona distinta al titular del derecho de uso de agua correspondiente: Conformidad del titular del derecho de uso de interconexión de la infraestructura hidráulica que le permita captar las aguas residuales, acreditada mediante copia del contrato o convenio extendido con firma legalizada por Notario Público o Juez de Paz.

e. En caso de reúso de aguas residuales tratadas a través de infraestructura hidráulica de regadío: La opinión favorable del operador a cargo de dicha infraestructura hidráulica, acreditada mediante copia del contrato o convenio extendido con firma legalizada por Notario Público o Juez de Paz.”

149.3 La Autoridad Nacional del Agua, en el marco del procedimiento íntegramente, emite el informe técnico que recomienda el otorgamiento del título habilitante de “Autorización para reúso de aguas residuales industriales, municipales y domésticas tratadas”, que se integra a la resolución de certificación ambiental global que emite el Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles.

149.4 Los requisitos para la emisión del informe técnico que recomienda el otorgamiento del título habilitante de “Autorización para reúso de aguas residuales industriales, municipales y domésticas tratadas”, son:

- a) El formato de “Información requerida para el título habilitante de autorización de reúso de aguas residuales tratadas”, debidamente completado en todas sus partes y firmado.
  - b) Copia digital o física del instrumento ambiental en evaluación.
- 149.5 La Autoridad Nacional del Agua dicta las disposiciones normativas para el cumplimiento de la presente disposición, así como para los supuestos de modificaciones y prórrogas de autorizaciones de reúso.”

## **Artículo 152.- De la supervisión del reúso de las aguas residuales tratadas 152.1**

Es responsabilidad del administrado reportar los resultados de la calidad del agua a la Autoridad Nacional del Agua, en el formato publicado en su Portal Institucional, conforme a lo establecido en la autorización de reúso.

152.2 La supervisión del reúso de las aguas residuales tratadas es responsabilidad de la Autoridad Nacional del Agua, a través de

la evaluación de los informes de supervisión y verificación en campo de las condiciones establecidas en la autorización.

152.3 La autorización otorgada faculta exclusivamente al reúso de aguas residuales en las condiciones establecidas en la autorización. El reúso con un fin distinto del autorizado o de agua residual tratada que no cumple los criterios de la calidad establecidos, constituye infracción en materia de recursos hídricos, tipificada en el literal d. del artículo 277 de este Reglamento.

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL.

- 2.3.1. **AFLUENTE.-** Líquido que llega a una unidad o lugar determinado, por ejemplo el agua que llega a una laguna de estabilización.
- 2.3.2. **AGUA RESIDUAL.-** Agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.3. **ANÁLISIS.-** El examen de una sustancia para identificar sus componentes. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.4. **CAUDAL.-** Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en l/seg o m<sup>3</sup>. (Salud, 2005)
- 2.3.5. **CLARIFICACIÓN.-** Proceso de sedimentación para eliminar los sólidos sedimentables del agua residual. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.6. **CLORACIÓN.-** Aplicación de cloro o compuestos de cloro al agua residual para desinfección y en algunos casos para oxidación química o control de olores. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.7. **COAGULANTE.-** Electrolito simple, usualmente sal inorgánica, que contiene un catión multivalente de hierro, aluminio o calcio. Se usa para desestabilizar las partículas coloidales favoreciendo su aglomeración. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.8. **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO).-** Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C). (NORMA OS. 090, 2006)

- 2.3.9. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO).**- Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.10. DISPOSICIÓN FINAL.**- Disposición del efluente o del lodo tratado de una planta de tratamiento. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.11. EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO.**- Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.12. EFLUENTE.**- Líquido que sale de un proceso de tratamiento. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.13. FILTRACIÓN.**- Consiste en hacer pasar el agua a través de un medio poroso, normalmente de arena, en el cual actúan una serie de mecanismos de remoción cuya eficiencia depende de las características de la suspensión (agua más partículas) y del medio poroso. (Vargas, 2004)
- 2.3.14. GRADO DE TRATAMIENTO.**- Eficiencia de remoción de una planta de tratamiento de aguas residuales para cumplir con los requisitos de calidad del cuerpo receptor o las normas de reúso. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.15. LODO ACTIVADO.**- Lodo constituido principalmente de biomasa con alguna cantidad de sólidos inorgánicos que recircula del fondo del sedimentador secundario al tanque de aeración en el tratamiento con lodos activados. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.16. LODO CRUDO.**- Lodo retirado de los tanques de sedimentación primaria o secundaria, que requiere tratamiento posterior (espesamiento o digestión). (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.17. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.**- Conjunto de obras de recolección, tratamiento y disposición y acciones de operación,

monitoreo, control y vigilancia en relación a las aguas residuales.  
(NORMA OS. 090, 2006)

- 2.3.18. **PH.-** Logaritmo con signo negativo de la concentración de iones hidrógeno, expresado en moles por litro. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.19. **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.20. **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (PTAR):** conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar aguas residuales. (Castañeda, 2008)
- 2.3.21. **REUSO DE AGUAS RESIDUALES.-** Utilización de aguas residuales debidamente tratadas para un propósito específico. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.22. **SÓLIDOS DISUELTOS.-** Se consideran aquellos que pasan a través de la membrana de filtración. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.23. **SÓLIDOS SEDIMENTABLES.-** Son aquellos que precipitan bajo acción de la gravedad. La determinación se realiza generalmente en un cono Imhoff dejando la muestra en reposo durante una hora. El resultado se reporta en ml/L. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.24. **TUBIDEZ.-** Es una medida del grado de oscuridad del agua. Indica que el agua no es clara por contener material insoluble tal como sólidos suspendidos, aceite disperso o burbujas de as. Cuando el agua es muy turbia se puede presentar problemas de taponamiento. JAIMES CAMPOS Diana Marcela y PICO JIMENEZ María Isabel (2009).
- 2.3.25. **TRATAMIENTO CONJUNTO.-** Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales en la misma planta. Sirve para dimensionar un sistema de remoción (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.26. **TRATAMIENTO PRIMARIO.-** Remoción de una considerable cantidad de materia en suspensión sin incluir la materia coloidal y disuelta. (NORMA OS. 090, 2006)

- 2.3.27. TRATAMIENTO QUÍMICO.-** Aplicación de compuestos químicos en las aguas residuales para obtener un resultado deseado; comprende los procesos de precipitación, coagulación, floculación, acondicionamiento de lodos, desinfección, etc. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.28. TRATAMIENTO SECUNDARIO.-** Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión. (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.29. TRATAMIENTO Terciario.-** Proceso de tratamiento fisicoquímico o biológico para alcanzar un grado de tratamiento superior al tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros como:
- remoción de sólidos en suspensión (microcribado, clarificación química, filtración, etc.);
  - remoción de complejos orgánicos disueltos (adsorción, oxidación química, etc.);
  - remoción de compuestos inorgánicos disueltos (destilación, electrodiálisis, intercambio iónico, ósmosis inversa, precipitación química, etc.);
  - remoción de nutrientes (nitrificación-denitrificación, desgasificación del amoníaco, precipitación química, asimilación, etc.). (NORMA OS. 090, 2006)
- 2.3.30. VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA).-** Es aquel valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente No doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido en sus parámetros aprobados causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, tratamiento de aguas residuales y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de aguas residuales. ( D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, 2009)

**2.3.31. VERTIMIENTO.-** Es cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto, que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas negras o servidas, a un cuerpo de agua (Castañeda, 2008).

## **2.4. MARCO TEÓRICO.**

### **2.4.1. SISTEMA DE FILTRADO AUTOMÁTICO.**

Consiste en un conjunto de componentes de filtro. Estas son capaces de remover algas, lodos y otros contaminantes orgánicos además de la arena, gravillas y demás componentes inorgánicos.

**Figura 2 - Sistema de Filtrado Automático**



Fuente: Yardney

#### **2.4.1.1. Operatividad**

El sistema de filtrado se implementará a la salida del sedimentador, queriendo remover los sólidos disueltos causantes de la turbidez.

El agua ingresa al primer filtro de malla de gruesa, de perforaciones de 3.2 centímetros (320 milímetros), removiendo sólidos mayores. Posteriormente viaja hacia la malla fina, de 0.6 centímetros (60 milímetros), atrapando los sólidos menores. Se dará inicio al proceso de autolavado debido a una pérdida de presión o por un tiempo programado.

#### 2.4.1.2. Ventajas

- El cuerpo del filtro está fabricado en Acero Inoxidable standard de uso rudo que brinda resistencia a la corrosión en la mayoría de los climas
- Mecanismo autolimpiante de muy bajo mantenimiento y muy durable.
- Mecanismo de limpieza interno accionado en forma hidráulica o eléctrica.
- El hecho de que la malla esté fabricada en secciones permite un fácil remplazo de solo una parte del cartucho contra las mallas que ofrece la competencia donde se tiene que cambiar el cartucho completo si existe algún daño en alguna parte de la malla.
- Diseño compacto que permite una instalación simple en cualquier posición u orientación con un mínimo de espacio requerido.
- Ánodo de sacrificio
- Las secciones de la malla se ensamblan fácilmente entre si permitiendo que el cambio de cartucho sea mucho más fácil.
- Un mínimo de partes en movimiento que se traduce en alta confiabilidad en el campo.

#### 2.4.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La planta de tratamiento de aguas residuales es un sistema de que cuenta con pre-tratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario, así como sistema de tratamiento de lodos; los cuales se describen a continuación:

##### 2.4.2.1. PRE-TRATAMIENTO

###### **Compuertas Principales**

Se cuenta con dos compuertas ubicadas en el buzón de derivación, frente al portón del estadio de Unacem. Las compuertas derivan el paso de agua al sistema de alcantarillado (sistema de contingencia) o a la PTAR.

### **Cámara de Rejas**

Permiten la captación de sólidos de volúmenes mayores; se cuenta con dos sistemas, el primero automática y el segundo manual. El sistema de rejas manual es activado al detectar que el nivel de agua a la entrada de la cámara de rejas es elevado accionando la boya debido a la acumulación de sólidos. Al activarse el colector interno transporta los sólidos hacia una escobilla interna y mediante un sistema de limpieza interna de aspersion de agua provoca que los sólidos caigan hacia un tornillo sin fin llegando a un depósito para su disposición.

