

t
660.2
B38e

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Facultad de Ingeniería Química
Escuela Profesional de Ingeniería Química



“EVALUACION DE LOS PARAMETROS DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS POR LODOS ACTIVADOS CON AIREACION EXTENDIDA”

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO QUIMICO**

**PRESENTADO POR
BENDITA LARICO RAQUEL SABINA**

**ASESOR
ING. MG. MEDINA COLLANA JUAN**

BELLAVISTA – CALLAO

2012

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

PROVEIDO N° 1457-2012-FIQ

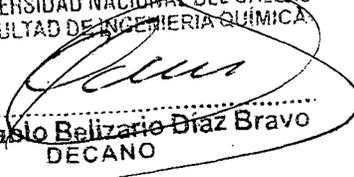
**ASUNTO: DICTAMEN DE APROBACION DE LA
SUSTENTACIÓN DE TESIS.**

**REF.: DICTAMEN DEL PRESIDENTE DE JURADO
DE SUSTENTACIÓN DE TESIS - INGENIERO
ROBERTO LAZO CAMPOSANO.**

INGRESO No. 2915

**PASE A LA SEÑORITA BENDITA LARICO
RAQUEL SABINA, PARA QUE SIGA CON EL
TRÁMITE RESPECTIVO.**

Bellavista, 09 de octubre 2012.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

M. Sc. Paolo Belizario Diaz Bravo
DECANO

Pily c.

cc. ARCHIVO.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA

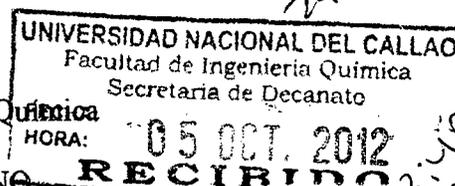
DICTAMEN

Para : Ing. Mg PABLO B. DIAZ BRAVO
Decano de la Facultad de Ingeniería Química

De : Ing. ROBERTO LAZO CAMPOSANO
Presidente de Jurado de Exposición de Tesis

Asunto : Sustentación de Tesis

Fecha : 3 de Octubre de 2012.



Es muy grato dirigirme a usted a fin de hacerle llegar un cordial saludo y al mismo tiempo presentarle mi Dictamen en relación a la Resolución de Decano N° 056-2012-FIQ, que se me hizo llegar para la sustentación de Tesis titulado: **“EVALUACIÓN DE LOS PARAMETROS DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS POR LODOS ACTIVDOS CON AIREACION EXTENDIDA”**, a cargo de la señorita Bachiller en Ingeniería Química **BENDITA LARICO RAQUEL SABINA**.

Con la asistencia de los miembros de Jurado de sustentación de Tesis, conformado por.

Ing. ROBERTO LAZO CAMPOSANO	:	Presidente
Ing. Mg. CESAR GUTIERREZ CUBA	:	Secretario
Ing. CARMEN GILDA AVELINO CARHUARICRA	:	Vocal
Ing. Mg. JUAN TAUMATURGO MEDINA COLLANA	:	Asesor

Llevado a cabo el 20 de Setiembre del presente en el auditorio de la Facultad a las horas 12.15 procediendo a la sustentación respectiva.

Una vez concluida la sustentación y luego de la deliberación se dio por aprobado; y no habiendo ninguna observación por los miembros del Jurado se dio por finalizado el acto.

Por lo expuesto presento el **DICTAMEN DE APROBACION**, de la sustentación respectiva a fin de que se continúe con los trámites correspondientes.

Es todo cuanto tengo que informar a Ud, en calidad de Presidente de Jurado de Tesis.

ATENTAMENTE.


Ing. ROBERTO LAZO CAMPOSANO
CIP 8850

Presidente de Jurado de Tesis

Dedicatoria

A Dios, Soberano del Universo, fuente de toda Esperanza, Amor y Bondad.

A mis padres, por su Amor, dedicación y entrega.

A mis hermanos, por su amistad y protección.

A mis sobrinos, por llenar mi corazón de su alegría.

A mis amigas, por sus consejos y compañía.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por Amarme y protegerme. A Dios por darme la vida con un propósito. A Dios por darme la oportunidad de Soñar y Amar. Dios a ti te debo todo lo que soy, gracias por todo lo que has hecho, haces y seguirás haciendo a favor de mí.

A mis Padres, Justiniano Bendita y Sabina Larico, por todo su Amor, dedicación, y su entrega por mi. Aunque los años han pasado su Amor por mi renace cada día. Inmensamente Gracias.

A mis hermanos, Carlos, Ricardo, y Renee por su preciosa amistad, comprensión y protección.

A mis Amigas, Romina y María, por estar a mi lado, y acompañarme en el caminar universitario.

A mis Amigas , Ester y Mercedes, por su preciosa amistad y consejos.

A mi Asesor, Ing. Juan Medina, por su enseñanza, y dirección en este Trabajo de investigación. Gracias.

A mi profesor, Ing. Policarpio, por su exigencia en el curso de Termodinámica para Ingeniería Química, y lo mas importante enseñarme a ser firme en mis principios y convicciones. Gracias.

INDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. <i>Determinación del problema</i>	10
1.2. <i>Formulación del problema</i>	10
1.3. <i>Objetivos de la Investigación</i>	11
1.4. <i>Justificación</i>	11
1.5. <i>Hipótesis de Partida</i>	12
II. MARCO TEORICO	13
2.1. <i>Antecedentes de Estudio</i>	13
2.2. <i>Agua Residual</i>	13
2.3. <i>Características Físicas del Agua Residual</i>	14
2.3.1. <i>Sólidos Totales</i>	14
2.3.2. <i>Olores</i>	14
2.3.3. <i>Temperatura</i>	14
2.3.4. <i>Color</i>	14
2.3.5. <i>Turbiedad</i>	15
2.4. <i>Características Químicas del Agua Residual</i>	15
2.4.1. <i>Materia Orgánica</i>	15
2.4.2. <i>Medida del Contenido Orgánico</i>	15
2.4.2.1. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno</i>	15
2.4.2.2. <i>Demanda Química de Oxígeno</i>	15
2.4.3. <i>Materia Inorgánica</i>	16
2.4.4. <i>Gases</i>	16
2.5. <i>Características Biológicas del Agua Residual</i>	17
2.5.1. <i>Microrganismos</i>	17
2.5.2. <i>Organismos Patógenos</i>	17
2.5.3. <i>Organismos Indicadores</i>	18
2.6. <i>Contaminantes de Importancia en el Agua Residual</i>	19
2.6.1. <i>Sólidos Suspendidos</i>	19

2.6.2. <i>Materia Orgánica Biodegradable</i>	19
2.6.3. <i>Patógenos</i>	19
2.6.4. <i>Nutrientes</i>	19
2.6.5. <i>Materia Orgánica Refractaria</i>	19
2.6.6. <i>Metales Pesados</i>	19
2.6.7. <i>Sólidos Inorgánicos Disueltos</i>	20
2.7. <i>Proceso de Tratamiento de una Planta de Agua Residuales</i>	21
2.7.1. <i>Tratamientos Previos o Pretratamiento</i>	21
2.7.2. <i>Tratamientos Primarios</i>	21
2.7.3. <i>Tratamientos Secundarios</i>	22
2.7.3.1. <i>Tecnología extensiva aplicada al tratamiento de Aguas</i>	22
2.7.3.2. <i>Tecnología intensiva aplicada al tratamiento de Aguas</i>	23
2.7.3.3. <i>Tecnología Intermedia aplicada al tratamiento de Aguas</i>	24
2.7.4. <i>Tratamientos Terciarios</i>	25
2.7.4.1. <i>Separación de Sólidos en Suspensión</i>	25
2.7.4.2. <i>Adsorción</i>	25
2.7.4.3. <i>Intercambio Iónico</i>	26
2.7.4.4. <i>Separación por membranas</i>	26
2.7.4.5. <i>Desinfección</i>	27
2.8. <i>Lodos producidos en una Planta de Tratamiento de Aguas</i>	29
2.8.1. <i>Lodos Primarios</i>	29
2.8.2. <i>Lodos Secundarios</i>	30
2.8.3. <i>Sistemas de Tratamiento de Lodos</i>	32
2.8.3.1. <i>Espesamiento</i>	32
2.8.3.2. <i>Sistema de Estabilización</i>	32
2.8.3.3. <i>Acondicionamiento de Lodos</i>	33
2.8.3.4. <i>Deshidratación de Lodos</i>	33
2.8.3.5. <i>Proceso final de los Lodos</i>	33
2.9. <i>Sistema de Lodos</i>	34
2.9.1. <i>Parámetros de Diseño del Tanque de Aireación</i>	36
2.9.1.1. <i>Edad de Lodos</i>	37
2.9.1.2. <i>Carga Másica</i>	38
2.9.2. <i>Parámetros de Diseño del Tanque de Sedimentación</i>	39

2.9.3. Cinética de Crecimiento.....	39
III.-METODOLOGIA Y PARAMETROS DE DISEÑO.....	44
3.1. Relación entre las variables de la Investigación	45
3.1.1. Operacionalización de las variables.....	42
3.1.2. Análisis de Sitio.....	46
3.2. Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	47
3.2.1. Bases de Diseño	47
3.2.2. Cámaras de Rejas	47
3.2.3. Tanque de Ecuilización.....	49
3.2.4. Bomba de Transferencia	49
3.2.5. Medidor de Caudal	50
3.2.6. Reactor Biológico.....	50
3.2.6.1. Calculo de la DBO ₅ soluble en el Efluente	52
3.2.6.2. Calculo de la capacidad del reactor.....	53
3.2.6.3. Calculo del tiempo de residencia hidráulico.....	53
3.2.6.4. Calculo de la relación de recirculación.....	53
3.2.6.5. Calculo de la producción de Fango.....	54
3.2.6.6. Calculo de la purga de Fango	54
3.2.6.7. Calculo de la necesidad de Oxigeno.....	55
3.2.7. Comprobación de los Parámetros	56
3.2.7.1. Carga Másica.....	56
3.2.7.2. Carga Volumétrica.....	56
3.2.7.3. Edad de Lodos.....	56
3.2.8. Tanque de Sedimentación	56
3.2.8.1. Calculo del Área Superficial.....	57
3.2.8.2. Calculo del Diámetro.....	57
3.2.8.3. Calculo de la Altura.....	57
3.2.8.4. Calculo de la carga de Sólidos	57
3.2.9. Tanque de Contacto de Cloro	58
3.2.9.1. Volumen del Tanque.....	58
3.2.9.2. Desinfección.....	58
3.2.9.3. Capacidad del Dosificador	59
3.2.9.4. Consumo de Cloro.....	59

3.2.10. Filtración.....	59
3.2.10.1 Calculo del área de filtración.....	59
3.2.10.2. Calculo del diámetro.....	60
3.2.10.3. Altura del Lecho Filtrante.....	60
3.3. Características Técnicas de la Planta ECOFIL -100.....	61
3.4. Especificaciones Técnicas de la Planta de Tratamiento de Agua	62
3.4.1. Buzón de Captación	62
3.4.2. Válvula de Control	63
3.4.3. Buzón de Inspección.....	63
3.4.4. Cámara de Ecuilización.....	63
3.4.5. Sistema de Bombeo de Alimentación	64
3.4.6 Cámara Reguladora de Caudal	65
3.4.7. Reactor Biológico.....	65
3.4.8. Sistema de Aireación.....	66
3.4.8.1. Sopladores.....	67
3.4.8.2. Motores Eléctricos	67
3.4.8.3. Sistema de Difusión de Aire	68
3.4.9. Tanque de Sedimentación	69
3.4.10. Cisterna de Abastecimiento de Agua Pre-Tratada	70
3.4.11. Sistema de Bombeo y Filtrado para riego	70
3.4.11.1. Electro bomba de Filtración.....	70
3.4.11.2. Filtro de Cuarzo.....	71
3.4.12. Sistema de Desinfección.....	72
3.4.12.1. Dosificación por cloro	72
3.4.12.2. Tanque de Hipoclorito de Calcio.....	72
3.4.13. Cisterna de Almacenamiento de Agua Tratada	73
3.5. Especificaciones técnicas para la puesta en Marcha de la PTAR.....	73
3.5.1. Llenado de la Planta de Tratamiento.....	74
3.6. Especificaciones Técnicas del funcionamiento de la PTAR.....	74
3.6.1. Dosificación del hipoclorito de calcio	75
3.6.1.1. Preparación de la solución.....	76
3.6.1.2. Concentración del cloro residual en el efluente	76
3.6.1.3. Monitoreo de Cloro.....	76

3.6.2. Revisión del Tablero de control Eléctrico	76
3.6.3. Retrolavado del Filtro de Cuarzo	77
3.6.4 Tratamiento de Lodos	78
3.7. Programa de Control de la Planta de Tratamiento.....	79
3.8. Métodos de Análisis Experimentales	80
3.8.1. Método Winkler.....	82
3.8.1.1. Estequiometria del Método de Winkler.....	83
3.8.2. Método de Reflujo Cerrado Colorimétrico.....	84
3.8.3. Método para la determinación de solidos totales en suspensión.....	85
3.8.4. Método para la determinación de Cloraminas.....	86
3.8.4.1. Reacción Química.....	87
3.8.4.2. Determinación de Cloraminas	88
IV.-RESULTADOS	89
4.1. Análisis de los resultados del Agua residual sin tratar	89
4.2. Análisis de los resultados del Efluente tratado.....	91
V.-DISCUSION DE RESULTADOS	99
5.1. Contrastación de la hipótesis con los resultados.....	99
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	102
REFERENCIALES	103

ANEXOS

Matriz de Consistencia

Otros Anexos necesarios de acuerdo al tema y su desarrollo

RESUMEN

En el presente Trabajo de Investigación, se evalúan los parámetros de operación de una Planta de Tratamientos de Aguas Residuales Domesticas por Lodos Activados de la Empresa EMAPE S.A. La planta esta diseñada para tratar 100 m³/día (0,0012 m³/s) de agua residual domestica. Se compararon los parámetros de operación del efluente tratado con el de las normas ambientales .Para este efecto se realizaron muestreos en el influente y efluente del sistema de tratamiento. Las muestras analizadas del influente en promedio presentan el siguiente resultado: la Demanda Biológica de oxígeno es 436 mgO₂ /l, la Demanda Química de Oxígeno es 1017 mgO₂ /l , los Sólidos Totales en Suspensión 331 mg/l , aceites y grasas 86 mg/l , pH es 6,96 , y los coliformes termotolerantes 15x10⁷ NMP/100ml .Las muestras analizadas del efluente tratado en promedio presentan el siguiente resultado: la Demanda Biológica de oxígeno es 15,51 mgO₂ /l , la Demanda Química de Oxígeno es 38,00 mgO₂ /l , los Sólidos Totales en Suspensión 39,35 mg/l , aceites y grasas 5,7 mg/l , pH es 7,5, y los coliformes termotolerantes 25,010 NMP/100ml .Se compararon los resultados con los limites máximos permisibles según MINAM DS N°003-2010 .Además se mencionan los parámetros básicos de diseño y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas.

ABSTRACT

In the present research, evaluate the operating parameters of a plant Domestic Wastewater Treatment by Activated Sludge EMAPE Company SA The plant is designed to treat 100 m³/day (0.0012 m³/s) of domestic wastewater. Comparing operating parameters of the treated effluent with environmental standards. To this effect were sampled in the influent and effluent treatment system. The influent samples on average have the following result: Biological Oxygen Demand is 436 mg O₂/ l , Chemical Oxygen Demand is 1017 mgO₂/ l , total suspended solids is 331,22 mg/l , oil and grease 86 mg/l , pH is 6,96 , and thermotolerant coliforms 15x10⁷ NMP/100ml . The treated effluent samples on average have the following result: Biological Oxygen Demand is 15,51 mg O₂/ l , Chemical Oxygen Demand is 38 mgO₂ / l , total suspended solids 39,35 mg/l , oil and grease is 5,7 mg/l , pH is 7,5 , and thermotolerant coliforms 25,010 NMP/100ml . The results were compared with the maximum permissible limits according to Supreme Decree No. 003-2010 MINAM. It also mentions the basic design parameters and operation of the Domestic Sewage Plant.

I.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del Problema

El tratamiento de aguas residuales domesticas es necesario para la prevención de la contaminación ambiental y del agua , al igual que para la protección de la salud pública .Mientras que cada región tiene sus propias necesidades correspondientes a métodos de tratamiento particulares , cierto número de opciones tradicionales y modernas de tratamiento se encuentran disponibles al diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas .El manejo efectivo de las aguas residuales deben dar como resultado un efluente ya sea reciclado o uno que pueda ser descargado de manera segura en el medio ambiente. La meta del tratamiento de aguas residuales domesticas ha sido la de reducir el nivel de microorganismos dañinos a niveles más seguros de exposición, donde el agua es comúnmente reciclada para el riego. El sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas más extendido es el de lodos activados. El método de tratamiento mediante lodos activados se desarrolló por primera vez en Inglaterra en el año 1914 y actualmente es el método estándar de tratamiento de aguas residuales en los países desarrollados. En el Perú, al concluir el año 1998 se alcanzó el nivel de cobertura en agua potable de 58,4% y en alcantarillado de 47,0% (CEPIS, 2000). Debido a la necesidad de tratar las aguas residuales domesticas se presenta el siguiente Trabajo de Investigación, el cual evalúa los parámetros de operación de la planta de tratamiento de Aguas Residuales del Distrito del Agustino, mediante el proceso de lodos activados.

1.2 Formulación del problema

Problema General

¿Cuáles son los parámetros de operación de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida?

Problemas Específicos

- a) *¿Cuál es la calidad del agua residual domestica sin tratar y del agua tratada por una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida?*
- b) *¿Cuál es el rango adecuado de pH para un buen proceso de lodos activados?*
- c) *¿Qué parámetros miden la biodegradabilidad en una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida?*

1.3. Objetivos de la Investigación

Objetivo general

Evaluar los parámetros de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida.

Objetivos específicos

- a) *Determinar la calidad del agua residual domestica sin tratar y del agua tratada por una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida.*
- b) *Identificar el rango adecuado de pH para un buen proceso de lodos activados.*
- c) *Determinar los parámetros que miden la biodegradabilidad de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida*

1.4. Justificación

La creciente preocupación por la contaminación ambiental, ha dado como resultado un aumento en la investigación y el desarrollo de tecnologías en el tratamiento de aguas residuales domesticas, así como una normatividad mucho más estricta. A lo largo de los años el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas mas extendido es el de lodos activos. Desde la aparición de la patente desarrollada por Ardern y Lockett (1914) sobre el sistema de lodos activos, muchos de los tratamientos aplicados en el tratamiento de aguas residuales domesticas emplean dicha tecnología.

1.5. Hipótesis de Partida

Hipótesis general

Los parámetros de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados son la demanda biológica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), los sólidos totales en suspensión y el pH.

Hipótesis específicas

- a) La demanda biológica de oxígeno (DBO_5) del agua residual sin tratar es de 150 mg /l y del agua tratada en la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados es de 70 mg/ L. La demanda química de oxígeno (DQO) del agua residual sin tratar es de 200 mg/L y del agua tratada por la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados es de 120 mg/ L.*
- b) El rango de pH adecuado para una buena depuración biológica está entre 7.0 – 7.5.*
- c) Los parámetros que miden la biodegradabilidad en una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados son la Demanda Biológica de oxígeno (DBO_5) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO).*

II.-MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de Estudio

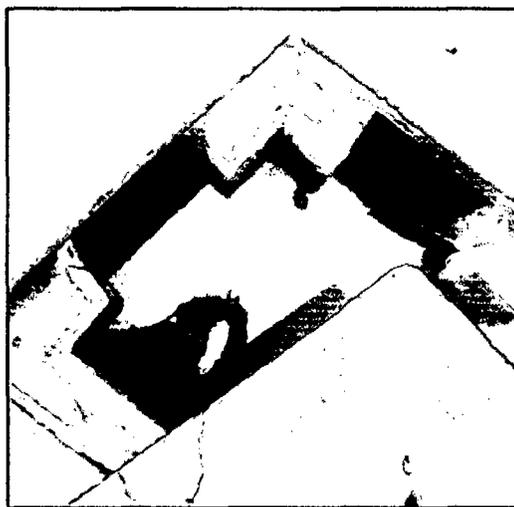
EMAPE S.A. es una Empresa Municipal de Derecho Privado, que actúa con autonomía empresarial, económica y financiera , tiene por objeto principal el dedicarse a la construcción, remodelación, conservación , administración de autopistas y demás vías de tránsito . Igualmente se encarga del mantenimiento de las respectivas áreas verdes y de otras actividades relacionadas con la Municipalidad Metropolitana de Lima.

Entre sus objetivos esta asegurar una mejor gestión de las vías a sus cargo, para ello ha puesto en marcha un Programa que permita mejorar el Ornato y hacer sostenible las áreas verdes generadas en la Vía Expresa Grau, mediante la instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales cuyo efluente se utilizara para el riego de las áreas verdes mencionadas.

2.2 El agua Residual

El agua residual es el agua procedente de usos domésticos, comerciales, agropecuarios y de procesos industriales, o una combinación de ellas.

Fotografía N° 2.1 : Aguas Residuales de la PTAR de la Av. Expresa Grau



(*) Fuente: PTAR instalada en la Av. Expresa Grau de 100 m³/día
(*) PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas

2.3. Características Físicas del Agua Residual

2.3.1. Sólidos Totales en Suspensión

Los sólidos sedimentables se definen como aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica en el transcurso de un periodo de 60 min. Los sólidos sedimentables se expresan en mg/l y constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtiene en la decantación primaria del agua residual.

2.3.2. Olores

Normalmente los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor desagradable, el cual resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica se debe a la presencia del sulfuro de hidrogeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaeróbicos.

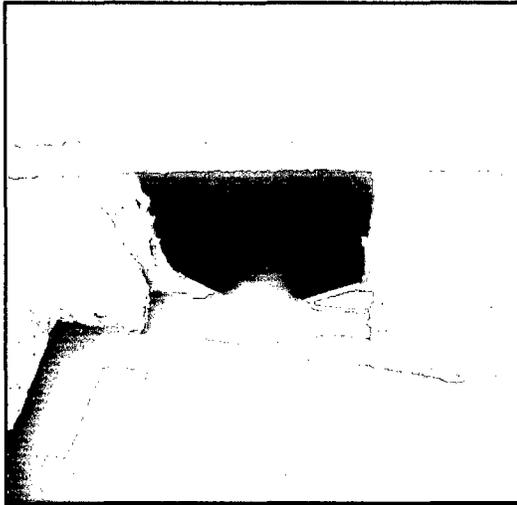
2.3.3. Temperatura

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática, como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la capacidad del agua para ciertos usos útiles.

2.3.4. Color

El agua residual suele tener un color grisáceo. Sin embargo, al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir un color negro. Cuando llega a este punto, suele clasificarse el agua residual como séptica.

Fotografía N° 2.2: Color Característico de las Aguas Residuales de la PTAR



(*) Fuente: PTAR instalada en la Av. Expresa Grau de 100 m³/día
(*) PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas

2.3.5. Turbiedad

La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz del agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. Los resultados de las mediciones de turbiedad se dan en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

2.4 Características Químicas del Agua Residual

2.4.1. Materia Orgánica

Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y del 40 % de los sólidos filtrables de un agua residual de concentración media son de naturaleza orgánica. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40%-60%), hidratos de carbono (25-50%), grasas y aceites (10%).

2.4.2. Medida del Contenido Orgánico

Los diferentes métodos para medir el contenido orgánico pueden clasificarse en: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

2.4.2.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Es el parámetro de contaminación orgánica más empleado, que es aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales, es la DBO a 5 días. La determinación de esta se encuentra relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica.

2.4.2.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles a ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno biatómico por litro ($\text{mg O}_2/\text{l}$).

2.4.3. Materia Inorgánica

Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto del agua con las diferentes formaciones geológicas, como por el agua residual, tratada o sin tratar, que a ella se descargan.

2.4.4. Gases

Los gases que con mayor frecuencia se encuentran en el agua residual son el nitrógeno (N_2), el oxígeno (O_2), el dióxido de carbono (CO_2), el sulfuro de hidrógeno (H_2S), el amoníaco (NH_3) y en menor proporción el metano (CH_4).

2.5. Características Biológicas

2.5.1. Microorganismos

Las bacterias desempeñan un papel amplio, de gran importancia en los procesos de descomposición y estabilización de la materia orgánica, tanto en el marco natural como en las plantas de tratamiento. Por ello resulta imprescindible conocer sus características, funciones, metabolismos y proceso de síntesis. Los principales grupos de organismos presentes tanto en el agua residual como superficial se clasifican en organismos Eucariota, bacterias y Arqueo bacterias.

Tabla N° 2.1: Clasificación de los Microorganismo Fuente: (Metcalf & Eddy, 1996)

Grupo	Estructura Celular	Caracterizacion	Miembros Representativos
Eucariota	Eucariota	Multicelular con gran diferenciación, de las células y tejido unicelular, con escasa o nula diferenciación de tejidos	Plantas (plantas de semilla, Musgos y helechos). Animales (vertebrados y invertebrados) Protistas (Algas, hongos y protozoos).
Bacterias	Procariota (b)	Química celular parecida a las eucariota	La mayoría de las bacterias
Arqueobacterias	Procariota (b)	Química celular distintiva	Metanogenesis, halófilos, termacidófilos

(*) Fuente: Tesis Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para regadío en la UNMS

2.5.2. Organismos Patógenos

Los organismos patógenos que se encuentran en el agua residual pueden proceder de desechos humanos que estén infectados o que son portadores de una determinada enfermedad. Las principales clases de organismos patógenos presentes en el agua residual son las; Bacterias, virus y protozoarios. Los

2.6 Contaminantes de Importancia en el Agua Residual

2.6.1. Sólidos suspendidos

Desarrollan depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se descarga agua residual cruda a algún medio acuático.

2.6.2. Materia orgánica biodegradable

Puede producir el agotamiento del oxígeno disuelto del cuerpo receptor el cual es desfavorable para la flora y fauna presente en dicho cuerpo, se mide en términos de DBO, DQO, está compuesta de proteínas carbohidratos y grasas.

2.6.3. Patógenos

Producen enfermedades.

2.6.4. Nutrientes

El C, N, P son nutrientes que pueden ocasionar vida acuática indeseable y descargados sobre el suelo, pueden contaminar el agua subterránea.

2.6.5. Materia orgánica refractaria

Resistente al tratamiento convencional.

2.6.6. Metales pesados

Proviene del agua residual doméstica e industrial, deben ser removidos si se desea reutilizar el agua.

2.6.7. Sólidos inorgánicos disueltos

El calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y deben ser removidos para la reutilización del agua.

Tabla N° 2.2: Composición media de las ARD (Metcalf & Eddy 1985)

Contaminante	Fuente	Efectos Causados por la Descarga de Agua Residual
Sustancias que consumen Oxígeno (MO*biodegradable).	ARD* y ARI* (proteínas, carbohidratos, Grasas, aceites).	Agotamiento del oxígeno, Condiciones sépticas.
Sólidos suspendidos	ARD y ARI; erosión del suelo.	Depósito de lodo; desarrollo de condiciones anaeróbicas.
Nitrógeno(nutriente) Fósforo (nutriente)	ARD, ARI y ARA* ARD y ARI; descarga natural.	Crecimiento indeseable de Algas y plantas acuáticas.
Microorganismos patógenos Materia tóxica Metales pesados Compuestos orgánicos tóxicos	ARD ARI ARA y ARI	Comunicación de Enfermedades. Deterioro del ecosistema; envenenamiento de los Alimentos en caso de Acumulación.
MO refractario (Difícil de degradar biológicamente)	ARI (fenoles, surfactantes), ARD (surfactantes) y ARA (pesticidas, Nutrientes); Materia resultante del decaimiento de la MO.	Resisten el tratamiento convencional, pero pueden Afectar el ecosistema.
Sólidos inorgánicos disueltos Cloruros Sulfuros pH	Abastecimiento de agua, uso de agua Abastecimiento agua, uso agua, infiltración ARD y ARI ARI	Incremento del contenido de Sal.
Olores: H ₂ S	Descomposición de ARD	Molestia pública

*MO; Materia orgánica *ARD: Aguas residuales domésticas *ARI: Aguas residuales I.
*ARA: Aguas residuales agrícolas. Fuente: Alaerts (1995)

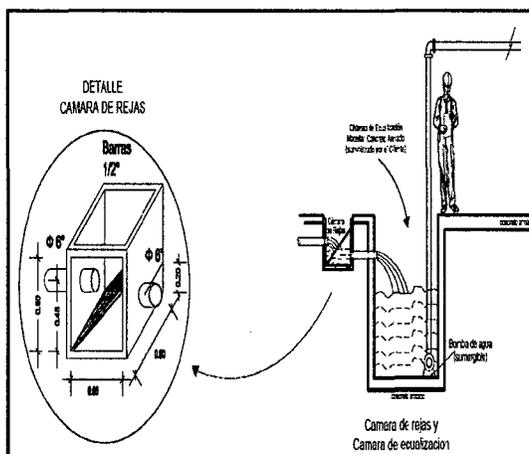
2.7. Proceso de Tratamiento de una Planta de Aguas Residuales Domesticas.

Dentro del esquema general de una planta de tratamiento de aguas residuales se pueden distinguir cuatro niveles de depuración claramente definidos, los cuales conforman la línea de aguas (Tchobanoglous G. y Burton F., 1995).

2.7.1. Tratamiento Previo o Pre tratamiento

Los pretratamientos de aguas residuales implican la reducción de sólidos en suspensión y el acondicionamiento de las aguas residuales, bien para su posterior descarga en los cauces receptores o para ser sometidas a una serie de tratamientos. Estos tratamientos previos incluyen sistemas de rejillas de desbastes gruesos, finos o tamices. A veces, al final del pretratamiento se realiza un tratamiento químico con la adición de coagulantes, normalmente sales de Fe^{+3} y Al^{+3} , antes de pasar a la decantación primaria.