### **Medidor de Caudal**

También llamado aforador tipo parshall, mide el caudal de ingreso y salida de la PTAR enviando una señal al control lógico programable (PLC) donde se registra:

- Caudal de ingreso
- Caudal de salida
- Nivel de los tanques de regulación 1 y 2
- Nivel de los tanques de filtración e impulsión a cisterna y reservorios.
- Funcionamiento de todos los motores de la PTAR.

### **Filtro tipo Canastilla**

Tiene la finalidad de capturar los sólidos de menor volumen, aquellos que no fueron capturados por las cámaras de rejas.

## **2.4.2.2. TRATAMIENTO PRIMARIO**

### **Tanques de Regulación**

Se cuenta con dos tanques de regulación, teniendo la finalidad de acumular el agua residual para la homogenización de la turbidez mediante el agitador sumergible (automático) y el control del flujo, logrando que permanezca constante y uniforme.

Además cada tanque de regulación cuenta con una bomba, la cual permite dirigir el agua hacia el sedimentador. Estas bombas trabajan de manera alterna, nunca a la misma vez.

### **Sedimentador**

Es el componente donde se emplea el tratamiento químico aplicando la correcta dosificación de coagulante mediante la agitación de mezcla rápida para lo cual se realiza previamente la prueba de jarras.

El objetivo de aplicación de polímeros es la unión de los sólidos, provocando que se genere una mayor masa y por consecuencia la precipitación por gravedad formando un sistema coloidal. Luego de este proceso el agua encontrándose con menor cantidad de sólidos rebosa hacia el aireador.

Los sólidos atrapados en el proceso son enviados hacia el tanque de lodos mediante la válvula ubicada en la parte inferior del sedimentador.

## **2.4.2.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO**

### **Cámara de Aireación**

Tiene la finalidad de oxigenar al agua residual mediante la inyección de aire.

### **Cámara de Partición**

Realiza la distribución del agua residual proveniente del aireador hacia los 6 humedales de manera uniforme.

### **Celdas (Humedales)**

Se implementó como medida de prevención geomembrana en cada humedal impidiendo la filtración del agua.

Se encuentran compuestos con tres tipos de piedras, a la entrada la piedra balasto seguida de la piedra de canto rodado que a su vez se encuentra cubiertas por una malla metálica y finalmente la piedra confitillo, extendiéndose por casi todo el humedal. Los humedales cuentan con la vegetación de paragüitas y achiras, las cuales limpian el agua residual de microorganismos a través de la oxigenación.

En cada humedal se cuenta con un buzón, el cual distribuye la salida del agua en cinco puntos distantes abarcando de manera uniforme todo el humedal. Estas salidas tienen unas mangas que realizan el trabajo de filtrado, acumulando el lodo no captado por el sedimentador. Estos lodos extraídos vuelven a los tanques de sedimentación regresando al ciclo de tratamiento.

Cada humedal es independiente por lo que cada salida desemboca en una tubería central dirigiéndose al aforador parshall.

#### **Aforador Parshall**

Al igual que el primer medidor de caudal nos brinda los datos de medición del efluente, con la diferencia que en este proceso se obtiene la información del agua tratada.

### **2.4.2.4. TRATAMIENTO TERCIARIO**

#### **Sistema de Microfiltración**

El agua tratada proveniente del aforador se almacena en un tanque subterráneo, del cual es bombeado hacia el sistema de microfiltrado donde el agua continúa con el tratamiento de limpieza de microorganismos.

#### **Tanque de Impulsión y Desinfección con Cloro**

Recibe el agua proveniente del sistema de microfiltración. Cuenta con dos bombas las cuales impulsarán el agua hacia los tanques de reservorio, adicionalmente cuenta con una bomba sumergida para el abastecimiento de cisternas.

Todas las bombas se encuentran conectadas al sistema de clorado, el cual se activa cuando las bombas comienzan a impulsar el agua hacia los tanques de reservorio y cisternas, logrando desinfectar el agua residual para el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental

### **2.4.2.5. TRATAMIENTO DE LODOS**

#### **Tanque de Lodos**

Cuenta con la capacidad promedio de 2.5 m<sup>3</sup> para la recepción del efluente proveniente del sedimentador. Tiene la finalidad de separar

el agua de los sólidos para obtener lodos secos, mediante la agitación constante mezclando el polímero que ingresa al proceso en forma de chorro continuo.

### **Bomba Diafragma**

Trabaja mediante una compresora, la cual brinda la presión de aire que se requiere para llevar los sólidos provenientes del tanque de lodos aún con agua hacia el filtro de prensa.

### **Filtro de Prensa**

Tiene por finalidad deshidratar los sólidos atrapados en el filtro. Esto se realiza mediante una bomba hidráulica de presión, la cual cierra las placas. Pasando 15 minutos se abren las placas y se retira los lodos secos, los cuales son utilizados para la producción del compost.

## Capítulo III

# FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

### 3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

#### 3.1.1. Método.

Método Descriptivo.

La presente investigación se realizó basándose en la recolección de información, la cual fue útil para el conocimiento de la problemática que se presenta, jerarquizar los objetivos y el planteo de las hipótesis; así como, el estudio de la relación de las variables.

#### 3.1.2. Tipo.

Investigación Aplicada o Tecnológica.

El desarrollo de la investigación presenta la finalidad de optimizar el proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, y el planteamiento que sustenta para dicho fin es la implementación del sistema de filtrado automático, basándose principalmente en la optimización del proceso con la aplicación de nuevas tecnologías.

### **3.1.3. Nivel.**

Investigación Correlacional.

El desarrollo de los resultados muestra estudios cuantitativos realizados y presentados mediante tablas y gráficos, las cuales periten medir el grado de relación que existe entre las variables planteadas.

## **3.2 DISEÑO.**

Descriptivo – Correlacional.

Como se sustentó en la metodología de la investigación, la investigación se basa en la recopilación de información buscando el conocimiento de la problemática, relacionando las variables y mostrando estas mediante tabas y gráficos para la medición del relacionamiento planteado.

## **3.3 VARIABLES.**

### **3.3.1 Variable Independiente: Sistema de Filtrado Automático.**

De acuerdo al D.S. N° 022-2009-VIVIENDA promueve la implementación de Tratamiento Preliminar Avanzado, del cual detalla: (...) utiliza mecanismos físicos de cribado fino o tamizado fino, usando mallas o militamices con aberturas que varían de 0.25 mm hasta 600 mm. Su objetivo es acondicionar el agua residual retirando sólidos de tamaño superior a la abertura de la malla o militamiz.

### **3.3.2 Variable Dependiente: Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.**

De acuerdo al D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, las aguas provenientes de las PTAR no domésticas deben de cumplir con los parámetros descritos en la tabla. Sin embargo el presente proyecto presenta como finalidad optimizar la captación de sólidos mediante la implementación de del sistema de filtrado automático logrando la optimización de la PTAR por lo que se consideró trabajar con los parámetros de Turbidez, Sólidos disueltos (no considerados en los parámetros de VMA) y Sólidos Suspendidos totales (presente en el parámetro de VMA) el cual cumple con la legislación.

**Tabla 1 - Valores Máximos Admisibles**

<b>ANEXO 1</b>	<b>VMA</b>	<b>Unidad</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	500	mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1000	mg/L
Sólidos suspendidos totales (S.S.T.)	500	mg/L
Aceites y grasas (AyG)	100	mg/L
<b>ANEXO 2</b>	<b>VMA</b>	<b>Unidad</b>
Aluminio	10	mg/L
Arsénico	0.5	mg/L
Boro	4	mg/L
Cadmio	0.2	mg/L
Cianuro	1	mg/L
Cobre	3	mg/L
Cromo hexavalente	0.5	mg/L
Cromo Total	10	mg/L
Manganeso	4	mg/L
Mercurio	0.02	mg/L
Níquel	4	mg/L
Plomo	0.5	mg/L
Sulfatos	500	mg/L
Sulfuros	5	mg/L
Zinc	10	mg/L
Nitrógeno Amoniacal	80	mg/L
Ph	6-9	
Sólidos sedimentables	8.5	MI/L/h
Temperatura	<35	°C

Fuente: D.S. N° 021-2009-VIVIENDA

### **3.4 HIPÓTESIS.**

#### **3.4.1 Hipótesis General.**

La implementación del sistema de filtrado automático influye significativamente en la optimización de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Unacem - Villa María del Triunfo.

#### **3.4.2 Hipótesis Específicos.**

- A. La eficiencia del Sistema de filtrado automático influye significativamente en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- B. La captación de sólidos produce efectos significativos en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- C. El sistema de filtrado automático favorece significativamente en la Calidad del efluente.

### **3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA.**

#### **3.5.1 Población.**

El sistema de la planta de tratamiento de aguas residuales de Unacem es considerado integral por contar con un pre- tratamiento, tratamiento primario, secundario y terciarios, además de un tratamiento de lodos; cada uno de estos tratamientos se diferencia por los tipos de componentes y de proceso.

El agua proveniente de la Planta de tratamiento de aguas residuales cumple con los parámetros establecidos en la legislación; sin embargo, en los últimos resultados de los monitoreos ambientales realizado de forma semestral muestran deficiencias en la captación de los sólidos (tratamiento primario) por lo que se planteó la realización de este proyecto.

#### **3.5.2 Muestra.**

La deficiencia mostrada en los resultados de los monitoreos realizados se evidencia en el sedimentador, el cual lleva a cabo el proceso físico químico. Es por ello que con fines de realizar este proyecto se trabaja con los resultados de monitoreo obtenidos en el periodo del 2016, evaluando en

dos puntos principalmente (entrada y salida del sedimentador), proponiendo implementar el sistema de filtrado luego de este componente.

### 3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE INFORMACIÓN.

#### 3.6.1 Técnicas.

- Trabajo de monitoreos para medir la eficiencia de cada componente de la PTAR.
- Procesamiento de información recopilada.
- Elaboración de Tablas de consolidación de los monitoreos realizados en cada componente de la PTAR.
- Evaluación del componente con deficiencia y búsqueda de alternativas de solución.
- Estimación de porcentaje de mejora luego de la aplicación del filtro automático.

#### 3.6.2 Instrumentos.

- Laptop con software Excel
- Trabajo de monitoreo de eficiencia: frascos esterilizados de muestro y multiparámetro.