Figura N° 2.2: Detalles de la Cámaras de Rejas



(*) Fuente: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales-Cia Minera Cori Puno

2.7.2. Tratamiento Primario

El principal objetivo de estos tratamientos es la reducción de los sólidos en suspensión, siendo poco efectivo en la eliminación de la materia orgánica. Entre los distintos tratamientos primarios existentes podemos destacar: la sedimentación, flotación, y neutralización.

2.7.3. Tratamiento Secundario

Su finalidad es la de reducir la contaminación de tipo orgánica y la eliminación de los sólidos coloidales no decantables, pudiendo estar basada en operaciones de tipo fisicoquímicas o en procesos de naturaleza biológica , convencionalmente denominado “Fangos Activos” A continuación se enumeran las distintas tecnologías que actualmente se aplican a los procesos de tratamiento de Aguas Residuales Domesticas.

2.7.3.1. Tecnología Extensiva Aplicada al Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas.

Las que recurren al empleo del suelo como elemento depurador:

- *Sistemas de aplicación sub-superficial: Zanjas Filtrantes, Lechos Filtrantes y Pozos Filtrantes.*

- *Sistemas de aplicación superficial*

Las que simulan las condiciones propias de las humedades naturales

- *Humedades Artificiales , en sus distintas modalidades :Flujo Libre y Flujo Subsuperficial .(Vertical y Horizontal)*

Las que imitan los procesos naturales de depuración que se dan en Ríos y lagos:

- *Lagunaje.*

Las que se basan en la filtración de las aguas a tratar a través de un Carbón natural:

- *Filtros de Turba.*

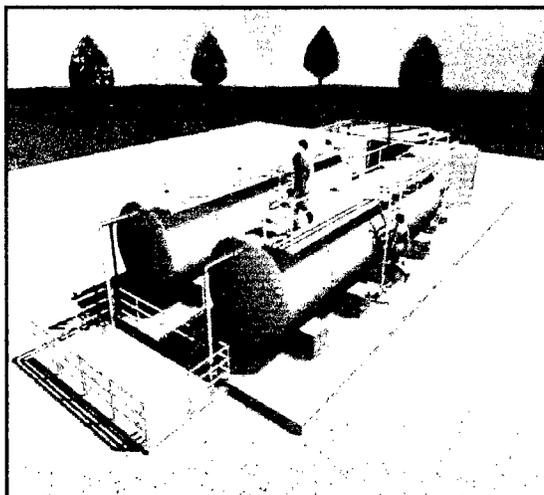
2.7.3.2. Tecnología Intensiva Aplicada al Tratamiento de Agua Residuales Domesticas.

- *Sistemas de Lodos Activos*
- *Digestión Anaerobia*

Dentro de las tecnologías intensivas también es importante mencionar Otras tecnologías emergentes, como son los reactores secuenciales, Biorreactores de membrana (combinación de Lodos activos con un Sistema de membranas) y la tecnología de biomasa fija sobre lecho Móvil.

*A continuación se presenta la **Figura 2.3** donde se aprecia el diagrama de proceso de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de 80 m³/día la cual está dividido en dos trenes de 40 m³/día.*

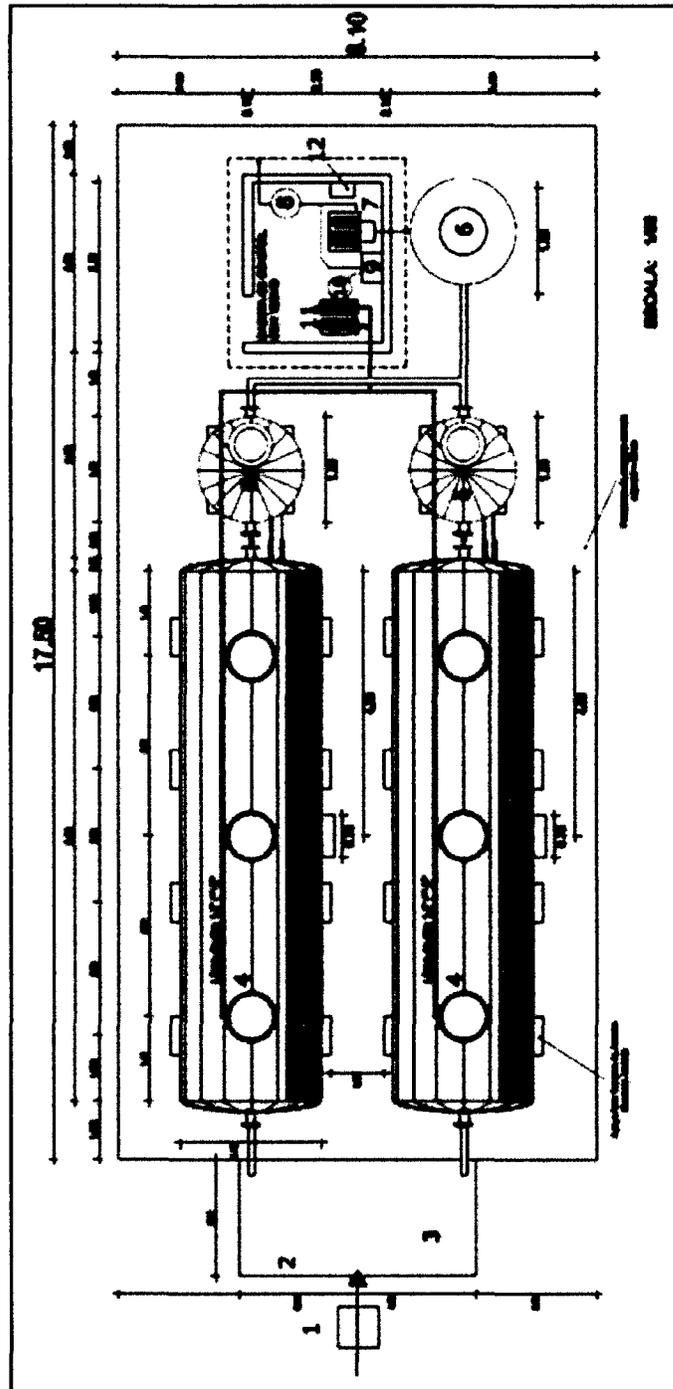
Figura N° 2.3: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de 80 m³/día



() Fuente: Aquaperu Representaciones S.A.C-Distribución de la PTAR*

*Se presenta en la **Figura 2.4** la distribución de todos los equipos de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales domesticas de 80 m³/día*

Figura N° 2.4: Plano de Distribución de una PTAR de 80 m³/día



(*) Fuente: Aquaperu Representaciones S.A.C-Distribución de la PTAR

(*) PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas

2.7.3.3. Tecnología Intermedia Aplicada al Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas.

- Lechos Bacterianos
- Contactores Biológicos Rotativos

Entre los múltiples procesos Físico Químicos aplicables al tratamiento Secundario de las aguas residuales, el de mayor implantación es el de Coagulación – floculación.

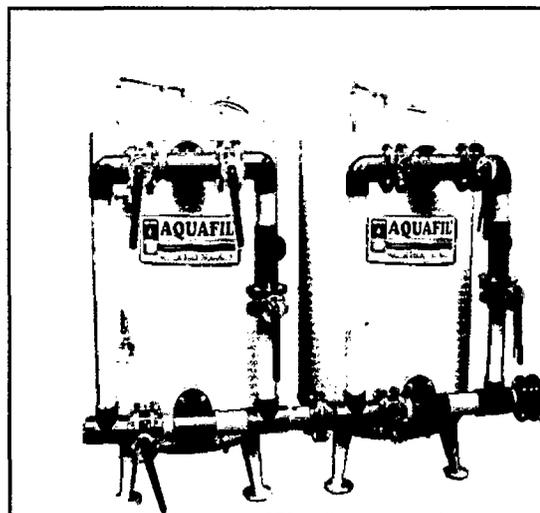
2.7.4. Tratamientos Terciarios

Conjunto de procesos u operaciones unitarias destinadas a conseguir una mayor calidad del efluente que la obtenida mediante procesos convencionales .Fundamentalmente se aplican cuando se quiere utilizar el agua para un determinado fin. Las técnicas más comunes empleadas en el tratamiento terciario son las que se muestran a continuación:

2.7.4.1. Separador de Sólidos en Suspensión (Filtración)

Los sólidos en suspensión que no han sido eliminados en las operaciones convencionales de tratamiento primario y secundario pueden constituir una parte importante de la DBO de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Entre los procesos para la eliminación de estos sólidos en suspensión se encuentran el microtamizado o la filtración.

Figura N° 2.5: Sistemas de Filtración



(*) Fuente: Sistemas de Filtración-AQUAFIL S.A.C

2.7.4.2. Adsorción

La adsorción consiste en utilizar la propiedad que poseen ciertos materiales (adsorbentes) de fijar sobre su superficie moléculas orgánicas extraídas de la fase líquida en la que se encuentran. Este proceso de

depuración es utilizado para eliminar contaminantes como son fenoles, hidrocarburos aromáticos, etc., responsables del color, olor y sabor del agua. Los productos más utilizados como adsorbentes son: gel de sílice, resinas orgánicas y preferentemente carbón activo ya que presenta una elevada área superficial.

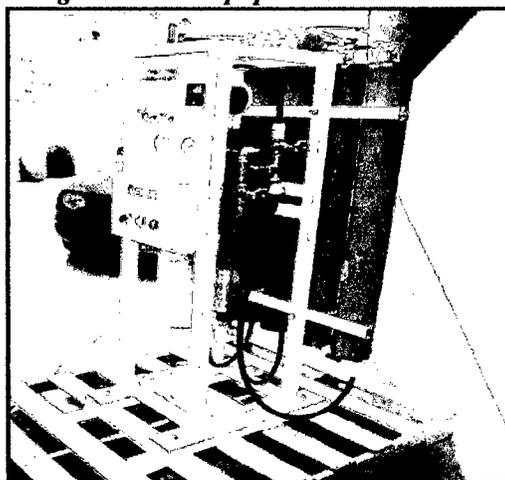
2.7.4.3. Intercambio Iónico

Consiste en la sustitución de uno o varios iones presentes en el agua a tratar por otros que forman parte de una fase sólida finamente dividida, sin alterar su estructura física, pudiendo regenerarlo posteriormente a su estado primitivo. Algunas de las aplicaciones son: eliminación de isótopos radiactivos, descontaminación de aguas ricas en mercurio, eliminación, recuperación de cromatos y cianuros.

2.7.4.4. Separación por membranas

Existen tratamientos en los que se ven inmersos procesos de membrana. Entre ellos destacan la electrodiálisis, la ultrafiltración, la microfiltración y la ósmosis inversa que permiten una descarga prácticamente cero de contaminantes.

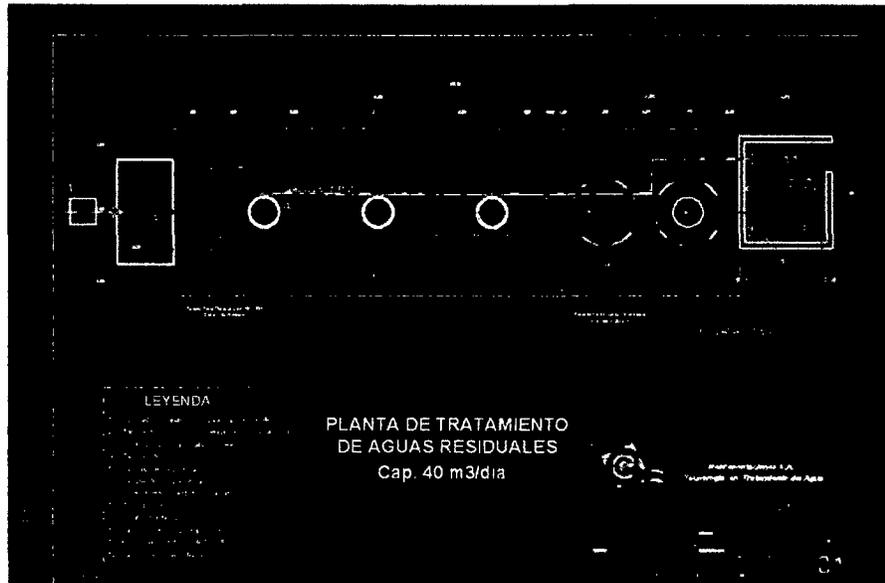
Figura N° 2.6: Equipo de Osmosis Inversa



(*) Fuente: Aquafil –Equipo de Osmosis Inversa

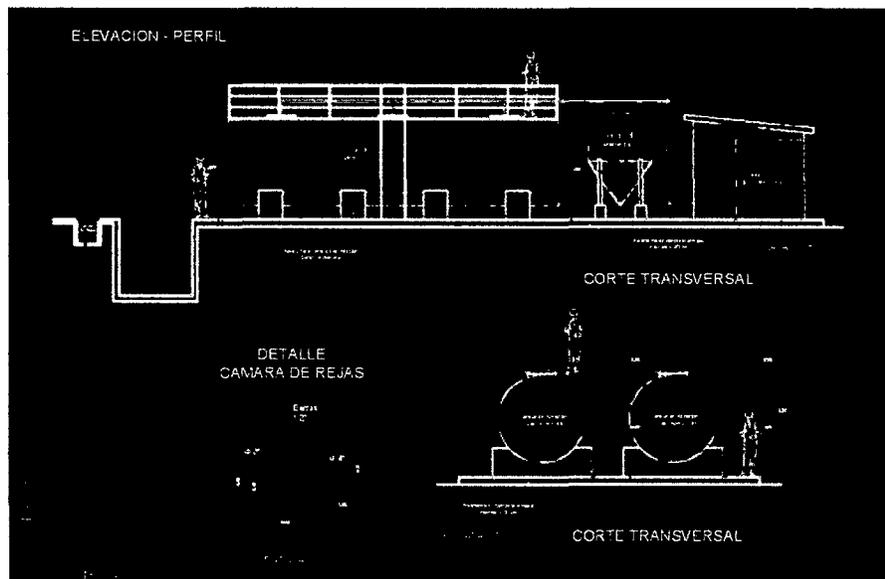
A continuación se presenta la **Figura 2.7** donde se aprecia la **Planta General de Distribución de una PTAR de 40 m³/día**.

Figura N° 2.7: Sistema de Distribución de una Planta de Tratamiento de Agua



(*) Fuente: Planos Elaborados para San Martín Contratistas Generales

Figura N° 2.8: Vistas de Perfil de una Planta de Tratamiento de una PTAR 40m³/día



(*) Fuente: Planos Elaborados para San Martín Contratistas Generales

(*) PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas

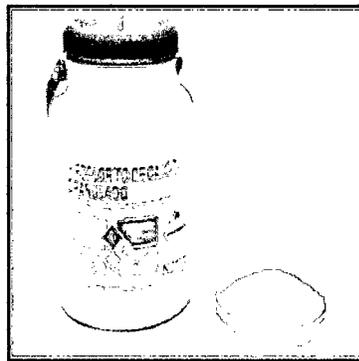
2.7.4.5. Desinfección

Proceso para disminuir o destruir agentes patógenos y virus que pudieran existir en el agua residual. Son muchos los agentes que

se pueden utilizar para desinfectar y esterilizar una masa de agua, pero en la aplicación práctica industrial del tratamiento de aguas potables y aguas residuales, las posibilidades se reducen a unos cuantos agentes, entre los que cabe destacar el cloro, el permanganato o el hipoclorito. La desinfección puede conseguirse asimismo mediante procesos físicos como la radiación ultravioleta.