**Tabla 2 - Especificaciones del Multiparámetro**

Instrumento para Medición (Multiparámetro)	
Especificaciones	Rango
<b>Vida de pila</b>	2500 h (Auto Off 10 min)
<b>Medición de temperatura</b>	-5.0...+105.0 °C
<b>Memoria de datos</b>	800 Grupos de datos
<b>Datalogger</b>	Almacenamiento de datos con intervalos de 5 seg. Hasta 60 min.
Tipo de sonda de Oxígeno	
<b>Rango de medición</b>	-0.00 ... 90.00 mg/l
<b>Exactitud</b>	± 0.50 % del valor medido
<b>Resolución</b>	0.00...600 mg/l
Tipo de sonda Electrodo de pH	

<b>Rango de medición</b>	-2.00 ... 19.99 pH
<b>Exactitud (absoluta)</b>	±0.01 pH
<b>Resolución</b>	-19.99...+19.99 pH
Tipo de sonda Electrodo de Conductividad Eléctrica	
<b>Rango de medición</b>	1 μS/cm...500 mS/cm
<b>Exactitud (absoluta)</b>	± 0.10 % del valor medido
<b>Resolución</b>	0.0---70.00

### 3.6.3 PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

#### 3.6.3.1 Medidas estadísticas.

- Para el procedimiento y análisis de la información se emplea como medida de tendencia central a la Media Aritmética.
- El procedimiento que se siguió fue la recolección de datos de los informes de monitoreos de los semestres del año 2016. Se elaboró las tablas de ambos semestres solo mostrando los parámetros a evaluar (turbidez, sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales).
- Finalmente se utilizó la media aritmética como herramienta para obtener el resultado a comparar.

#### 3.6.3.2 Representación.

- Se representa en las siguientes tablas los resultados obtenidos en los monitoreos realizados en cada semestre del 2016.

**Tabla 3 - Resultados de Monitoreo I Semestre 2016**

I SEMESTRE		26 de Abril		27 de Abril		28 de Abril	
Parámetros	Unidades	In	Out	In	Out	In	Out
		Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador
		11:00	11:15	12:15	12:20	12:15	12:00
Turbidez	NTU	0.90	0.90	0.30	0.40	0.90	0.90
<b>Parámetros Físico – Químicos</b>							
Sólidos Disueltos	mg/L	3915.00	3910.00	2047.00	2149.00	2028.00	1834.00
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	247.00	20.00	145.00	20.00	49.00	31.00

Fuente: Informe de Monitoreo realizado por Nakamura Consultores

**Tabla 4 - Resultados de Monitoreo del II Semestre 2016**

II SEMESTRE		24 de Octubre		25 de Octubre		26 de Octubre	
Parámetros	Unidades	In	Out	In	Out	In	Out
		Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador
		17:40	17:55	15:40	16:00	15:45	16:00
Turbidez	NTU	0.55	0.21	0.22	0.12	0.08	0.39
<b>Parámetros Físico – Químicos</b>							
Sólidos Disueltos	mg/L	3400	3400	2000	2072	1758	1819
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	166	17	2000	17	123	23

Fuente: Informe de Monitoreo realizado por Nakamura Consultores

Aplicando la Media Aritmética obtenemos los siguientes datos:

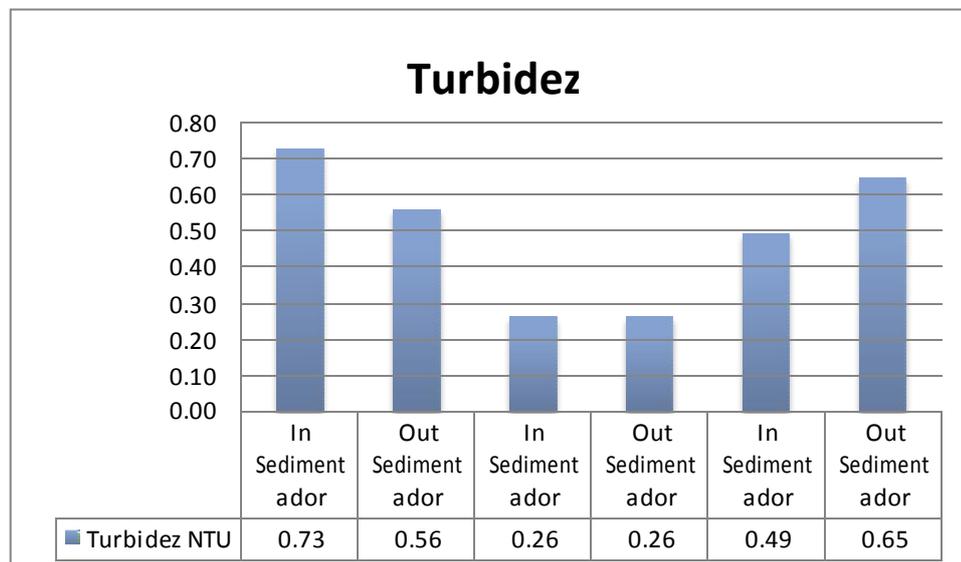
**Tabla 5 - Resultados Aplicando la Media Aritmética**

Parámetros	Unidades	In Sedimentador	Out Sedimentador	In Sedimentador	Out Sedimentador	In Sedimentador	Out Sedimentador
Turbidez	NTU	0.73	0.56	0.26	0.26	0.49	0.65
<b>Parámetros Físico – Químicos</b>							
Sólidos Disueltos	mg/L	3658	3655	2024	2111	1893	1827
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	207	19	1073	19	86	27

Fuente: Elaboración propia

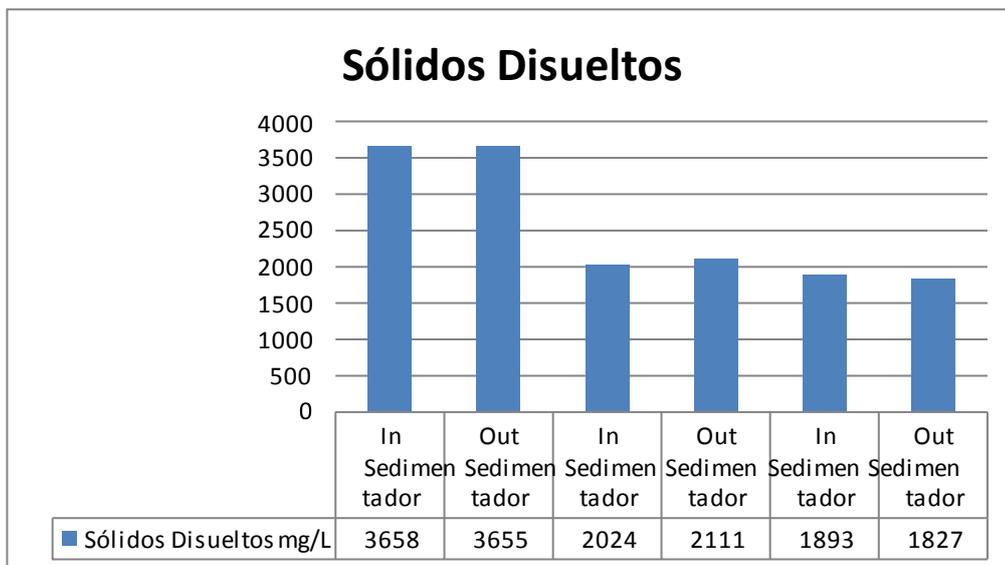
- Se detalla mediante los gráficos los resultados obtenidos en la Tabla 5 – Resultados Aplicando la Media Aritmética.

**Gráfico 1 - Resultado del Parámetro Turbidez**



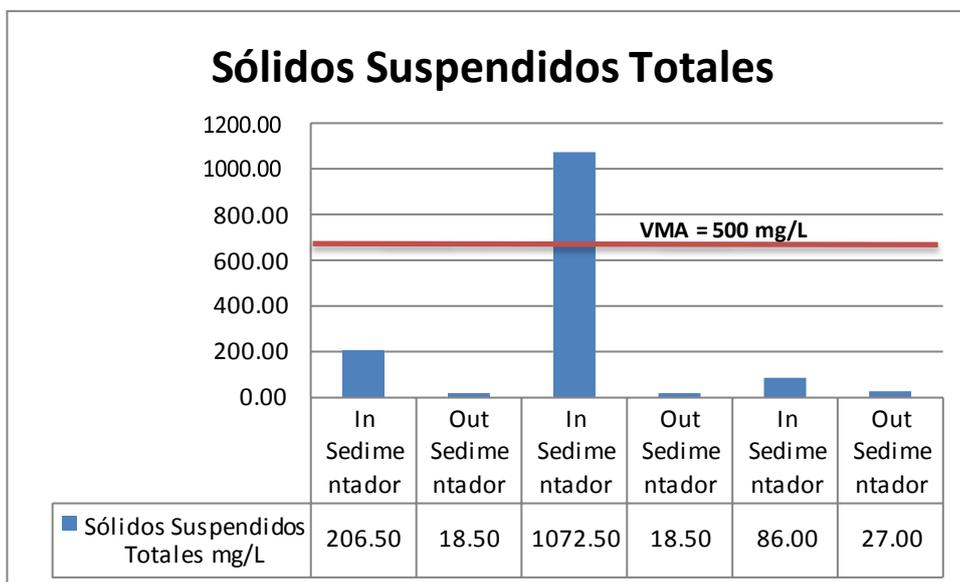
Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 2 - Resultado del Parámetro Sólidos Disueltos**



Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 3 - Resultado del Parámetro de Sólidos Suspendedos Totales**

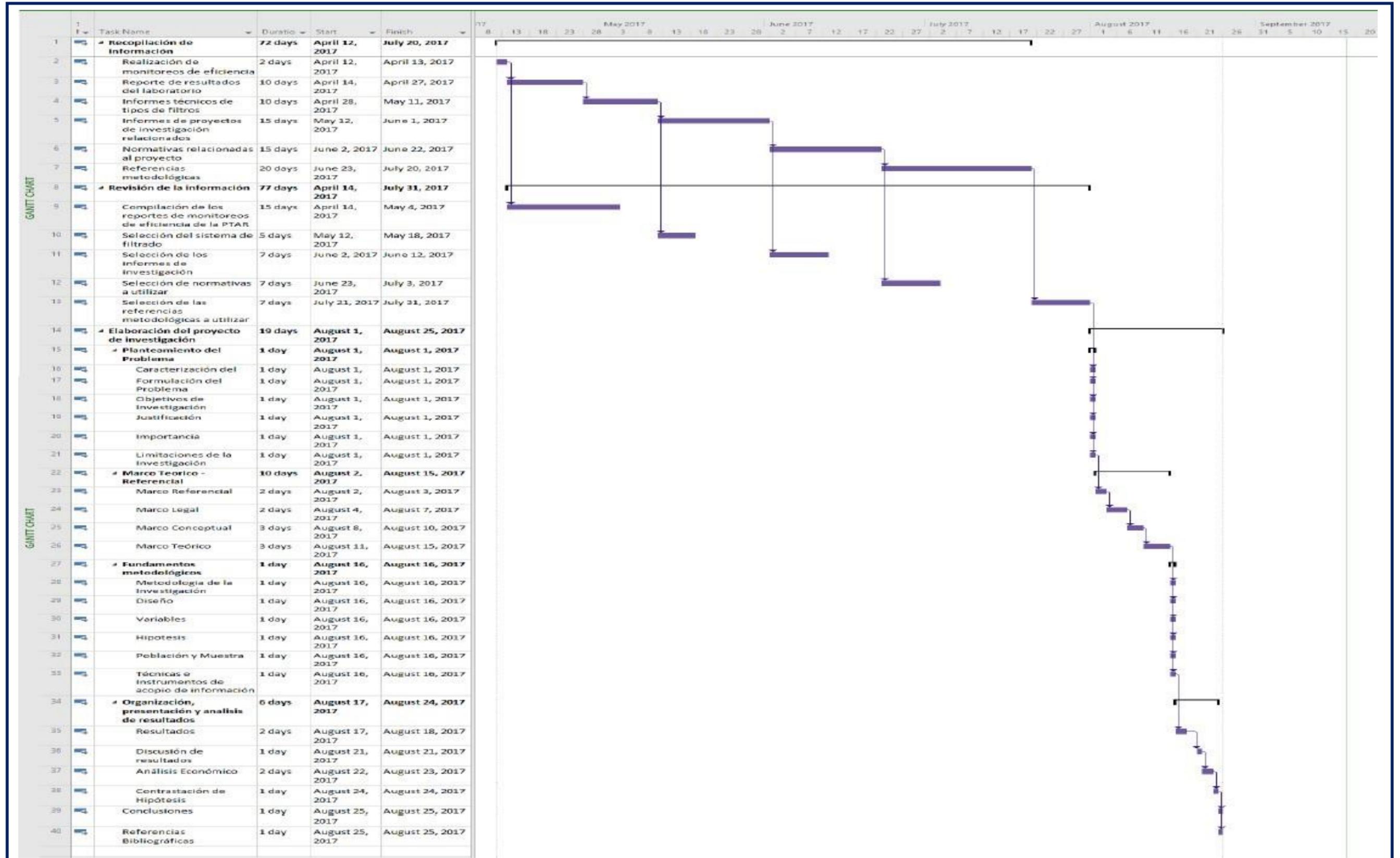


Fuente: Elaboración Propia

#### **3.6.4 Contraste o Comprobación de la hipótesis.**

Previa a la comparación de los resultados finales con las hipótesis planeadas, se realizará la comparación de los resultados de la media aritmética con los resultados estimados luego de la implementación del sistema de filtrado automático.

3.6.5 Cronograma de Realización de la Investigación.



## **CAPITULO IV**

# **ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4.1 Resultados**

Se realizó los cálculos con cada uno de los resultados diarios obtenidos en los informes de monitoreos de eficiencia. Para obtener estos resultados se trabajó con los siguientes datos; 635 milímetros de ingreso y de 0.4 milímetros de salida, medidas de las mallas incorporadas en el filtro automático.

**Tabla 6 - Resultados con la Implementación del Filtro Automático**

RESULTADOS		DIA 1		DIA 2		DIA 3	
Parámetros	Unidades	Ingreso Filtrado Automático	Salida Filtrado Automático	Ingreso Filtrado Automático	Salida Filtrado Automático	Ingreso Filtrado Automático	Salida Filtrado Automático
Turbidez	NTU	0.36	0.052	0.13	0.024	0.25	0.060
<b>Parámetros Físico – Químicos</b>							
Sólidos Disueltos	mg/L	1828.75	342.66	1011.75	197.86	946.50	171.23
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	103.25	1.73	536.25	1.73	43.00	2.53

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2 Discusión de resultados

### 4.2.1 Resultados de los experimentos

En la siguiente tabla se presenta la comparación del efluente proveniente del sedimentador y el efluente proveniente del filtro automático incorporado.

Resumidamente se visualiza a gran manera la disminución de los sólidos disueltos en el efluente, disminuyendo la turbidez y sólidos suspendidos totales, resultando en un 99.38% de mejora en la eficiencia de captación de sólidos.

**Tabla 7 - Comparación de Resultados de Monitoreos VS Resultados con la Implementación del Filtro Automático**

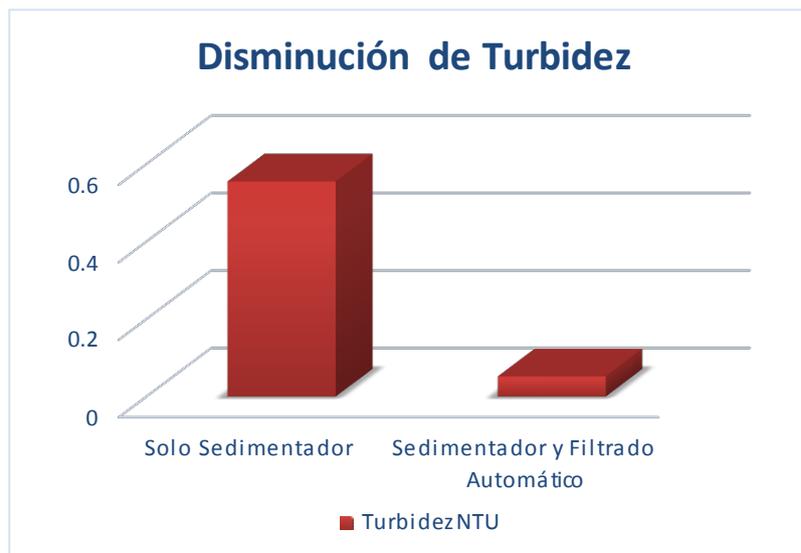
COMPARACIÓN		DÍA 1		DÍA 2		DÍA 3		% de Eficiencia de mejora	
Parámetros	Unidades	Solo Sedimentador	Sedimentador y Filtrado Automático	Solo Sedimentador	Sedimentador y Filtrado Automático	Solo Sedimentador	Sedimentador y Filtrado Automático		
Turbidez	NTU	0.56	0.052	0.260	0.024	0.645	0.060	<b>90.63</b>	
<b>Parámetros Físico – Químicos</b>									
Sólidos Disueltos	mg/L	3655.0	342.7	2110.5	197.9	1826.5	171.2		
Sólidos Suspensivos Totales	mg/L	18.5	1.73	18.5	1.73	27.0	2.53		

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra detalladamente la mejora de la eficiencia en cada parámetro evaluado.

En el gráfico se aprecia la disminución significativa del parámetro de turbidez, resultando un efluente de un color más claro.

**Gráfico 4 - Comparación de Resultados del Parámetro Turbidez**



Fuente: Elaboración Propia

El parámetro más crítico y la principal preocupación es el de sólidos disueltos ya que en los resultados de los monitoreos siempre presenta resultados altos. Sin embargo con la implementación del filtro automático este problema fue resuelto, disminuyendo en un 99.38% lo sólidos.

**Gráfico 5 - Comparación de Resultados del Parámetro Sólidos Disueltos**



Fuente: Elaboración Propia

Si bien el parámetro de sólidos suspendidos totales cumple con el valor indicado en los valores máximos admisibles, en casos especiales este aumenta el valor. Con el sistema de filtrado automático se visualiza la disminución significativa de este parámetro.

**Gráfico 6 - Comparación de Resultados del Parámetro Sólidos Suspendedos Totales**



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3 Análisis económico

El análisis económico se realizó en base al costo de mantenimiento debido a la obstrucción por las partículas, lo cual tendría una inversión de S/ 647,770.00 el cual incluye trabajos propios y de terceros en actividades de mantenimiento; mientras que la implementación del sistema de filtrado tiene una inversión de S/ 77,775.00 y un costo de mantenimiento de S/10,540.00. Se ha considerado un tiempo de 05 años ya que es el tiempo de vida que ofrece la implementación del sistema de filtrado. A continuación se puede observar un cuadro de costos para cada propuesta:

**Tabla 8 - Análisis Económico de Mantenimiento**

N°	Proceso Involucrado en PTAR	Detalle de actividades Mantenimiento	Cantidad	Frecuencia	Costo Total (05 años)
1	Aireador	Mantenimiento tuberías y válvulas	1	Semestral	S/. 2,880.00
		Mantenimiento por acumulación de partículas sólidas sedimentables	1	Semestral	
		Horas Hombre	1	Semestral	
		Materiales/Herramientas	1	Semestral	S/. 700.00
2	Cámara de Partición	Mantenimiento tuberías y válvulas	1	Mensual	S/. 4,320.00
		Mantenimiento por acumulación de partículas sólidas sedimentables	1	Mensual	
3	Humedales	Limpieza y mantenimiento de tuberías, mangas, tuberías corrugadas	6	Diaria	S/. 32,400.00
		Reposición, disposición y limpieza de piedra balastro (94m3)	6	Anual	S/. 211,500.00
		Reposición, disposición y limpieza de confitillo (236m3)	6	Anual	S/. 254,880.00
		Retiro, limpieza y reinstalación de piedras gaviones	6	Anual	S/. 139,500.00
		Movimiento de plantones	6	Anual	S/. 1,590.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 647,770.00</b>

Fuente: Unacem

**Tabla 9 - Análisis Económico de Implementación del Sistema de Filtrado Automático**

Nº	Proceso de Mejora en PTAR – Sistema de Filtrado	Detalle de actividades	Cantidad	Frecuencia	Costo Total (05 años)
1	Implementación	04 filtros: sistema de filtrado	4	5 años	S/. 77,775.00
		04 Válvulas automáticas para retrolavado	4		
		Medias Filtrantes	4		
		Bomba alimentación	1		
		Bomba retrolavado	1		
		Tablero de Potencia	1		
2	Mantenimiento	Mantenimiento de Medio Filtrante	4	5 años	S/. 2,040.00
		Mantenimiento de Válvulas Automáticas (jebes, otros)	1	2 años	S/. 4,250.00
		Mantenimiento de bombas alimentación y retrolavado (jebes, sellos, otros)	1	2 años	S/. 4,250.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 88,315.00</b>

Fuente: Unacem

#### 4.4 Contrastación de Hipótesis

En la tabla 10 – Contrastación de Hipótesis VS Resultados se detalla la veracidad de las hipótesis formuladas.