Por cloro: *Sigue siendo la forma más común de desinfección de las aguas residuales, debido a su bajo costo y largo plazo de eficacia. Una desventaja es que la desinfección con cloro del material orgánico residual puede generar compuestos orgánicamente clorados que pueden ser carcinogénicos.*

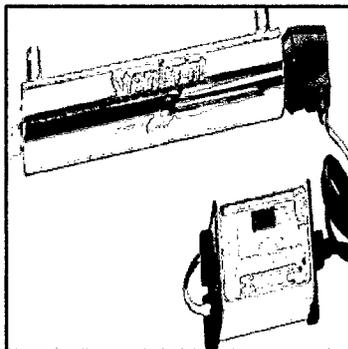
Figura N° 2.9: Hipoclorito de Calcio al 65%HTH



(*) Fuente: Propia

Por Equipos Ultravioleta: *La radiación UV se utiliza para dañar la estructura genética de las bacterias, virus, y otros patógenos, haciéndolos incapaces de la reproducción.*

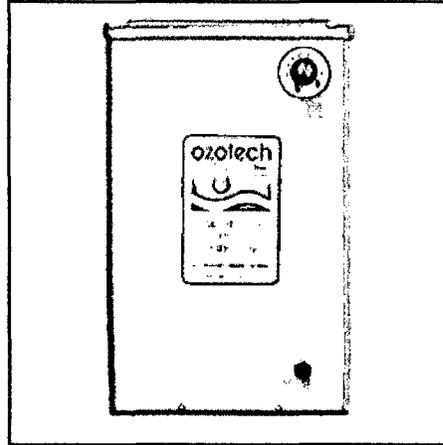
Figura N° 2.10: Equipo Ultravioleta, Marca: Sterilight



(*) Fuente: Mercantil Interamericana-Dpto. Tecnico Comercial

Por Ozono: Es inestable y reactivo pero oxida la mayor cantidad del material orgánico con que entra en contacto, de tal manera que destruye muchos microorganismos causantes de enfermedades.

Figura N° 2.11: Equipo Ozono Marca: Ozotech



(*) Fuente: Mercantil Interamericana-Dpto. Técnico Comercial

2.8. Lodos Producidos en una Planta de Tratamiento de Agua Residual

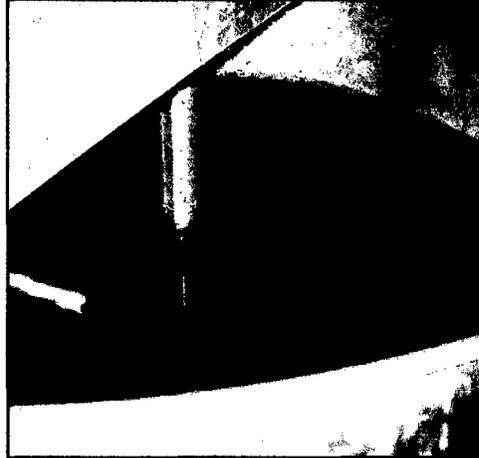
En el tratamiento de aguas residuales se generan una serie de subproductos denominados “fangos” o “lodos residuales”, donde se concentra la contaminación eliminada de las aguas, cuyo tratamiento y evacuación puede ser problemática. Los lodos generados en la planta de Tratamiento de aguas residuales domésticas tiene un gran componente orgánico, por lo que son susceptibles de entrar en fase de putrefacción y provocar un decaimiento en la calidad del agua como efluente de la planta, además de producir malos olores. La cantidad y las propiedades del fango a tratar en una planta depuradora dependen de las características de las aguas residuales de procedencia. Los lodos que se generan en una PTAR con tratamiento biológico proceden fundamentalmente de:

2.8.1. Lodos Primarios

Los lodos primarios son residuos pesados, con un contenido de materia orgánica del 60% al 70% aproximadamente, debido a su tamaño de asimilación microbiana lenta. Estos fangos no han sufrido un tratamiento biológico, no se han descompuesto, por lo que son altamente inestables provocando al cabo de cierto

tiempo mal olor .Su color es normalmente gris , con altos contenidos de sólidos fecales y otros tipos de desechos .Su contenido de humedad varía entre el 95% al 99% .

Figura N° 2.12: Lodos Primarios



(*) Fuente: Propia

2.8.2. Lodos Secundarios

Son sólidos procedentes del reactor biológico y son separados en el clarificador secundario .Hay que señalar que de estos lodos, una parte es recirculada, para mantener una población microbiana adecuada en el tanque de aireación y otra parte es eliminada constituyendo lo que se llaman “Lodos en exceso” .Su color es marrón oscuro y la humedad varía entre 98% y 99.5%.

En resumen los fangos producidos en el tratamiento primario y secundario de una PTAR presentan las siguientes características:

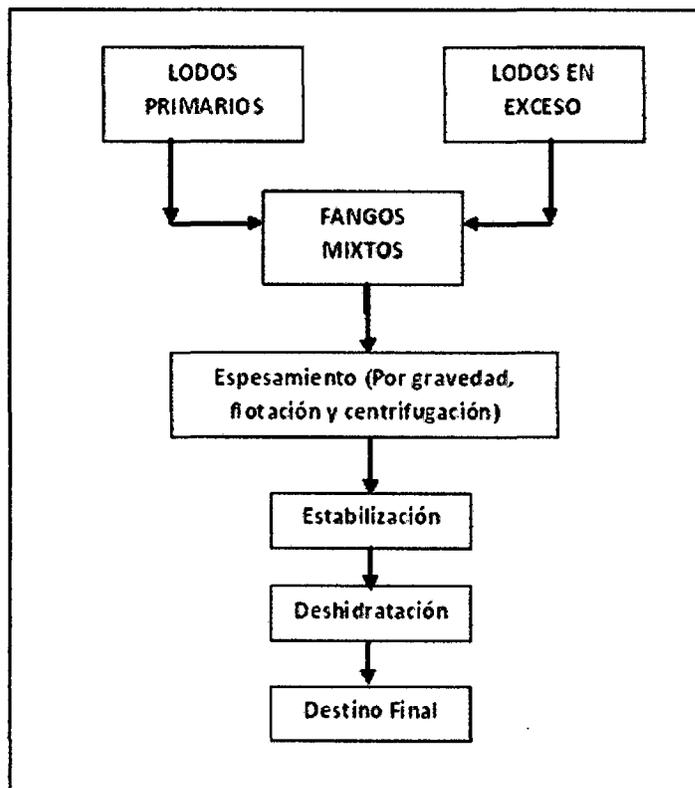
- Tienen una gran cantidad de agua (95%-99%), por lo que ocupan un volumen importante y son de difícil manipulación.
- Tienen gran cantidad de materia orgánica, por lo que entran fácilmente en descomposición, produciendo malos olores.
- Poseen una gran cantidad de organismos patógenos, causantes de organismos.

Fotografía N° 2.3: Lodos Secundarios



(*) Fuente: PTAR de la Av. Grau-100m³/día

Figura N° 2.13: Diagrama del Proceso de Fangos de una PTAR



(*) Fuente: Tesis Doctoral Optimización del proceso de lodos activos para reducir la generación de Fangos Residuales,

2.8.3. Sistema de Tratamiento de Lodos

2.8.3.1. Espesamiento

Esta etapa permite reducir el volumen de los fangos mediante concentración o eliminación parcial del agua. El espesado se realiza, generalmente por medios físicos, incluyendo la sedimentación por gravedad, flotación y la centrifugación.

2.8.3.2. Sistemas de Estabilización

Su finalidad es la de disminuir el contenido en materia orgánica de los fangos y reducir de esta manera los malos olores y putrefacción. Los sistemas de estabilización se dividen en digestión biológica (aerobia y anaerobia), estabilización química y compostaje.

Tabla 2.3: Tratamiento Aerobio vs Tratamiento Anaerobio. Fuente: Adaptado de Arce (1997).

AEROBIA	ANAEROBIA
$C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$ $\Delta G^\circ = -2840 \text{ KJ/mol glucosa}$	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3 CO_2 + 3 CH_4$ $\Delta G^\circ = -393 \text{ KJ/mol glucosa}$
<ul style="list-style-type: none"> ✦ Mayor eficiencia de remoción. ✦ Operatividad comprobada. ✦ 50% de C es convertido en CO₂, 40-50% es incorporado dentro de la masa Microbiana. ✦ 60% de la energía es almacenada en la nueva biomasa, 40% es perdido como Calor. ✦ Ingreso de elevada energía para aireación. ✦ Limitación de cargas orgánicas. ✦ Se requiere adición de nutrientes. ✦ Requerimiento de grandes áreas. ✦ Sensible a economía de escala. ✦ Periodos de arranque cortos. ✦ Tecnología establecida. 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Menor producción de lodos. ✦ Menores costos de operación. ✦ 95% de C es convertido en biogás; 5% es Transformado en biomasa microbiana. ✦ 90% de la energía es retenida como CH₄, 3-5% es perdido como calor, 5-7% es Almacenada en la biomasa. ✦ No requiere de energía. ✦ Acepta altas cargas orgánicas. ✦ Degrada compuestos policlorados. ✦ Requerimiento bajo de nutrientes. ✦ Se requiere pequeña área superficial. ✦ Largos periodos de arranque. ✦ Recientemente establecida, todavía bajo ✦ Desarrollo para aplicaciones específicas.

(*) Fuente: Tesis Doctoral Optimización del proceso de lodos activos para reducir la generación de fangos residuales

2.8.3.3. Acondicionamiento de Lodos

A través de tratamientos fisicoquímicos para la eliminación del agua intersticial y favorecer la unión entre los sólidos.

2.8.3.4. Deshidratación de Lodos

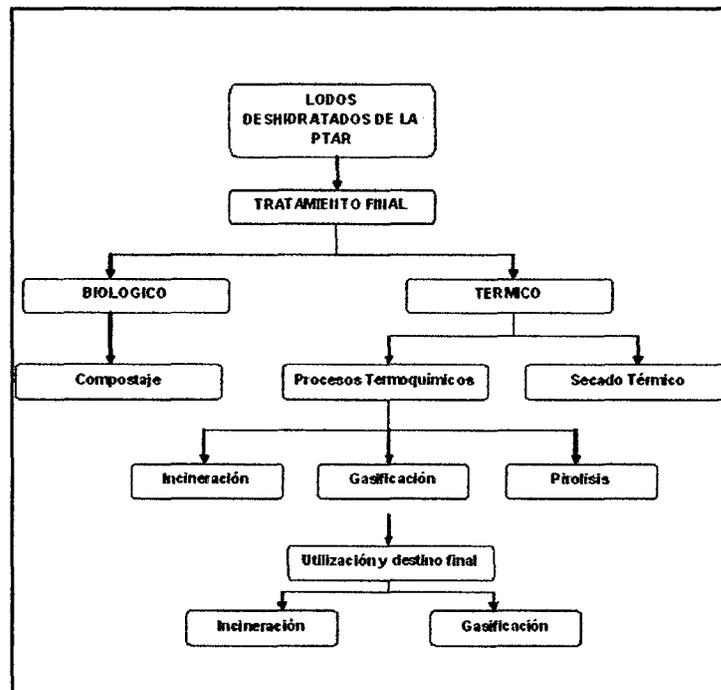
Operación física para reducir el contenido de humedad del fango

2.8.3.5. Proceso Final de Lodos

Los destinos finales que se suelen dar a los lodos de las depuradoras se pueden dividir en:

- Métodos que consideran al lodo como un residuo sin valor .En esta línea se encuentran la incineración y el vertido al medio, que son métodos que pretenden minimizar o almacenar el volumen de lodos obtenidos.
- Métodos que consideran al lodo como un recurso aprovechable .Aquí se incluye la aplicación en la agricultura, el uso para regeneración de terrenos, reforestación y la recuperación de compuestos deseables.

Figura N° 2.14: Esquema de los Tratamientos Finales de los Lodos de una PTAR

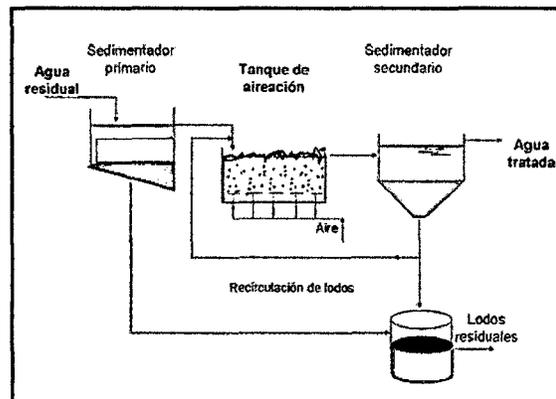


(*) Fuente: Tesis Doctoral Optimización del proceso de lodos activos

2.9. Sistema de Lodos Activados

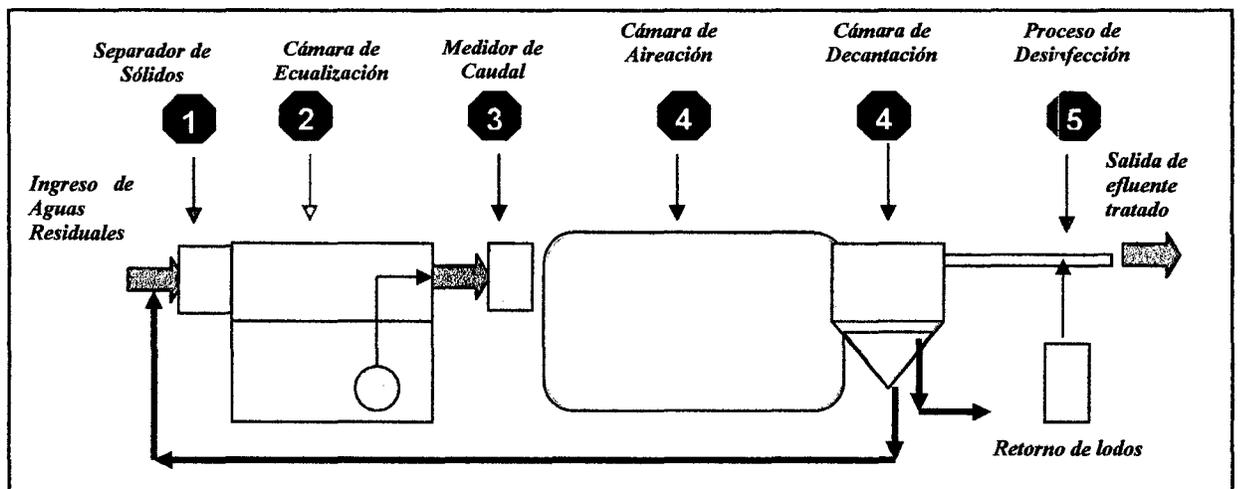
Los procesos biológicos de cultivo en suspensión aeróbico, consisten en provocar el desarrollo de un cultivo en suspensión de microorganismos aeróbicos capaces de asimilar la materia orgánica biodegradable presente en el agua residual, a través de procesos biológicos de síntesis, oxidación y endogénesis. En general, el proceso de lodos activos (lodos activados o fangos activados) es el sistema biológico de depuración más extendido actualmente para tratar aguas residuales, tanto domésticas como industriales. La denominación del proceso proviene de la producción de una masa activada de microorganismos capaz de estabilizar un residuo por vía aerobia. En la actualidad, existen muchas versiones del proceso original, pero todas con la misma base científica (Tchobanoglous G. y Burton F., 1995).