Tabla 10 - Contratación de Hipótesis VS Resultados

HIPÓTESIS PRINCIPAL	RESULTADOS
<p><b>La implementación del sistema de filtrado automático influye significativamente en la optimización de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Unacem - Villa María del Triunfo.</b></p>	<p>Los resultados obtenidos con la implementación del sistema de filtrado automático muestran la optimización en las características del efluente, las cuales presentan las siguientes mejoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Turbidez: de 0.56 NTU a 0.052 NTU</li> <li>-Sólidos Disuelto: de 3655 mg/L a 342.7 mg/L</li> <li>-Sólidos Suspendidos Totales: de 18.5 mg/L a 1.73 mg/L</li> </ul>
HIPÓTESIS SECUNDARIAS	
<p><b>La eficiencia del Sistema de filtrado automático influye significativamente en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.</b></p>	<p>Se obtuvo como resultado con la implementación del sistema de filtrado automático el 90.63% de mejora en la eficiencia de captación de sólidos.</p>
<p><b>La captación de sólidos produce efectos significativos en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.</b></p>	<p>De acuerdo a los resultados obtenidos los sólidos disueltos totales disminuyo de 18.5 mg/L a 1.73 mg/L, notándose significativamente el aumento de captación de sólidos optimizando el proceso de la Panta de Tratamientos de Aguas Residuales.</p>
<p><b>El sistema de filtrado automático favorece significativamente en la Calidad del efluente.</b></p>	<p>Se mejoró el parámetro de Turbidez de 0.56 NTU a 0.052 NTU, notándose significativamente la optimización el favorecimiento.</p>

Fuente: Elaboración Propia

## CONCLUSIONES

- 1°. De acuerdo a la comprobación de los resultados con las hipótesis, resultaron que todas ellas son verdaderas.
- 2°. La malla de 0.6 centímetro ubicado en la salida del filtro automático permite la mejora de captación de los sólidos, mejorando la turbidez, disminuyendo los sólidos disueltos y como consecuencia los sólidos suspendidos totales.
- 3°. Las características del efluente sufrieron las siguientes mejoras:
  - Turbidez:** presentaba el valor de 0.56 NTU y mejoro al valor de 0.052 NTU.
  - Sólidos Disuelto:** presentaba el valor de 3655 mg/L y mejoro al valor de 342.7 mg/L.
  - Sólidos Suspendidos Totales:** presentaba el valor de 18.5 mg/L y mejoro al valor de 1.73 mg/L.
- 4°. Los efectos resultantes de la optimización de la eficiencia de captación de sólidos mediante la implementación del sistema de filtrado son favorables disminuyendo el paso de sólidos.
- 5°. Con la implementación del sistema de filtrado automático se obtuvo un 90.63 % de mejora en la eficiencia de captación de sólidos en la planta de tratamiento de aguas residuales Unacem.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (2009). LEY DE RECURSOS HIDRICOS. MINISTERIO DEL AMBIENTE: MINAM.
2. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (2010). REGLAMENTO DE LA LEY DE RECURSOS HIDRICOS. MINISTERIO DEL AMBIENTE: MINAM.
3. CARDENAS CASTAÑEDA Diana Constanza (2008). En la tesis “OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PARA SU REUSO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA INDUSTRIA DE JABONES.”, presentada en la Universidad de la Salle– Bogotá, Colombia.
4. Castañeda, D. C. (2008). OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PARA SU REUSO EN EL PROECESO PRODUCTIVO DE UNA INDUSTRIA. BOGOTA : UNIVERSIDAD DE LA SALLE.
5. COOPERACIÓN ALEMANA. (SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO). DIAGNÓSTICO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGAS RESIDUALES EN EL ÁMBITO DE OPERACIÓN DE LAS ENTIDADES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO. 2015: SUNASS.
6. CRUZ HENAO Claudia Patricia (2015). En la tesis “DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PILOTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL SECTOR INMOBILIARIO PRIVADO EN LA CIUDAD DE MANIZALES”, presentada en la Universidad de Manizales, Manizales – Colombia.
7. Decreto Legislativo N° 1078. (2008). Modificatoria de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio del Ambiente: MINAM.
8. Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM. (2009). Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio del Ambiente: MINAM.
9. Decreto Supremo N° 015-2012-VIVIENDA. (2012). REGLAMENTO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL PARA POYECTO VINCULADOS A LAS ACTIVIDADES DE URBANISMO, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO: VIVIENDA.

10. Decreto Legislativo N° 1055. (2008). Modifica la Ley General del Ambiente. Ministerio del Ambiente: MINAM.
11. D.S. N.° 021-2009-VIVIENDA. (2009) APRUEBAN VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLASO SANITARIO. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO: VIVIENDA.
12. D.S. N° 021-2009-VIVIENDA (VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO 2009).
13. D.S. N.° 003-2011-VIVIENDA, REGLAMENTO DEL DS N° 021-2009-VIVIENDA, QUE APRUEBA LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.
14. FERNANDEZ ACUÑA Sebastián Ignacio (2015). En la tesis “TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE PLANTAS DE TRATAMIENO DE AGUA POTABLE EN CHILE”, presentada en la Universidad de Chile – Santiago de Chile.
15. INEGI. (2005). Metodología de la Investigación. 2005, de CVA Sitio web: <http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/22-%20CURSO%20DE%20METODOLOG%C3%8DA%20DE%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N.pdf>.
16. JAIMES CAMPOS Diana Marcela y PICO JIMENEZ María Isabel (2009). En la tesis “TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE PLANTAS DE TRATAMIENO DE AGUA POTABLE EN CHILE”, presentada en la Universidad Industrial de Santander– Bucaramanga, Colombia.
17. Ley N° 28611. (2005). Ley General del Ambiente. Ministerio del Ambiente: MINAM.
18. Ley N° 27446. (2001). Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio del Ambiente: MINAM.
19. MENDEZ MELGAREJO Fortunato Vidal y FELICIANO MUÑOZ Osiris, (2010). En la tesis “PROPUESTA DE UN MODELO SOCIO ECONÓMICO DE MAESTRO EN PROYECTOS DE INVERSIÓN”, presentada en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú
20. NORMA OS. 090 (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES 23 de MAYO de 2006).

21. QUIROZ PEDRAZA Pedro Alexis (2009). En la tesis “PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA REGADIO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MAYOR”, presentada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú.
22. Salud, O. P. (2005). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS, TANQUES IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN*. Lima.
23. VALENCIA LÓPEZ Adriana Elizabeth (2013). En la tesis “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CABECERA PARROQUIAL DE SAN LUIS – PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, presentada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador.
24. Vargas, L. d. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida* . Lima.

# **ANEXO 1: Matriz de Operacionalización de Variables y de Consistencia de la Investigación**

OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FILTRADO AUTOMÁTICO EN UNACEM-VILLA MARÍA DEL TRIUNFO -2017	
Título	
Ramírez Guillen Lesli Karolin Yda	
Apellidos y nombres	
lesliio496@gmail.com	947627476
e-mail	Celular
<b>Situación problemática:</b>	
<p>En la actualidad resulta dificultoso captar el porcentaje óptimo de los sólidos antes del ingreso del efluente a los humedales, esto debido a la alta concentración de sólidos presentes en los efluentes; además estos ocasionan problemas posteriores como obstrucciones en tuberías y válvulas de la cámara de partición, dificultades en el ingreso a los humedales e interferencias en la medición de turbidez, asimismo demanda desarrollar un programa continuo y frecuente en mantenimiento de las mangas y sistemas de filtrado, lo que genera un alto costo de operación y el uso mayor de polímeros, perdiendo el enfoque de desarrollo sostenible.</p>	
<b>Problema de investigación</b>	
¿De qué manera la implementación del sistema de filtrado automático favorece a la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales en UNACEM – Villa María del Triunfo?	
<b>Justificación de la investigación</b>	
<p>El presente proyecto se basa en el enfoque del desarrollo sostenible, como principal aspecto el socio-ambiental, optimizando la eficiencia en la captación de partículas y/o sólidos con la implementación del sistema de filtrado automático en la PTAR a fin de captar la mayor cantidad de sólidos y mejorar la calidad del efluente tratado durante el proceso de tratamiento para los siguientes beneficios sociales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El reúso de las aguas en el regado de las áreas verdes en las instalaciones del colegio donde asisten hijos de pobladores</li> <li>• La realización del compost, utilizándolo en el crecimiento y enriquecimiento de los árboles donados a los pobladores de las diferentes comunidades.</li> </ul> <p>Además aportará ambientalmente en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La minimización del periodo de mantenimiento en el sistema de filtrado y sedimentador con los cuales se cuenta en la actualidad, minimizando la generación de residuos sólidos peligrosos.</li> </ul>	

	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Ítems
General	¿De qué manera la implementación del sistema de filtrado automático favorece a la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales en UNACEM – Villa María del Triunfo?	Determinar la influencia de la implementación del sistema de filtrado automático en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en UNACEM-Villa María del Triunfo.	La implementación del sistema de filtrado automático influye significativamente en la optimización de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Unacem - Villa María del Triunfo.	X: Sistema de filtrado automático. (Variable Independiente)	Captación de Sólidos	Volumen de Sólidos.	L	5
						Humedad	%	7
					Eficiencia del Sistema de filtrado automático.	Turbidez	NTU	3
						Cantidad Sólidos disueltos	mg/L	1
				Y: Optimización de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.(Variable dependiente)	Calidad de Efluente	Valor de Oxígeno Disuelto	mg/L	4
						Cantidad de Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2
					Tiempo de vida de Humedales	Limpieza de Humedales	Meses	6
						Presupuesto a demandar	S/.	8

	Problemas	Objetivos	Hipótesis
Específicos	1 ¿Cómo influye la eficiencia del Sistema de filtrado automático en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales?	Determinar la influencia de la eficiencia del Sistema de filtrado automático en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	La eficiencia del Sistema de filtrado automático influye significativamente en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
	2 ¿Qué efectos produce la captación de sólidos en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales?	Determinar los efectos la captación de sólidos en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	La captación de sólidos produce efectos significativos en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
	3 ¿En qué medida favorece el sistema de filtrado automático en la Calidad del efluente?	Determinar la influencia del Sistema de filtrado automático en la Calidad de efluente.	El sistema de filtrado automático favorece significativamente en la Calidad del efluente.

**ANEXO 2: Evidencias fotográficas de la  
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

Las imágenes que a continuación se presentan se tomaron con la finalidad de mostrar la problemática existente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la empresa UNACEM ubicada en Av. Atocongo 2444 – Villa María del Triunfo.

### Poza de Regulación



Como se muestra en la imagen, el agua que ingresa al proceso de la PTAR presenta una turbidez alta, a lo mismo de la cantidad de sólidos disueltos y suspendidos.

### Sedimentador



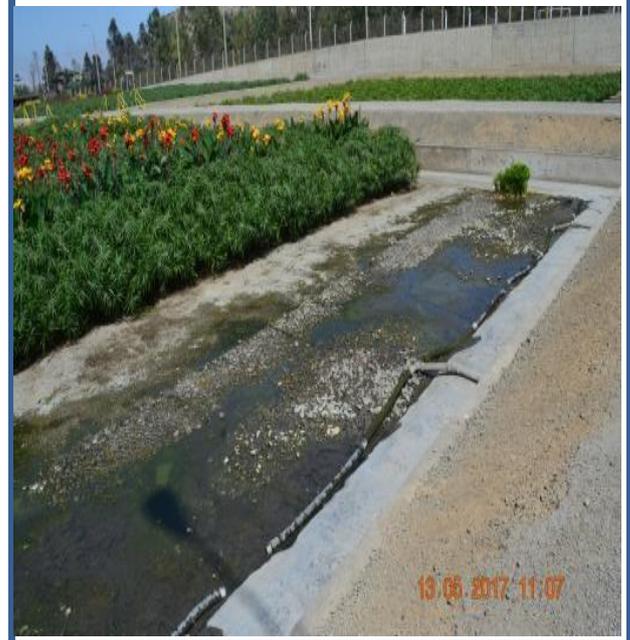
El tratamiento de sedimentador en la actualidad presenta muchas deficiencias, como muestra en la imagen. A la entrada del proceso se puede visualizar gran cantidad de sólidos disueltos presentes en el efluente; sin embargo, a la salida del sedimentador los sólidos aún suelen ser visibles provocando deficiencia en los procesos siguientes.

## Sistema de Aireación



El sistema de aireación tiene la finalidad de controlar el oxígeno disuelto presente en el efluente; sin embargo se puede apreciar sólidos suspendidos en este proceso.

## Humedales



Los humedales realizan el proceso biológico, por lo que los efluentes deberían de llegar sin carga sólida hasta este proceso; sin embargo, la carga sólida llega a este proceso disminuyendo el tiempo de vida de los humedales y provocando la necesidad de mantenimiento con mayor frecuencia.

## **ANEXO 3: Diapositivas**



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES MEDIANTE LA  
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA  
DE FILTRADO AUTOMÁTICO EN  
UNACEM-VILLA MARÍA DEL  
TRIUNFO-2017”**

**Presentado por:**  
**Bach. Ramírez Guillen, Lesli Karolin Y.**

**LIMA- PERU**  
**2017**

# INTRODUCCIÓN





# PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera la implementación del sistema de filtrado automático favorece a la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales en UNACEM – Villa María del Triunfo?

## Problemas Específicos

¿Cómo influye la eficiencia del Sistema de filtrado automático en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales?

¿Qué efectos produce la captación de sólidos en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales?

¿En qué medida favorece el sistema de filtrado automático en la Calidad del efluente?



# Objetivo General

Determinar la influencia de la implementación del sistema de filtrado automático en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en UNACEM-Villa María del Triunfo.

## Objetivos Específicos

Determinar la influencia de la eficiencia del sistema de filtrado automático en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Determinar los efectos la captación de sólidos en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Determinar la influencia del Sistema de filtrado automático en la Calidad de efluente



# MARCO REFERENCIAL

## Antecedentes teóricos.

**MENDEZ MELGAREJO Fortunato Vidal y FELICIANO MUÑOZ Osiris, (2010).** En la tesis **“PROPUESTA DE UN MODELO SOCIO ECONÓMICO DE MAESTRO EN PROYECTOS DE INVERSIÓN”**, presentada en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú

**QUIROZ PEDRAZA Pedro Alexis (2009).** En la tesis **“PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA REGADIO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MAYOR”**, presentada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú

**VALENCIA LÓPEZ Adriana Elizabeth (2013).** En la tesis **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CABECERA PARROQUIAL DE SAN LUIS – PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**,

# MARCO CONCEPTUAL



## SISTEMA DE FILTRADO AUTOMÁTICO

Consiste en un conjunto de componentes de filtro. Estas son capaces de remover algas, lodos y otros contaminantes orgánicos además de la arena, gravillas y demás componentes inorgánicos.



## PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La planta de tratamiento de aguas residuales es un sistema de que cuenta con pre-tratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario, así como sistema de tratamiento de lodos; los cuales se describen a continuación:

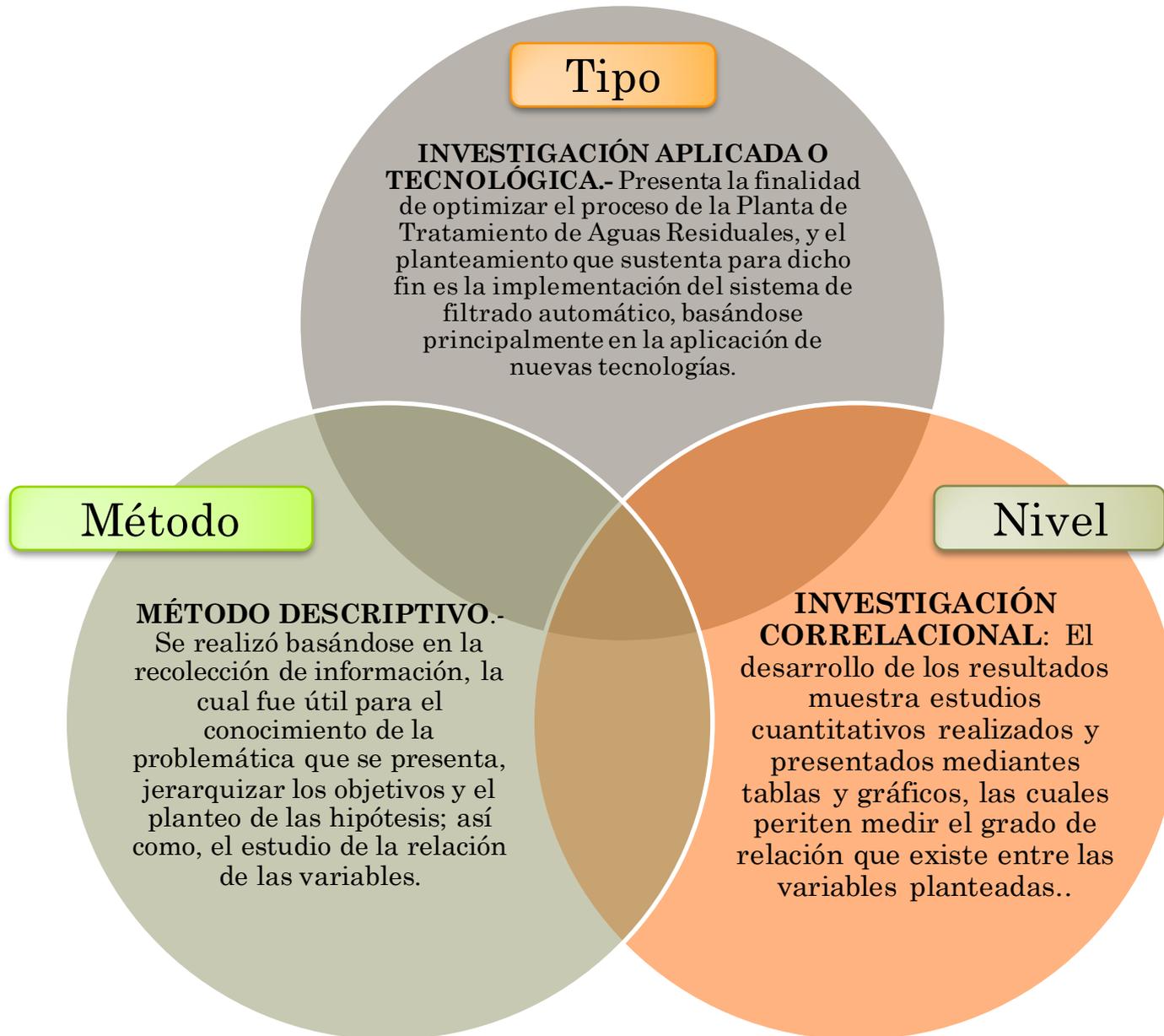
- Pre - Tratamiento
- Tratamiento Primario
- Tratamiento Secundario
- Tratamiento Terciario
- Tratamiento de Lodos



# Marco Teórico



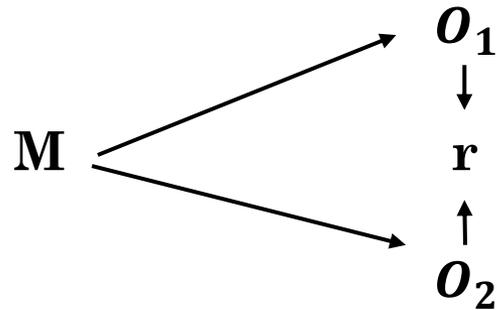
# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



# DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

## Diseño Correlacional

la investigación se basa en la recopilación de información buscando el conocimiento de la problemática, relacionando las variables y mostrando estas mediante tablas y gráficos para la medición del relacionamiento planteado.