Figura N° 2.15: Esquema convencional de un proceso de Tratamiento por Lodos Activados



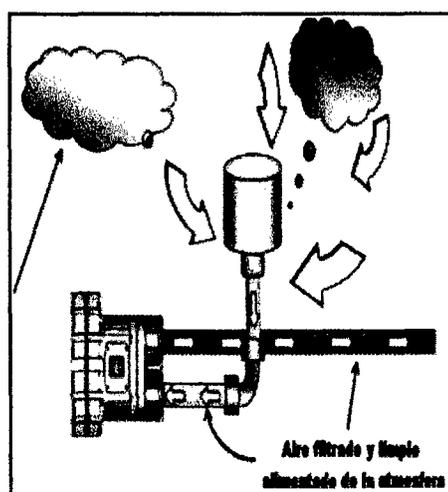
(*) Fuente: Tesis Doctoral Optimización del proceso de lodos activos para reducir la generación

Figura N° 2.16: Diagrama de Flujo del Proceso de una PTAR



El oxígeno necesario para el desarrollo de la actividad microbiana, Se suministra a partir de compresores de alta capacidad, a través de difusores (de burbuja fina o gruesa) o bien mediante aireadores mecánicos, para favorecer la disolución del oxígeno. Cuando el nivel de oxígeno limita el crecimiento, pueden predominar los Microorganismo filamentosos (colonias de *Sphaerotilus*) empobreciendo las Características de sedimentabilidad y calidad de fango.

Figura N° 2.17: Filtros de Aire



(*) Fuente: Propia

A partir de un balance de materia aplicado a la biomasa en el tanque de Aireación, considerando la velocidad de dilución $D=f^{-1}=Q_0 / V$ y la Velocidad de crecimiento celular (r_x) = μX , se obtiene:

$$\boxed{\left(\frac{dX_{V,a}}{dt} \right) = \mu X_{V,a} - DX_{V,a}}$$

Donde:

$X_{V,a}$: Es la concentración de microorganismos en el reactor .

μ : Velocidad específica de crecimiento

X : Crecimiento de Microorganismos

D : Velocidad de Dilución

En condiciones de estado estacionario la velocidad específica de Crecimiento se iguala a la velocidad de dilución: $\mu = D$. De esta manera se presenta que la velocidad de dilución es Inversamente proporcional al volumen. En este sentido, para aumentar la capacidad de tratamiento de la unidad de lodos

activos se recurre a la Recirculación parcial de los lodos biológicos que abandonan el reactor.

2.9.1. Parámetros de Diseño del Tanque de Aireación

La concentración de sólidos volátiles en suspensión, representativa de la biomasa del sistema, oscila entre 2.000-3.000 mg /l, de los cuales aproximadamente $\frac{3}{4}$ son volátiles (fracción volátil del 80-90%). Aunque, en principio, una mayor concentración de sólidos volátiles en suspensión supone una mayor velocidad de depuración, la velocidad del proceso de depuración está limitada por la velocidad de transferencia de oxígeno y por la sedimentación de los lodos, que se ve perjudicada ante un exceso de los mismos. Para aguas urbanas suele eliminarse del 90-95% de DBO en tiempos de residencia de 4 a 8 horas, teniendo como razones de recirculación del orden del 10% al 30% del caudal total de entrada a la unidad. La carga orgánica mide la capacidad de tratamiento de la unidad en kg de materia orgánica por unidad de capacidad de tanque y día, para los sistemas convencionales por lodos activos oscila entre 0,4 y 1,2 kg DBO/m³ día. Existen, además, dos magnitudes de gran interés, la edad de los lodos, o tiempo de retención celular, y la relación A: M.

A continuación se presenta la Figura 2.16 donde se aprecia el tanque de aireación de 40m³/día, el cual tiene un peso aproximado de 5 Ton., cuyo diámetro es de 2.4m y largo de 10m.

Fotografía N° 2.4: Tanque de Aireación –Proyecto Fuerabambas



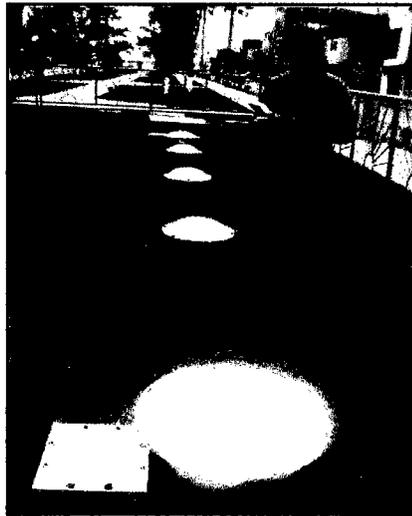
(*) Fuente: Proyecto Fuerabambas –GYM-40m³/día

Fotografía N° 2.5: Vista Panorámica-PTAR Av.Grau



() Fuente: Planta Instalada en La Av.Grau-Crda.22- cuya capacidad es de 100 m³/día-Planta Enterrada*

*Fotografía N° 2.6: PTAR Av.Grau-100m³/día-
Proceso de Lodos Activados*



() Fuente: Planta Instalada en La Av.Grau-Crda.22- cuya capacidad es de 100 m³/día-Planta Enterrada*

2.9.1.1. Edad de Lodos

La edad de lodos $\theta_c(d)$, se define como el tiempo medio que permanecen los lodos en el interior del sistema antes de ser eliminados del mismo mediante la purga con el efluente. Esta magnitud tiene un aproximado de 5 a 15 días en lodos convencionales. La edad de lodos

coincide con el tiempo de residencia de sólidos cuando la respiración endógena y los sólidos en la alimentación son despreciables. Este parámetro está inversamente relacionado con la velocidad específica de crecimiento de sustrato a partir de la siguiente expresión:

$$\theta_c = \frac{X_{v,a} \times V}{\Delta X_v / V} = \frac{1}{\mu}$$

Donde:

θ_c : Edad de Lodos

En consecuencia, controlando la edad de los lodos se controla la velocidad específica de crecimiento de la biomasa en el sistema. La edad de lodos se controla con la purga de lodo del sistema.

2.9.1.2. Carga Máfica

La intensidad de carga o relación A: M, que se define como la relación entre la carga orgánica diaria de la alimentación (kg DBO, Kg DQO) y la concentración de biomasa en el tanque de aireación (medida como STS, SVS), se expresa como (kg de sustrato en la alimentación / d x kg MLVSS en el reactor).

$$A : M = \frac{S_v}{X_v \times t_H}$$

Un valor frecuente es A: M: 0,3 – 0,6 kg DBO₅/KSTS x d, que favorecen las características de floculación del lodo.

Donde:

T_H : Tiempo de retención hidráulico

2.9.2. Parámetros de Diseño del Tanque de Sedimentación

En el tanque de sedimentación se suele aumentar de 4 a 5 veces la concentración de sólidos del tanque de aireación. La capacidad de espesamiento suele medirse a partir de la velocidad de sedimentación zonal (VSZ) o del índice volumétrico de lodos (IVL). Tanto el parámetro IVL, como la VSZ, se relacionan con A:M previamente definida, de forma que existe un valor óptimo de la relación A:M para la que se consiguen las mejores características de sedimentabilidad de los lodos. La relación A:M óptima corresponde a la zona de la curva comprendida entre los valores $0,6 > A:M > 0,3 (d^{-1})$, para los cuales la velocidad de sedimentación zonal (VSZ) alcanza un máximo y el índice volumétrico de lodos (IVL) un mínimo.

Tabla N° 2.4: Parámetros de Diseño para el Sistema de Lodos A. (Tchobanoglous G. y Burton F., 1995)

Modificación del proceso	Edad de Fango $\theta_c (d)$	A:M(kgDBO ₅ aplicada · kg ⁻¹ SVSLM · d ⁻¹)	Carga volumétrica (kgDBO ₅ aplicada · m ⁻³ · d ⁻¹)	Sólidos en suspensión (mg/l)	Tiempo Hidráulica de residencia (h)	Q ₂ /Q
Convencional	5 – 15	0,2 – 0,4	0,32 – 0,64	1.500 – 3.000	4 – 8	0,25-0,75
Mezcla completa	5 – 15	0,2 – 0,6	0,80 – 1,92	2.500 – 4.000	3 – 5	0,25-1,0
Aireación prolongada	20 – 30	0,05 – 0,15	0,16 – 0,40	3.000 – 6.000	18 – 36	0,5-1,50
Alta carga	5 – 10	0,4 – 1,5	1,60 – 1,60	4.000-10.000	2 – 4	1,0-5,0

(*) Fuente: Tesis Doctoral Optimización del proceso de lodos activos para reducir la generación de fangos residuales

2.9.3. Cinética de Crecimiento

Una manera de explicar la generación de biomasa y la velocidad con que esta se genera es mediante la cinética de crecimiento microbiana

Un proceso de crecimiento celular implica el consumo de substratos que suministren la energía y la materia prima necesaria para la síntesis del material celular y demás productos del metabolismo. El crecimiento celular obedece a las leyes de la conservación de materia: los átomos de carbono, nitrógeno, oxígeno y demás elementos se reordenan en los procesos metabólicos de las células de manera que la cantidad total incorporada coincide con la que aparece en el entorno. Esto hace factible el planteamiento de balances de materia y de energía en los procesos de crecimiento celular, expresados de forma general como:

Fuente de C + Fuente de N + O₂ + minerales + nutrientes específicos



Masa celular + Productos + CO₂ + H₂O

Se hace la consideración de célula promedio, que consiste en aceptar que todas las células de una población son iguales y que se comportan de la misma forma. Considerando un reactor discontinuo de mezcla perfecta, el crecimiento de las células tiene lugar dentro del reactor, y se detiene cuando hay algún tiempo de limitación. Se puede expresar la tasa de crecimiento de las células bacterianas (r_x) con la siguiente expresión:

$$r_x = \frac{dX}{dt} = \mu \cdot X$$

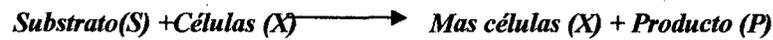
Donde:

μ : *Velocidad específica de crecimiento*

X : *Crecimiento de Microorganismos*

A pesar de que el crecimiento celular es un fenómeno muy complejo, se puede obtener una descripción global razonablemente buena utilizando ecuaciones relativamente simples, entre ellas la más comúnmente utilizada es la ecuación de Monod, que describe el crecimiento celular en función de la disponibilidad de un

sustrato limitante (Monod, 1949) .La reacción bioquímica se expresa de la siguiente manera:



Siendo la velocidad específica de crecimiento: $\mu = \frac{r_x}{X}$

Según Monod la tasa de crecimiento específica es puede expresar de la siguiente manera:

$$\mu = \frac{\mu_m \cdot S}{(K_s + S)}$$

Donde:

S : Sustrato (DQO o DBO)

μ_m : Velocidad específica máxima de crecimiento

K_S : Constante de Monod

Por lo tanto, la expresión de la tasa de crecimiento celular queda definida:

$$\mu = \frac{dX}{dt} = \frac{\mu_m \cdot X \cdot S}{(K_s + S)}$$

Donde:

r_x : Tasa o velocidad de crecimiento

X : Concentración de células (MLSS o MLVSS)

S : Sustrato (DQO o DBO)

P : Concentración Producto

μ_m : Velocidad específica máxima de crecimiento

K_S : Constante de Monod

Las ecuaciones anteriores muestran un crecimiento de los Microorganismos (X) en función del reactivo limitante (S), en un proceso discontinuo este sustrato irá disminuyendo con lo cual la velocidad de crecimiento de los microorganismos disminuirá.

Introduciendo el concepto de coeficiente de producción, que se define como la relación existente entre la masa de células producidas y la masa de sustrato consumido:

$$Y_{X:S} = -\frac{dX}{dS}$$

El signo negativo de la anterior expresión es debido a que existe una desaparición de un sustrato. De donde considerando:

$$r_x = \frac{dX}{dt} \quad \text{y} \quad r_{su} = \frac{dS}{dt} \quad \text{se tiene que:}$$

$$r_x = -Y \cdot r_{su}$$

Donde:

r_x : Tasa o velocidad de crecimiento celular

r_{su} : Tasa o velocidad de utilización del sustrato

Y: Coeficiente de Producción

De donde sustituyendo en la expresión anterior la velocidad de crecimiento celular por su expresión podemos obtener la velocidad de consumo de sustrato:

, podemos obtener la velocidad de crecimiento del sustrato:

$$r_{su} = -\frac{k \cdot X \cdot S}{(k_s + S)}$$

Donde:

r_{su} : Tasa o velocidad de utilización de sustrato

$k = \mu_m / Y$, tasa máxima de utilización de sustrato por unidad de masa de

Microorganismos

K_s : Constante de Monod

X: Concentración de Microorganismos

S: Sustrato

Teniendo en cuenta que se está considerando un medio discontinuo, habrá un momento donde empezara a desaparecer el sustrato y la tasa media de crecimiento de microorganismos empezara a disminuir hasta hacerse constante y cuando empiecen a morir los microorganismos presentes empezara a ser

negativa .Esto se puede contemplar en las ecuaciones anteriores considerando la tasa o velocidad de muerte de los microorganismos:

$$r_d = -k_d \cdot X$$

Donde:

r_d : Tasa o velocidad de muerte de los microorganismo

k_d : Constante de muerte de los microorganismo

X : Concentración de microorganismo

Por lo tanto, la velocidad neta de crecimiento de microorganismos introduciendo la Velocidad de descomposición de los microorganismos queda de la siguiente Manera:

$$r_x = \frac{\mu_m \cdot X \cdot S}{k_s + S} - k_d \cdot X$$

r_x : Tasa o velocidad neta de crecimiento de microorganismos

k_s : Constante de Monod

X : Concentración de Microorganismos

S : Sustrato

k_d : constante de muerte de los microorganismos

X : Concentración de microrganismos

Por lo tanto, como se observa en la expresión anterior en un sistema discontinuo, las células no pueden reproducirse indefinidamente, y al final de una primera fase de crecimiento exponencial ,la velocidad va disminuyendo a medida que aparecen limitaciones, dándose una fase estacionaria donde la concentración de microorganismos se mantiene constante y finalmente se llega a una fase de muerte celular donde desciende ; esta fase ,en realidad ,se ve incrementada por la depredación entre los distintos microorganismos.