Donde:

M : Muestra

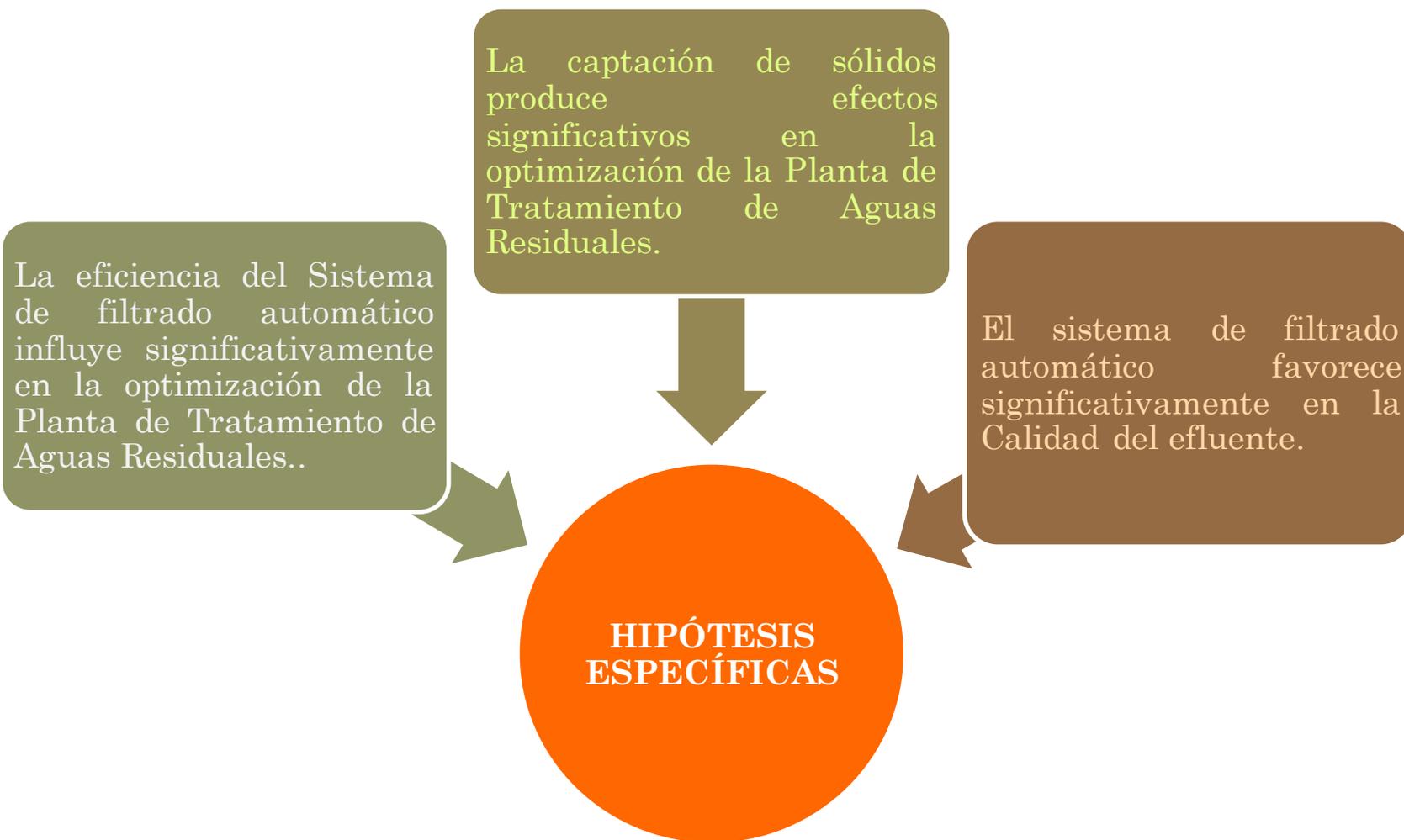
O<sub>1</sub> : Observación de la V.1.

O<sub>2</sub> : Observación de la V.2.

r : Correlación entre dichas variables.

# HIPÓTESIS GENERAL

La implementación del sistema de filtrado automático influye significativamente en la optimización de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Unacem - Villa María del Triunfo.





## Muestra

Conformada por el sistema de sedimentador, el cual se optimizará con el sistema de filtrado.

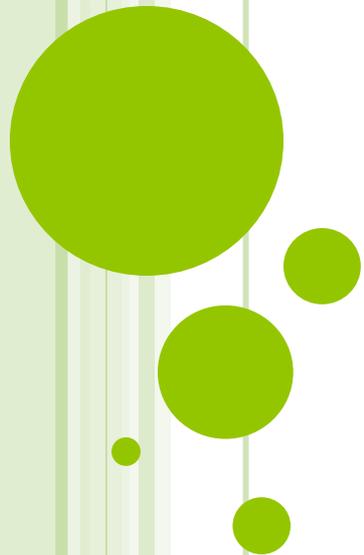
## Población

Está conformada por todos los procesos de los componentes presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales-UNACEM.

## Muestreo

Se realizó análisis de eficiencia mediante monitoreos de calidad de efluente.

# ANÁLISIS DE INFORMACIÓN



# SE OBTUVO LOS RESULTADOS DE EFICIENCIA DEL SEDIMENTADOR REALIZADO DURANTE TRES DÍAS EN LOS SEMESTRES DEL AÑO

I SEMESTRE		26 de Abril		27 de Abril		28 de Abril	
Parámetros	Unidades	In	Out	In	Out	In	Out
		Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador
		11:00	11:15	12:15	12:20	12:15	12:00
Turbidez	NTU	0.90	0.90	0.30	0.30	0.90	0.90
<b>Parámetros Físico – Químicos</b>							
Sólidos Disueltos	mg/L	3915.00	3910.00	2047.00	2149.00	2028.00	1834.00
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	247.00	20.00	145.00	20.00	49.00	31.00

Fuente: Informe de Monitoreo realizado por Nakamura Consultores



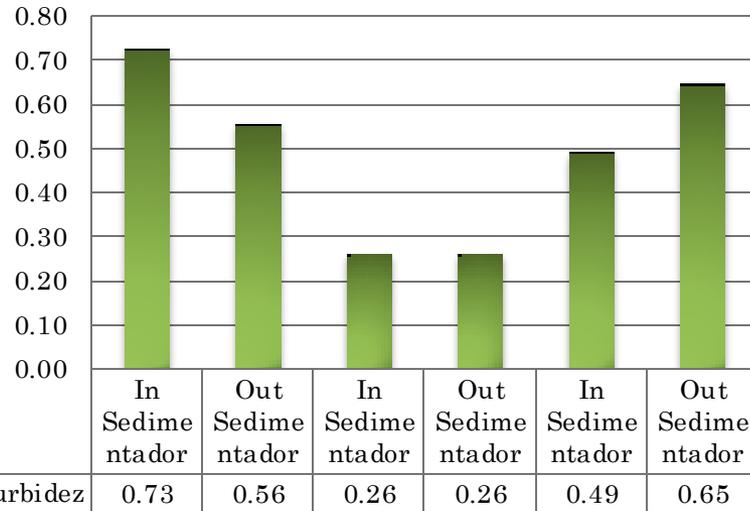
II SEMESTRE		24 de Octubre		25 de Octubre		26 de Octubre	
Parámetros	Unidades	In	Out	In	Out	In	Out
		Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador	Sedimentador
		17:40	17:55	15:40	16:00	15:45	16:00
<b>Turbidez</b>	NTU	0.55	0.21	0.22	0.12	0.08	0.39
<b>Parámetros Físico – Químicos</b>							
<b>Sólidos Disueltos</b>	mg/L	3400	3400	2000	2072	1758	1819
<b>Sólidos Suspendidos Totales</b>	mg/L	166	17	2000	17	123	23