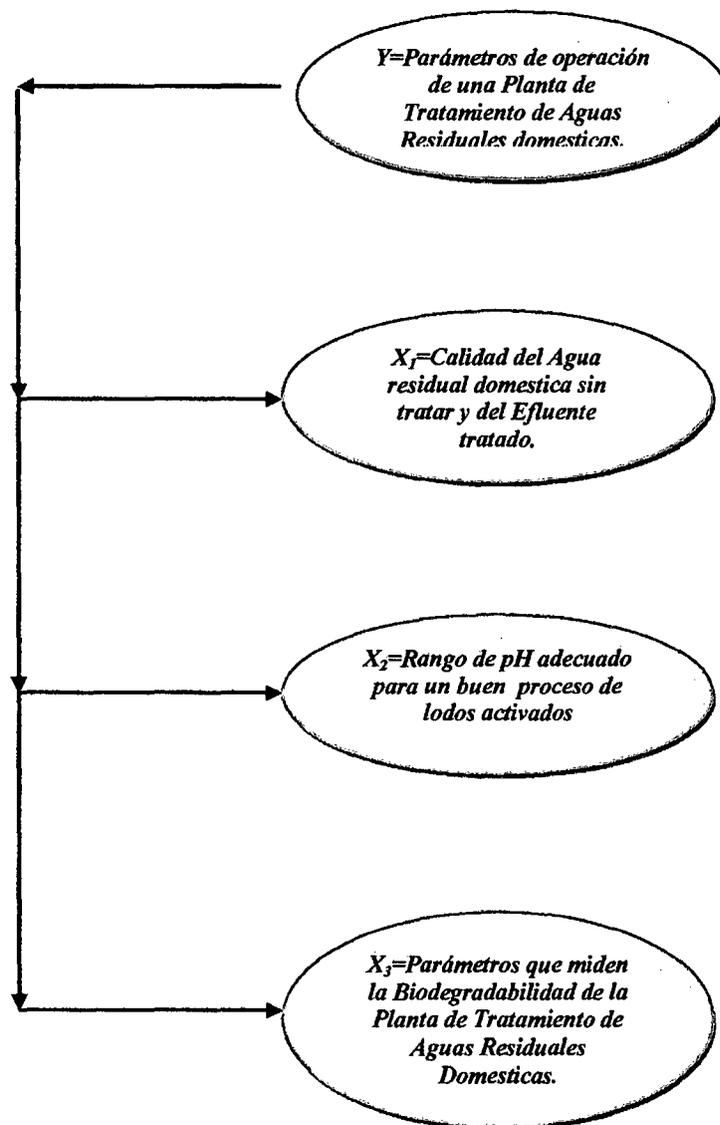
III.-METODOLOGIA Y PARAMETROS DE DISEÑO

3.1. Relación entre las variables de la Investigación

Por su naturaleza todas las variables identificadas son de tipo cuantitativas. Por su dependencia, la variable X es Independiente, y la variable Y es Dependiente. Es decir

$Y = f(X_1, X_2, X_3)$, en la presente figura se muestra la relación de las variables.

Figura N° 3.1 Relación de Variables Consideradas



3.1.1. Operacionalización de las variables

Tabla N° 3.1: Variables Operativas

<i>Variables Independientes</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Método</i>
<i>X₁= Calidad del Agua residual domestica sin tratar y del Efluente tratado.</i>	<i>DBO₅ DQO PH TSS Aceites y Grasas Coliformes Termotolerantes</i>	<i>Análisis experimental por métodos de Winkler, Colorimétrico, Electrodo , Gravimétrico y Tubos Múltiples</i>
<i>X₂= Rango de pH adecuado para un buen proceso de lodos activados</i>	<i>pH</i>	<i>Electrodo</i>
<i>X₃= Parámetros que miden la Biodegradabilidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas.</i>	<i>DBO₅ DQO</i>	<i>Winkler y Colorimetrico</i>
<i>Variable Dependiente</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Método</i>
<i>Y=Parámetros de operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales domesticas.</i>	<i>DBO₅ DQO pH TSS</i>	<i>Análisis experimental por métodos de Winkler, Colorimétrico, Electrodo y Gravimétrico</i>

3.2. Diseño de la Planta de Tratamiento

3.2.1. Bases de Diseño

Caudal de Diseño: Q

$$Q = 100\text{m}^3 / \text{dia} = 4,17\text{m}^3 / \text{h} = 0,00116\text{m}^3 / \text{s}$$

Carga orgánica: DBO_5

Tabla N° 3.2: Datos de la Carga Orgánica de Diseño

Carga Orgánica	DBO_5 (mg O_2/l)
Influente	480
Efluente	15

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.2.2. Cámara de Rejas

- Tipo : Rejas de Barras
- Limpieza : Manual

Tabla N° 3.3: Especificaciones Técnicas de la Cámara de Rejas

Especificaciones Técnicas		
Tamaño de la Barra	Anchura	0,01 m
	Profundidad	0,025 m
Separación		0,025 m
Inclinación respecto a la Vertical		30 °
Velocidad de Aproximación		0,45 m/s
Perdida de carga admisible		0,15 m

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

Calculo de la perdida de carga cuando la rejilla esta limpia : h

$$h = Bx \left(\frac{W}{B} \right) h_v \text{Sen}\theta$$

Donde:

h = Perdida de carga en metros (m)

B = Factor de forma de la barra

W = Anchura máxima transversal de las barras en la dirección en la corriente, en metros (m).

b = Separación mínima entre barras, en metros (m)

h_v = Altura cinética del flujo que se aproxima a la reja, en metros (m) .

θ = Angulo de la reja con respecto a la horizontal.

Datos:

$B = 2,42$ (De las tablas correspondientes)

$W = 1,0 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$

$b = 2,5 \text{ cm} = 0,0025 \text{ m}$

$\theta = 60^\circ$

Determinando el valor de h_v :

Para un caudal $Q = 100 \text{ m}^3 / \text{día}$

Una velocidad aproximada de $v = 0,45 \text{ m/s}$

Se tiene lo siguiente:

$h_v = 0,057 \text{ m}$

Por lo tanto se tiene:

$$h = Bx \left(\frac{W}{b} \right) h_v \text{ Sen } \theta = 2.42 x \left(\frac{0.01}{0.0025} \right) x 0.057 x 1 = 0.055 \text{ m} = 5.5 \text{ cm}$$

$$h = 0,055 \text{ cm}$$

Perdida de carga considerando el 50% del área obstruida: h_0

Donde:

$$h_v = 0.057 / f$$

$f = 0.5$

Luego: $h_v = 0,057 / 0,5 = 0,114 \text{ m}$

La pérdida de carga será:

$$h_0 = 11 \text{ cm} = 0,11 \text{ m}$$

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf& Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.3. Tanque de Ecuilización

- Caudal : Q

$$Q = 100\text{m}^3 / \text{día} = 4,17\text{m}^3 / \text{h} = 0,00116\text{m}^3 / \text{s}$$

- Capacidad de Almacenamiento : 8 horas de retención

Volumen del Tanque: V

$$V = 20,85\text{m}^3$$

3.2.4. Bomba de Transferencia

Calculo de la Potencia (hp)

$$Q = 100\text{m}^3 / \text{día}$$

$$Q = 18,34\text{gpm}$$

Tabla N° 3.4: Especificaciones de la Bomba de Transferencia

Dimensiones	
Diámetro	2,3 m
Altura	5,0 m
Área Superficial	4,4m ²
Volumen Total	22 m ³

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

Carga Hidráulica total: H

$H = 45$ pies de columna de agua

$H = 13,72$ m de columna de agua

Rendimiento: η

$$\eta = 60\% = 0,60 \quad d = 1$$

$$H_p = \frac{QHd}{3960\eta} = 0,5\text{hp} = 373\text{J/s}$$

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.5. Medidor de Caudal: Vertedero Triangular

- Calculo de la altura de la descarga : h_0

Utilizando la siguiente relación:

$$Q = \frac{0.31h_0(2g)^{1/2}}{\tan \phi}$$

Donde:

$$Q = 11,57 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$g = 9,81 \text{ m} / \text{s}^2$$

$$\phi = 45^\circ$$

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

Al reemplazar en la ecuación anterior tenemos:

$$h_0 = 5,9 \text{ cm} = 0,059 \text{ m}$$

3.2.6. Reactor Biológico: Tanque de Aireación

- Clase de Tratamiento biológico : Aerobio
- Tipo de tratamiento aerobio : Lodos Activados
- Características Operativas :

Modelo de Flujo: Mezcla Completa

Proceso : Aireación Prolongada

- Constantes Cinéticas

K_0 = Tasa específica de crecimiento

$$K_0 = 0,45 \text{ h}^{-1} = 10,8 \text{ días}$$

K_m = Constante de saturación del sustrato

$$K_m = 60 \text{ mg} / \text{L DBO}_5$$

$Y =$ Rendimiento

$Y = 0,67 \text{ mg SSVLM} / \text{ mg DBO}_5$ (SSVLM= Sólidos suspendidos volátiles en el líquido mezcla)

$K_d =$ Constante de declinación

$K_d = 0,04 \text{ día}^{-1}$

Parámetros Biológicos de Diseño

$S_0 =$ Concentración de DBO_5 en el afluente

$S_0 = 480 \text{ mg/l}$

$S =$ Concentración de la DBO_5 soluble en el efluente

$\theta_c =$ Tiempo de Residencia celular

$\theta_c = 30 \text{ día}$

$X =$ Sólidos suspendidos volátiles en el líquido mezcla (SSVLM)

$X = 3000 \text{ mg/L}$

$X_r =$ Sólidos suspendidos volátiles en el retorno

$X_r = 6500 \text{ mg/L}$

$V =$ Volumen del reactor

$\theta =$ Tiempo de residencia hidráulica

$Q_r =$ Caudal de retorno

$R =$ Relación de recirculación

$Q_w =$ Caudal de Purga

$P_R =$ Producción de lodos

$O_2 =$ Oxígeno necesario

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR $100 \text{ m}^3/\text{día}$ -EMAPE

(**) Fuente: Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

- Rangos de Factores de Diseño

$U =$ Relación alimento / Microorganismos

$$U = \frac{(0.05 - 0.15) \text{ kg DBO}_5}{\text{ kg SSVLM} - \text{ día}}$$

$\theta_c =$ Tiempo de Residencia celular

$\theta_c = 20-30 \text{ días}$

θ = Tiempo de residencia hidráulica

θ = 18-36 horas

Concentración en el reactor: SSVLM

SSVLM= 3000-6000 mg/ L

Carga Volumétrica= 0,16-0,4 Kg. DBO₅/ m³

Relación de recirculación: R

R= 0,75-1,50

$$\frac{DBO_5}{DBO_L} = 0.70$$

DBO_L=DBO total en el tiempo t= 0

$$\frac{SSVLM}{SSLM} = 0.90$$

- Variables de Diseño

Calculo de la DBO₅ soluble en el efluente: S

Calculo del volumen del reactor: V

Calculo del tiempo de residencia hidráulica: θ

Calculo de la relación de la recirculación: R

Calculo de la producción de fango: QW

Calculo de la necesidad del oxígeno: O₂

Calculo del volumen de aire

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf& Eddy (1995).Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.6.1. Calculo de la DBO₅ Soluble en el efluente

S: Es la concentración de la DBO₅ soluble no degradado biológicamente y por lo tanto es el que aparece en el efluente.

$$S = \frac{K_m(1 + K_d \times \theta_c)}{\theta_c(k_c - k_d) - 1}$$

$$S = \frac{60(1 + 0,04 \times 30)}{30(10,8 - 0,04) - 1} = 0,41 \text{ mg/l}$$

3.2.6.2. Cálculo de la capacidad del Reactor: V

$$V = \frac{\theta_c \times Q \times Y (S_0 - S)}{X(1 + K_d \times \theta_c)}$$

Volumen útil del Reactor = 146 m^3

Volumen total del Tanque = 118 m^3

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR $100 \text{ m}^3/\text{día}$ -EMAPE

(**) Fuente: Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.6.3. Cálculo del tiempo de Residencia Hidráulico: θ

$$\theta = \frac{V}{Q}$$

$$\theta = \frac{146 \text{ m}^3}{100 \text{ m}^3/\text{día}} = 1,46 \text{ días} = 35 \text{ h} = 126000 \text{ s}$$

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR $100 \text{ m}^3/\text{día}$ -EMAPE

(**) Fuente: Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.6.4. Cálculo de la Relación de Recirculación: R

$$R = \frac{1 - \theta / \theta_c}{X_R / X - 1}$$

Al reemplazar tenemos:

$$R = 0,8$$

Luego:

$$R = \frac{Q_R}{Q} \quad Q_R = 0,8 \times 100 \text{ m}^3 / \text{día} = 3,3 \text{ m}^3 / \text{h} = 0,00092 \text{ m}^3 / \text{s}$$

3.2.6.5. Cálculo de la Producción de Fango: P_X

$$P_X = Y_{OBS} \times Q \times (S_0 - S) \times 10^{-3}$$

$$Y_{OBS} = \frac{Y}{1 + K_D \times \theta_c} = \frac{0,67}{1 + 0,04 \times 30} = 0,30$$

Luego:

$$P_X = 0,30 \times 100 \times (480 - 0,41) \times 10^{-3} = 14,38 \text{ kgSSV} / \text{dia} = 0,0001664 \text{ kgSSV} / \text{s}$$

La masa total como sólidos suspendidos totales es:

$$P_x = \frac{14,38}{0,90} = 16,00 \text{ kgSST} / \text{dia} = 0,7 \text{ kgSST} / \text{h} = 0,000194 \text{ kgSST} / \text{s}$$

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf& Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.6.6. Cálculo de la Purga de Fango: Q_w

Purga a partir del Reactor

$$Q_w = V / \theta_c$$

$$Q = \frac{146 \text{ m}^3}{30 \text{ dias}} = 4,86 \text{ m}^3 / \text{dia} = 0,2 \text{ m}^3 / \text{h} = 0,0000556 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Purga a partir de la Línea de Recirculación

$$Q_w = \frac{XV}{X_R \times \theta_c} = 2,5 \text{ m}^3 / \text{dia} = 0,104 \text{ m}^3 / \text{h} = 0,0000289 \text{ m}^3 / \text{s}$$

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf& Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.6.7. Cálculo de la Necesidad de Oxígeno

$$\frac{\text{KgO}_2}{\text{dia}} = \text{DBO } \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times Q (\text{m}^3 / \text{dia}) \times \frac{\text{KgO}_2}{\text{KgDBO}}$$

Donde : $\frac{\text{KgdeO}_2}{\text{KgdeDBO}}$ Depende del tiempo de retención hidráulico y de la carga masica

$$\text{Rango} : \frac{\text{KgdeO}_2}{\text{KgdeDBO}} = 0,7 - 1,2$$

$$\frac{\text{kgdeO}_2}{\text{dia}} = (480 - 0,41) \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 100 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}} \times 0,7 \frac{\text{kgdeO}_2}{\text{kgdeDBO}}$$

$$\frac{\text{kgdeO}_2}{\text{dia}} = 35 \frac{\text{kgdeO}_2}{\text{dia}}$$

Cálculo del Volumen de Aire

Necesidad de Aire: 23,85 Kg./día=0,0002760kg/s

Peso específico del aire: 0,0012 kg/ dm³

Composición del Aire: 23,2% de O₂ en peso

Luego:

Volumen de Aire: 23,85/(0,0012x0,232x1000)

Volumen de Aire: 85,67m³/día=0,0009916m³/s

Eficiencia de la transferencia de oxígeno: 10%

Luego:

Necesidad de Aire: 85,67/0.10

Necesidad de Aire: 856,7 m³/día

Necesidad de Aire: 35,7 m³/ hora

Necesidad de Aire: 0,009917 m³/s

Necesidad de Aire: 21,0 CFM (pies cúbicos por minuto)

3.2.7. Comprobación de los Parámetros

3.2.7.1. Carga Másica

$$U = \frac{DBO \text{ mg/L} \times Q \text{ m}^3/\text{dia}}{SSVLM \text{ mg/L} \times V_{\text{AIREACION}} \text{ m}^3}$$

$$U = \frac{(480 - 0,41) \text{ mg/L} \times 100 \text{ m}^3/\text{dia}}{3000 \text{ mg/L} \times 146 \text{ m}^3} = 0,11 \frac{\text{kgDBO}_5}{\text{kgSSVLM} \times \text{dia}}$$

3.2.7.2. Carga Volumétrica

$$C_v = \frac{(480 - 15) \times 100 \times 10^{-3}}{146} = 0,3184 \frac{\text{kgDBO}_5}{\text{m}^3 \times \text{dia}}$$

3.2.7.3. Edad de Lodos

$$\frac{1}{\theta_c} = YxU - k_d$$

$$\theta_c = 29.67 \text{ dias} = 0,0003434 \text{ s}$$

Tabla N° 3.5: Especificaciones Técnicas del Reactor Biológico

Volumen Calculado	146 m ³
Volumen del Reactor	118 m ³
Diámetro	3,50 m
Longitud	12,30 m

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.8. Tanque de Sedimentación

Parámetros de Diseño

Caudal de diseño : 100 m³/día

Carga de Superficie: Vs = 1,16 m³/m².hora

Tiempo de Retención: 2 horas = 0,000556 s

3.2.8.1. Cálculo del Área Superficial del Sedimentador: A

$$Q = AxVs \quad A = \frac{Q}{Vs}$$

Donde:

$$A = \frac{4,17}{1,16} = 3,59m^2$$

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf& Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.8.2. Calculo del Diámetro del Sedimentador

$$A = 3,1416xr^2$$
$$r^2 = \frac{A}{3,1416}$$
$$r = 1,0$$
$$D = 2,0m$$

3.2.8.3. Cálculo de la Altura del Sedimentador: H

$$Vs = \frac{H}{t} \quad H = Vsxt$$

Donde:

H = Altura

t = tiempo de Retención

Luego:

$$H = 1,16 \times 2$$

$$H = 2,32m(\text{util})$$

$$H = 2,40m(\text{total})$$

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf& Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.8.4. Calculo de la Carga de Sólidos

$$\frac{SSVLM}{SSLM} = 0,9$$

Donde:

SSVLM=Sólidos suspendidos volátiles en el licor mezcla

SSLM= Sólidos suspendidos en el licor mezcla

Luego:

SSLM=3000/0,9

SSLM=3333,33 mg/l

Carga de Sólidos: SSLM x Vs / 1000

Carga de Sólidos: 3333,33x1, 16 /1000

Carga de Sólidos: 3,87 Kg. / m²-h

Tabla N° 3.6: Especificaciones Técnicas del Sedimentador

<i>Diámetro Calculado</i>	<i>2,00 m</i>
<i>Diámetro del Sedimentador</i>	<i>3,50 m</i>
<i>Altura calculado</i>	<i>2,32 m</i>
<i>Altura Total</i>	<i>3,50 m</i>

() Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE*

*(**) Fuente: Metcalf& Eddy (1995).Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización*

3.2.9. Tanque de Contacto de Cloro

3.2.9.1. Volumen del Tanque

Para Q=4.17m³ / hora

Capacidad mínima: 4.0 m³

3.2.9.2. Desinfección

Desinfectante: Hipoclorito de Calcio (HTH)

Composición: 70 % de cloro activo

Solución : Al 1 % en peso

Dosis Óptima: 10 mg/L

Tiempo de Contacto:15-30 minutos

Concentración de residual esperada :0.2-0.5 mg/L

3.2.9.3. Capacidad del Dosificador

Equipo: Bomba Dosificadora de diafragma

$$C = \frac{QxD}{1000}$$

Donde:

C : Capacidad en Kg / día

Q : Caudal máximo m^3 / día

D = Dosis, mg / L

$$\text{Luego: } C = \frac{100 \times 10}{1000} = 1,0 \text{ kg / día} = 0,00001157 \text{ kg / s}$$

3.2.9.4. Consumo de cloro (HTH)

$$\text{consumo} = \frac{1,00 \times 100}{70} = 1,43 \text{ kg / día} = 0,0000166 \text{ kg / s}$$

Solución al 1%:

Volumen de la solución de HTH al 1%

$$\text{Volumen} = 100 \text{ L / día} = 0,0000001157 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Tabla N° 3.7: Especificaciones Técnicas de la Cámara de Contacto

Volumen Requerido	1,00 m ³
Volumen Instalado	5,00 m ³

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.2.10. Filtración

3.2.10.1. Cálculo del Área de Filtración

$$Q = 100 \text{ m}^3 / \text{día} = 4,17 \text{ m}^3 / \text{h} = 0,00116 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q = 0,07 \text{ m}^3 / \text{min.}$$

$$\text{Tasa de Filtración: } T_f = 0,145 \text{ m}^3 / \text{minuto} \cdot \text{m}^2$$

Luego:

$$A = \frac{Q}{T_f} = \frac{0,07}{0,145} = 0,48 \text{ m}^2 \quad T_f: \text{Tasa de Filtración}$$

3.2.10.2. Cálculo del diámetro del Filtro

$$A=3,1416 r^2 = 0,478m^2$$

$$r = 0,39m$$

$$\text{Diámetro}=0,78 m$$

3.2.10.3. Altura del Lecho Filtrante

$$H_L=0,8xD$$

$$H_L=0,62m$$

Tabla N° 3.8: Especificaciones Técnicas del Filtro de Cuarzo

<i>Diámetro Útil</i>	<i>0,78 m</i>
<i>Diámetro total</i>	<i>0,80m</i>
<i>Altura del Lecho Filtrante</i>	<i>0,62m</i>
<i>Altura del Filtro</i>	<i>1,20m</i>

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

(**) Fuente: Metcalf& Eddy (1995).Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización

3.3. Características Técnicas de la Planta ECOFIL 100

Tabla N° 3.9: Especificaciones Técnicas de la PTAR 100 m³/día –EMAPE

Marca		<i>AQUAFIL</i>
Modelo		<i>ECOFIL 100</i>
Serie		<i>ECOFIL – Automático y Manual</i>
Capacidad de Tratamiento		<i>100 m³ / día</i>
Sistema de Trabajo		<i>Por digestión Biológica</i>
Método de Tratamiento		<i>Biológico</i>
Sistema de Aireación		<i>Por Inyección de Aire</i>
Difusión de Aire		<i>Por Inyectores</i>
Retorno de Lodos		<i>Por recirculación</i>
Conexiones		<i>6" Bridada</i>
Dimensiones de la PTAR	Reactor Biológico	<i>3,50 m de Diámetro</i>
		<i>12,30m de Largo</i>
	Tanque de Sedimentación	<i>3,50m de Largo</i>
		<i>3,50m de Ancho</i>
		<i>3,50m de Altura</i>
Peso Neto Aproximado		<i>3,000 Kg.</i>
Peso Bruto		<i>103 000 Kg.</i>
Consumo de Energía		<i>15Kw./h aproximadamente</i>
Sistema de Desinfección		<i>Por Cloro</i>
Sistema de Control Opcional		<i>Tablero Eléctrico de Control con Programador Lógico</i>
Sistema de Filtración		<i>A través de un Filtro Rápido Autolimpiable</i>

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.4. Especificaciones Técnicas de la Planta de Tratamiento de Agua

3.4.1. Buzón de captación

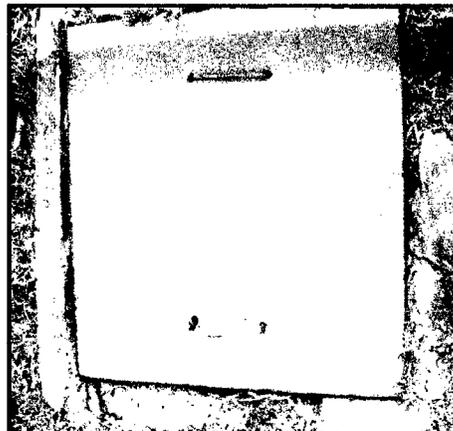
La captación de las aguas residuales crudas se realiza a través de un colector de desagües existente por parte de Sedapal. A su vez se acondiciona la instalación de una rejilla que tiene por finalidad la separación de sólidos de tamaño grande, sólidos suspendidos y flotantes, cuyo objetivo es mejorar las condiciones del agua cruda para las siguientes etapas de tratamiento. La rejilla tiene las siguientes características:

Tabla N° 3.10 Especificaciones Técnicas del Buzón de Captación

Forma	Rectangular
Dimensiones	0,40 m de Largo
	0,30 m de Ancho
Separación entre varillas	0,015 m

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

Figura N° 3.3 Buzón de Captación



(*) Fuente PTAR 100m³/día-EMAPE-AV. Grau

3.4.2. Válvula de Control

Esta válvula es de tipo compuerta de 8", tiene como finalidad el cierre del ingreso del agua para efectos de mantenimiento y By-pass.

3.4.3. Buzón de Inspección

Tiene por finalidad la inspección del ingreso del agua. Sus características técnicas se mencionan a continuación:

Tabla N° 3.11: Especificaciones Técnicas del Buzón de Inspección

Dimensiones	1,20 m de Diámetro
	2,00 m de Profundidad
Material	Concreto Armado (f'c 210 Kg/cm ² estándar cemento tipo I.) vaciado en sitio,

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.4.4. Cámara de eculización

Tiene por finalidad la captación, eculización y almacenamiento inicial de las aguas servidas. Incluyen dos bombas sumergibles instaladas internamente, para el bombeo y alimentación de agua cruda hacia la planta Ecofil-100.

Tabla N° 3.12: Especificaciones Técnicas de la Cámara de Eculización

Forma	Rectangular	
Dimensiones	Largo	3,20m
	Ancho	1,20m
	Profundidad	4,10m
Capacidad Total	16 m ³	
Capacidad Útil	10 m ³	
Material	Concreto Armado vaciado en Sitio (f'c 210 Kg./cm ² estándar cemento tipo I.) Las paredes de la cisterna tienen un espesor de 0,20 m.	

(*) Fuente PTAR 100m³/día-EMAPE-AV. Grau

3.4.5. Sistema de bombeo de alimentación

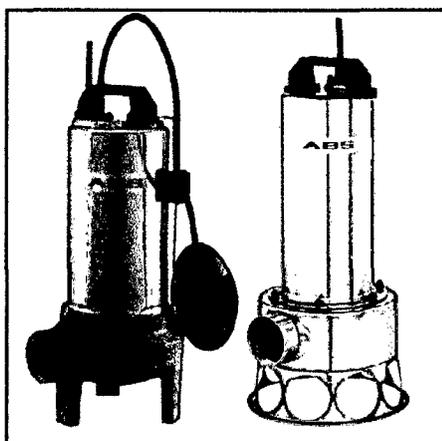
Permite la succión e impulsión del agua cruda domestica a presión y caudal constante, adecuando el proceso para el flujo de diseño calculado. Este sistema de bombeo consta de dos electro bombas de trabajo alternado para la alimentación de agua a la planta. Las Bombas son de tipo sumergible, de acero inoxidable 304, monofásica de 1 HP.

Tabla N° 3.13: Especificaciones Técnicas de las Electro bombas

Cantidad	2 unidades
Marca	Pedrollo
Procedencia	Italia
Modelo	Mcm 10
Potencia	1 HP
Caudal máximo	30 m ³ / h a 2 m de altura
Conexión de salida	2" NPT
Voltaje	220V / 60Hz / 1F
Fases	Monofásica

(*) Fuente PTAR 100m³/día-EMAPE-AV. Grau

Figura N° 3.5 Bombas Sumergibles



(*) Fuente :Propia

3.4.6. Cámara Reguladora de caudal

Tabla N° 3.14: Especificaciones Técnicas de la cámara regulador

Forma	Rectangular	
Función	Regular el caudal de bombeo y alimentación a la Planta ECOFIL-100.	
Capacidad	4,17 m ³ /h	
Divisiones (Tiene cinco divisiones interiores)	Largo total	1,50 m
	Ancho Total	1,50m
	Profundidad 1	0,40m
	Profundidad 2	0,40m
	Profundidad 3	0,40m
	Profundidad 4	0,40m
	Profundidad 5	0,40m

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.4.7. Reactor biológico: Cámara de aireación

Reactor biológico o tanque de aireación, es un tanque cilíndrico horizontal con una capacidad total de almacenamiento de 120 m³.

Tabla N° 3.15: Especificaciones Técnicas de la cámara de Aireación

Forma	Tanque cilíndrico Horizontal	
Dimensiones	Diámetro	3,50 m
	Largo	12,30 m
Capacidad Total	120 m ³	
Capacidad útil	100 m ³	
Material	En Acero Estructural reforzado con fibra de vidrio (Fibra de vidrio reforzada MAT-450 con resina vinilester)	
Espesor del Tanque	0.05m	
Conexiones	6 '' tanto para el ingreso y salida	
Otros	Cuenta con cinco entradas de hombre en la parte superior	

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

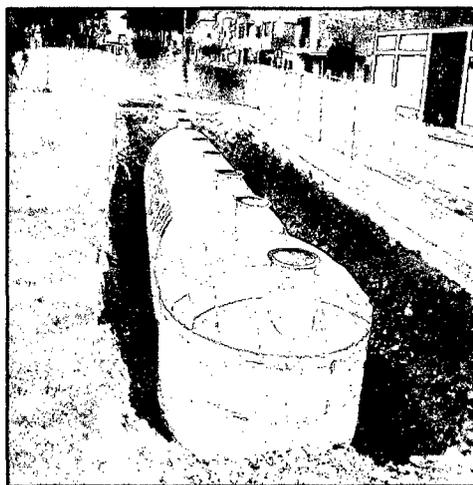
En la **Fotografía N° 3.1** se aprecia la instalación del Reactor Biológico de capacidad de 120 m^3 a su vez en la **Fotografía N° 3.2** se aprecia la instalación del sedimentador, ambos ubicados en la crda.22 de la Av. Grau. De la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas.