Fuente: Informe de Monitoreo realizado por Nakamura Consultores

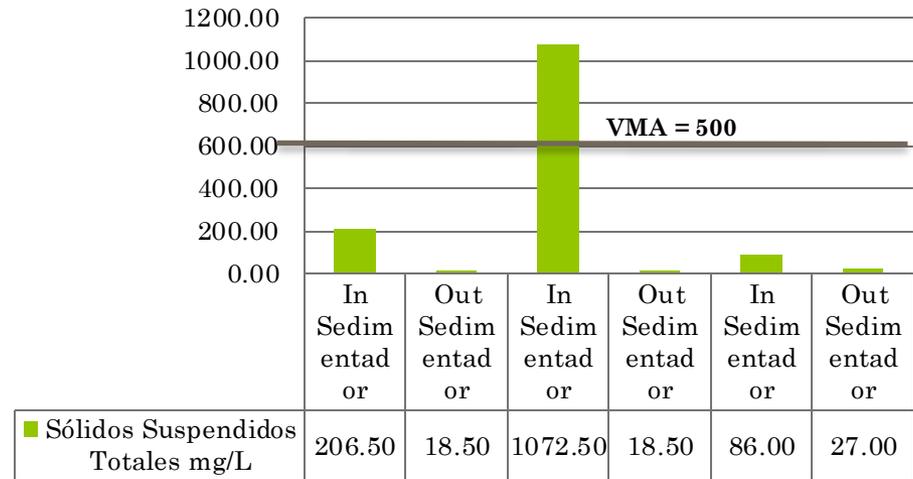


# MUESTRA DE DEFICIT DE EFICIENCIA

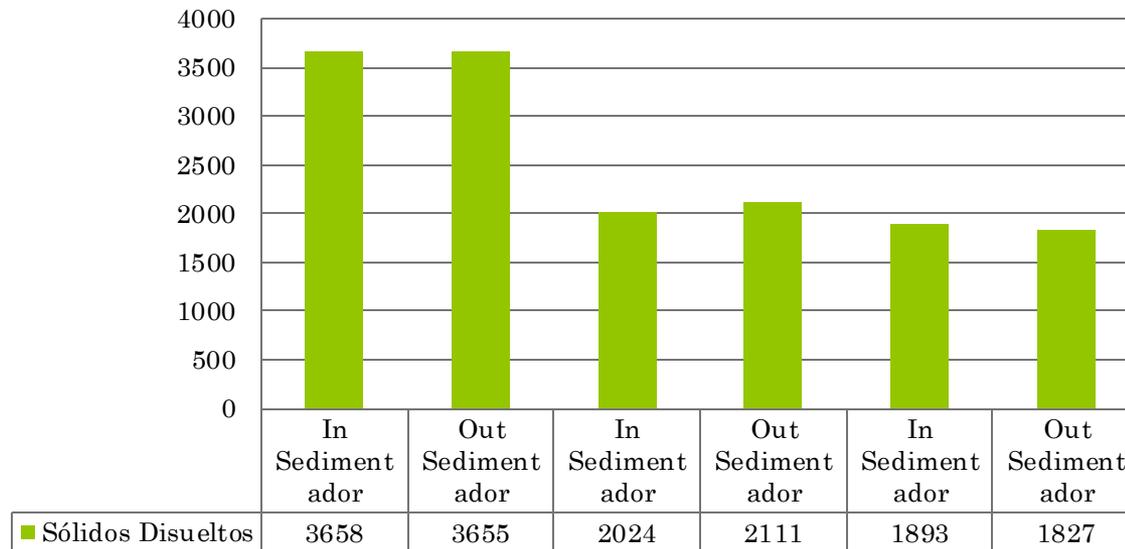
## Turbidez



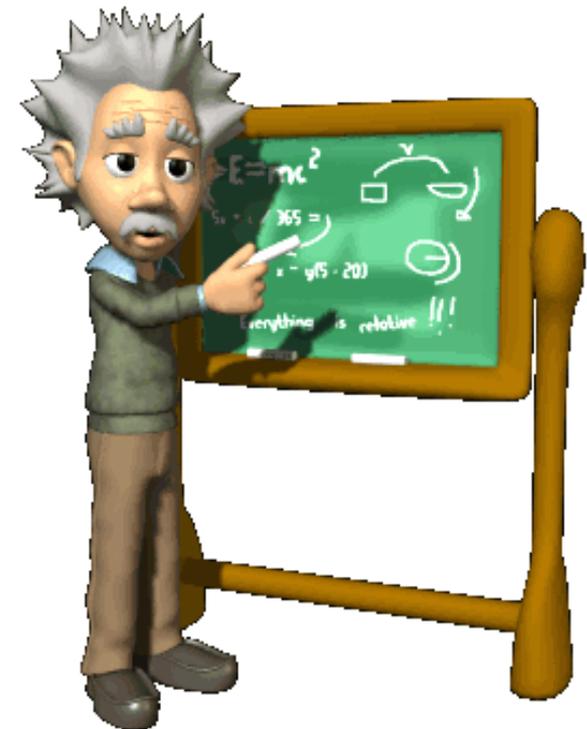
## Sólidos Suspendidos Totales



## Sólidos Disueltos



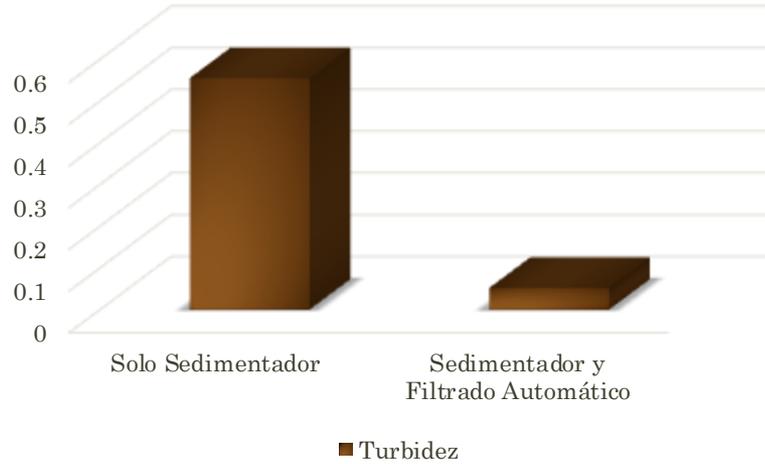
# RESULTADOS



# RESULTADOS CON LA INCORPORACIÓN DEL SISTEMA DE FILTRADO AUTOMÁTICO

COMPARACIÓN		DÍA 1		DÍA 2		DÍA 3			
Parámetros	Unidades	Solo Sedimentador	Sedimentador y Filtrado Automático	Solo Sedimentador	Sedimentador y Filtrado Automático	Solo Sedimentador	Sedimentador y Filtrado Automático	% de Eficiencia de mejora	
Turbidez	NTU	0.56	0.052	0.260	0.024	0.645	0.060	90.63	
<b>Parámetros Físico - Químicos</b>									
Sólidos Disueltos	mg/L	3655.0	342.7	2110.5	197.9	1826.5	171.2		
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	18.5	1.73	18.5	1.73	27.0	2.53		

## Disminución de Turbidez



## Disminución de Sólidos Disueltos



## Disminución de Sólidos Suspendidos Totales



COMPARACIÓN		RESULTADOS	
Parámetros	Unidades	Solo Sedimentador	Sedimentador y Filtrado Automático
Turbidez	NTU	0.56	0.052
<b>Parámetros Físico – Químicos</b>			
Sólidos Disueltos	mg/L	3655.0	342.7
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	18.5	1.73

# ANÁLISIS ECONÓMICO DE MANTENIMIENTO DE LOS ACTUALES COMPONENTES VS IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FILTRADO

## MANTENIMIENTO DE COMPONENTES

N°	Proceso Involucrado en PTAR	Detalle de actividades Mantenimiento	Cantidad	Frecuencia	Costo Total (05 años)
1	Aireador	Mantenimiento tuberías y válvulas	1	Semestral	S/. 2,880.00
		Mantenimiento por acumulación de partículas sólidas sedimentables	1	Semestral	
		Horas Hombre	1	Semestral	
		Materiales/Herramientas	1	Semestral	S/. 700.00
2	Cámara de Partición	Mantenimiento tuberías y válvulas	1	Mensual	S/. 4,320.00
		Mantenimiento por acumulación de partículas sólidas sedimentables	1	Mensual	
3	Humedales	Limpieza y mantenimiento de tuberías, mangas, tuberías corrugadas	6	Diaria	S/. 32,400.00
		Reposición, disposición y limpieza de piedra balastro (94m <sup>3</sup> )	6	Anual	S/. 211,500.00
		Reposición, disposición y limpieza de confitillo (236m <sup>3</sup> )	6	Anual	S/. 254,880.00
		Retiro, limpieza y reinstalación de piedras gaviones	6	Anual	S/. 139,500.00
		Movimiento de plantones	6	Anual	S/. 1,590.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 647,770.00</b>

# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FILTRADO AUTOMÁTICO

N°	Proceso de Mejora en PTAR – Sistema de Filtrado	Detalle de actividades	Cantidad	Frecuencia	Costo Total (05 años)
1	Implementación	04 filtros: sistema de filtrado	4	5 años	S/. 77,775.00
		04 Válvulas automáticas para retrolavado	4		
		Medias Filtrantes	4		
		Bomba alimentación	1		
		Bomba retrolavado	1		
		Tablero de Potencia	1		
2	Mantenimiento	Mantenimiento de Medio Filtrante	4	5 años	S/. 2,040.00
		Mantenimiento de Válvulas Automáticas (jebes, otros)	1	2 años	S/. 4,250.00
		Mantenimiento de bombas alimentación y retrolavado (jebes, sellos, otros)	1	2 años	S/. 4,250.00
				<b>TOTAL</b>	<b>S/. 88,315.00</b>

# CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS VS RESULTADOS

HIPÓTESIS PRINCIPAL	RESULTADOS	VERDADERO / FALSO
La implementación del sistema de filtrado automático influye significativamente en la optimización de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Unacem - Villa María del Triunfo.	Los resultados obtenidos con la implementación del sistema de filtrado automático muestran la optimización en las características del efluente, las cuales presentan las siguientes mejoras: -Turbidez: de 0.56 NTU a 0.052 NTU -Sólidos Disueltos: de 3655 mg/L a 342.7 mg/L -Sólidos Suspendidos Totales: de 18.5 mg/L a 1.73 mg/L	V
<b>HIPÓTESIS SECUNDARIAS</b>		
La eficiencia del Sistema de filtrado automático influye significativamente en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	Se obtuvo como resultado con la implementación del sistema de filtrado automático el 90.63% de mejora en la eficiencia de captación de sólidos.	V
La captación de sólidos produce efectos significativos en la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	De acuerdo a los resultados obtenidos los sólidos disueltos totales disminuyeron de 3655 mg/L a 342.07 mg/L, notándose significativamente el aumento de captación de sólidos optimizando el proceso de la Planta de Tratamientos de Aguas Residuales.	V
El sistema de filtrado automático favorece significativamente en la Calidad del efluente.	Se mejoró el parámetro de Turbidez de 0.56 NTU a 0.052 NTU, notándose significativamente la optimización y el favorecimiento.	V

# CONCLUSIONES

De acuerdo a la comprobación de los resultados con las hipótesis, resultaron que todas ellas son verdaderas

La malla de 0.6 centímetro ubicado en la salida del filtro automático permite la mejora de captación de los sólidos, mejorando la turbidez, disminuyendo los sólidos disueltos y como consecuencia los sólidos suspendidos totales.

Las características del efluente sufrieron las siguientes mejoras:

- Turbidez: presentaba el valor de 0.56 NTU y mejoro al valor de 0.052 NTU.
- Sólidos Disuelto: presentaba el valor de 3655 mg/L y mejoro al valor de 342.7 mg/L.
- Sólidos Suspendidos Totales: presentaba el valor de 18.5 mg/L y mejoro al valor de 1.73 mg/L.

Los efectos resultantes de la optimización de la eficiencia de captación de sólidos mediante la implementación del sistema de filtrado son favorables disminuyendo el paso de sólidos.

Con la implementación del sistema de filtrado automático se obtuvo un 90.63 % de mejora en la eficiencia de captación de sólidos en la planta de tratamiento de aguas residuales Unacem.

GRACIAS