Fotografía N° 3.1 Instalación del Reactor Biológico Av. Grau – EMAPE



(*) Fuente PTAR $100\text{m}^3/\text{día}$ -EMAPE-AV. Grau

Fotografía N° 3.2: Instalación del Reactor Biológico Av. Grau – EMAPE



(*) Fuente PTAR $100\text{m}^3/\text{día}$ -EMAPE-AV. Grau

3.4.8. Sistema de aireación

El sistema de aeración está compuesto por:

3.4.8.1. Sopladores: Blowers

Dos (2) Sopladores de baja presión con 3" de diámetro de engranaje

Tabla N° 3.16: Especificaciones Técnicas de los sopladores

<i>Cantidad</i>	<i>2 Blowers</i>
<i>Marca</i>	<i>Garden Denver 3LP</i>
<i>Modelo</i>	<i>GABLDPA</i>
<i>Capacidad</i>	<i>129 CFM por cada Blowers</i>
<i>Presión máxima</i>	<i>5 PSI</i>
<i>Conexión</i>	<i>2 1/2" In/Out</i>
<i>Diámetro de engranaje</i>	<i>3"</i>
<i>RPM</i>	<i>1740</i>
<i>Tipo</i>	<i>Lóbulos rotativos</i>
<i>Protección</i>	<i>Dos filtros de aire</i>

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.4.8.2. Motores eléctricos

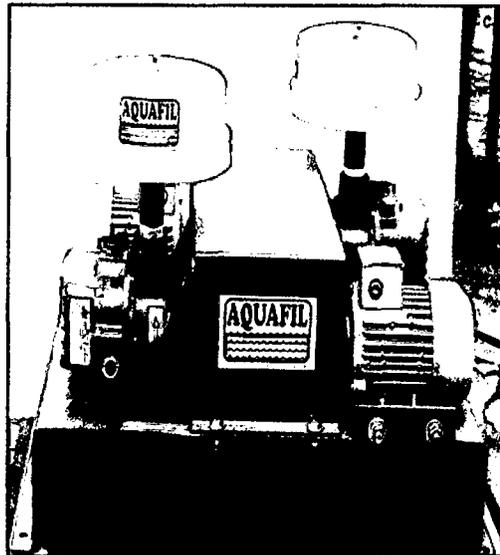
Dos (2) Motores eléctricos de 5 HP, trifásico. Marca Siemens Mod 1 LA7 112-2YA80, de 220 voltios, 60 Hz. Sus características técnicas se expresan a continuación

Tabla N° 3.17: Especificaciones Técnicas de los Motores Eléctricos

<i>Potencia Nominal (HP)</i>	<i>5,00</i>	<i>Potencia nominal (kW)</i>	<i>3,73</i>
<i>Factor de servicio</i>	<i>1,15</i>	<i>Frecuencia (Hz)</i>	<i>60</i>
<i>Voltaje Nominal (V)</i>	<i>220/380/440</i>	<i>Intensidad nominal (A)</i>	<i>16,00 / 9,24 / 8,00</i>
<i>Intensidad a factor de Servicio</i>	<i>18,0 / 10,4 / 9,0</i>	<i>Intensidad de arranque</i>	<i>5,20</i>
<i>Número de fases</i>	<i>3</i>	<i>Velocidad sincrónica (rpm)</i>	<i>3600</i>
<i>Velocidad nominal (rpm)</i>	<i>3480</i>	<i>Factor de potencia a carga nominal</i>	<i>0,86</i>
<i>Eficiencia de carga nominal (%)</i>	<i>71,10</i>	<i>Torque nominal (Nm)</i>	<i>10,23</i>
<i>Torque de Arranque</i>	<i>2,00</i>	<i>Torque máximo</i>	<i>2,80</i>
<i>Momento de Inercia (Kg/m2)</i>	<i>0,0055</i>	<i>Clase de aislamiento</i>	<i>F</i>
<i>Tamaño constructivo</i>	<i>IEC 112M</i>	<i>Grado de protección mecánica</i>	<i>IP55</i>
<i>Ejecución</i>	<i>B3</i>	<i>Rodamiento lado AS</i>	<i>6206-2Z / C3</i>
<i>Rodamiento lado BS</i>	<i>6205-2Z / C3</i>	<i>Peso (Kg)</i>	<i>28,00</i>

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

Figura N° 3.6: Sopladores Marca:Repicky

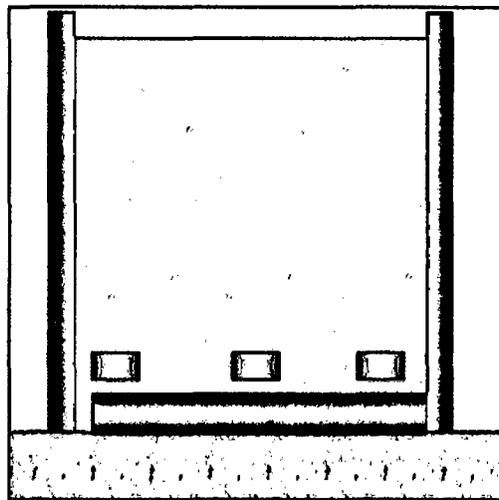


() Fuente :Propia*

3.4.8.3. Sistema de difusión de aire

El sistema de difusión de aire es por micro burbujas finas de oxígeno que se inyectan a través de una serie de 33 discos difusores de 12", conectados a dos tuberías de alimentación, la tubería principal de aire para el grupo de difusores es de 3" PVC – Clase 10.

Figura N° 3.7: Difusores de Micro burbuja - PTAR



() Fuente :Propia*

3.4.9. Tanque de Sedimentación

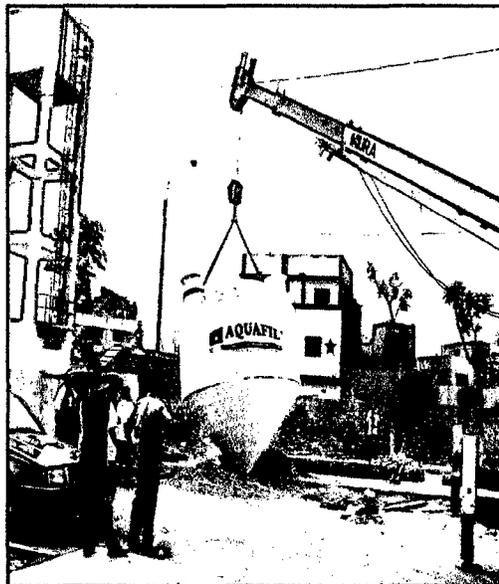
Consta de un tanque decantador con una capacidad real de 24.68 m³, que permite la clarificación del efluente tratado.

Tabla N° 3.18 Especificaciones Técnicas del Tanque de Sedimentación

Forma	Tanque Cilíndrico Cónico Horizontal	
Dimensiones	Diámetro	3,50 m
	Altura cilíndrica	2,10m
	Altura Total	3,50m
Material	En Acero Estructural reforzado con fibra de vidrio (Fibra de vidrio reforzada MAT-450 , con resina vinilester)	
Espesor	Las paredes del Tanque tienen un espesor de 0,05m	
Conexiones	6'' de ingreso y de salida	
Otros	Cuenta con dos entradas de hombre en la parte superior, además con dos entradas de aire uno para la línea de retorno, recirculación de lodos y otro para la línea de desnatación o "skimer".	

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

Fotografía N° 3.3: Instalación del Tanque de Sedimentación-Av. Grau



(*) Fuente EMAPE-AV. Grau-AQUAFIL

3.4.10. Cisterna de almacenamiento de agua Pre-Tratada

Tiene como finalidad el almacenamiento del agua Pre-Tratada posterior a la Planta Compacta Ecofil-100. Contiene dos electros bombas de succión para la alimentación al filtrado.

Tabla N° 3.19: Especificaciones Técnicas

Forma	Rectangular
Capacidad Útil	20 m ³
Material	Concreto armado (f'c 210 Kg/cm ² estándar cemento tipo I) vaciado en sitio
Espesor	0,20 m

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.4.11. Sistema de bombeo y filtrado para riego

Consta de los siguientes equipos:

3.4.11.1. Electro bombas de filtración

Permite la succión e impulsión del agua a presión y caudal constante, adecuando el proceso para el flujo de diseño calculado. Este sistema de bombeo consta de dos electro bombas de trabajo alternado para la alimentación de agua a la planta. Las Bombas son de tipo centrífuga, trifásicas de 3 HP.

Tabla N° 3.20: Especificaciones T. de la Electrobombas de los Filtros

Marca	Pedrollo
Procedencia	Italia
Modelo	CP-670M
Potencia	3HP
Caudal máximo	9,6 m ³ /h a 32 m de altura
Presión de trabajo	40 - 60 PSI
Conexión de entrada	1 1/4" NPT
Conexión de salida	1" NPT
Voltaje	220V / 60Hz / 3F
Fases	Trifásica

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.4.11.2. Filtro Automático de Cuarzo

Esta construido en acero al carbono, equipado con un árbol de válvulas. Cuenta con toberas de distribución, retención y con una caña central incorporada para la retención del material filtrante. Retiene sólidos suspendidos hasta 20 micrones nominales.

Tabla N° 3.21: Especificaciones Técnicas del Filtro Automático

Operación		Manual
Flujo Máximo		8,00 m ³ / h
Ratio de filtración		15 GPM / Pie ²
Presión de trabajo		30 - 50 PSI
Presión Máxima		120 PSI
Conexión de entrada		2" NPT
Conexión de salida		2" NPT
Conexión de drenaje		2" NPT
Dimensiones	Diámetro	0,762 m (30'')
	Altura	1,17 m (46'')
Tipo de lecho filtrante		Cuarzo
Altura del lecho filtrante		0,70 m (Dividida en dos capas)
Primera capa de cuarzo		0,30 m de grava gruesa 1/8"
Segunda capa de cuarzo		0,40 m de grava fina 1/32"
Carga de cuarzo		14 pie ³ de cuarzo multigranular
Material de Construcción		Acero estructural
Registro Inferior		Manhole de diametro (0,36m) 14"

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.4.12. Sistema de desinfección

Consta de un dosificador automático y un tanque con hipoclorito de calcio.

3.4.12.1. Dosificación por cloro

Permite la dosificación del agente desinfectante y oxidante (hipoclorito). Está conformado por dos dosificadores de tipo diafragma (uno en Stand-by), ideal para trabajos continuos y de bajo consumo de energía, son de accionamiento eléctrico en 220/60Hz. Cuenta con un tanque para producto químico respectivo. Las conexiones son de tubos de polipropileno con conectores del mismo material para una instalación rápida.

Tabla N° 3.22: Especificaciones Técnicas

Marca	Blue-White
Procedencia	U.S.A.
Modelo	C660P
Capacidad	Max. 17.4 LPH
Presión máxima	Max. 60 PSI
Conexión	1/4"
Voltaje	220V/60Hz
Consumo	45 Watts

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.4.12.2. Tanque de Hipoclorito de Calcio 65 – 70 %

Fabricado en Fibra de vidrio, material inerte al ataque de agentes químicos desinfectantes. Contiene solución de Hipoclorito de calcio al 65% como medio desinfectante, se encuentra conectada a la bomba dosificadora del Tablero de Control. Cuenta con una franja visor y una tapa de protección. Las conexiones con la bomba dosificadora son de tubos flexibles de polipropileno con conectores del mismo material para una instalación rápida.

Tabla N° 3.23: Especificaciones Técnicas del Tanque de Hipoclorito

Marca	Aquafil	
Procedencia	Perú	
Modelo	TS 2048	
Capacidad	0,2 m ³ (200 L)	
Dimensiones	Diámetro	0,51 m (20")
	Altura	1,22 m (48")
Material	FRP (Fibra de vidrio)	
Color	Blanco	

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.4.13. Cisterna de Almacenamiento de Agua Tratada

Tiene como finalidad el almacenamiento del agua tratada y filtrada.

Tabla N° 3.24: Especificaciones Técnicas

Forma	Rectangular
Capacidad útil	20 m ³
Material	Concreto armado vaciado en sitio (f'c 210 Kg/cm ² estándar cemento tipo I.)
Espesor	0,20 m

(*) Fuente: Manual de Operación-PTAR 100m³/día-EMAPE

3.5 .Especificaciones Técnicas para la Puesta en Marcha de la PTAR

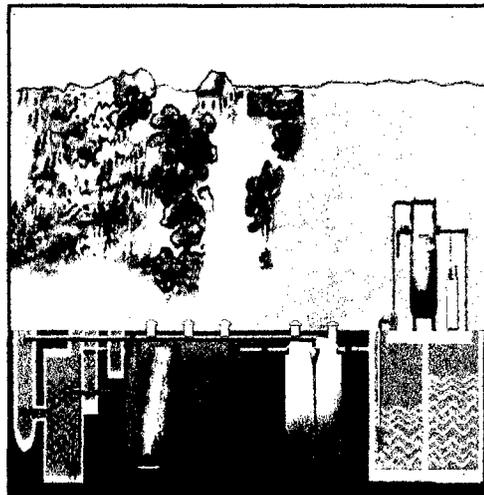
La operación de la planta es de 24 horas, las personas encargadas de la operación deben observar lo siguiente:

- Conservar la planta perfectamente aseada y ordenada.
- Establecer un plan para la realización de las operaciones diarias.
- Realizar los programas de inspección y mantenimiento preventivo.
- Llevar a cabo controles y registros de datos de cada área de la Planta de Tratamiento, indicando los eventos poco usuales o que denoten deficiencias operativas.
- Dictar estrictas medidas de seguridad.

3.5.1. Llenado de la Planta de Tratamiento

El llenado inicial de la Planta de Tratamiento se efectuó empleando agua fresca. Se procedió agregando agua limpia a la Cámara de Aireación hasta que por gravedad se llegó al Tanque de Decantación. Los Aireadores iniciaron su funcionamiento una vez que los difusores fueron nivelados. A su vez se verificó el funcionamiento del retorno de lodos y finalmente se verificó el retorno de natas del desnatador "Skimer". La Planta de Tratamiento ha sido diseñada para una tasa de recirculación entre el 75% al 100%.

Figura N° 3.8:PTAR Enterrada

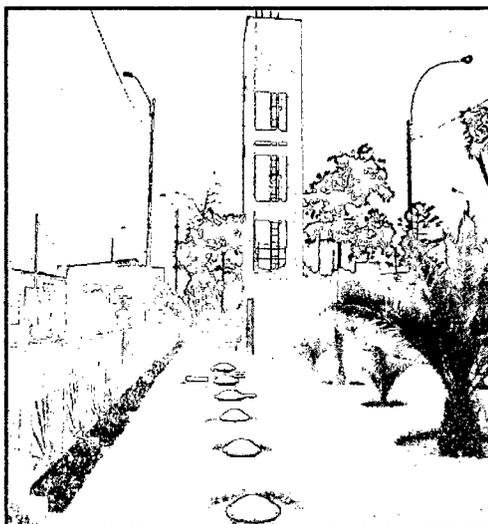


() Fuente: Propia*

3.6. Especificaciones Técnicas del Funcionamiento de la PTAR

Los equipos funcionan en forma continua o alternada. La planta cuenta con un tablero de control para efectuar el cambio y/o paralización de los equipos, en forma manual, según sea requerido. Antes de poner en marcha un equipo (bomba, motor, aireador, etc.), se verificará que esté perfectamente lubricado y que el filtro de aire se encuentre limpio.

Fotografía N° 3.4: PTAR-100m³/día-Av. Grau

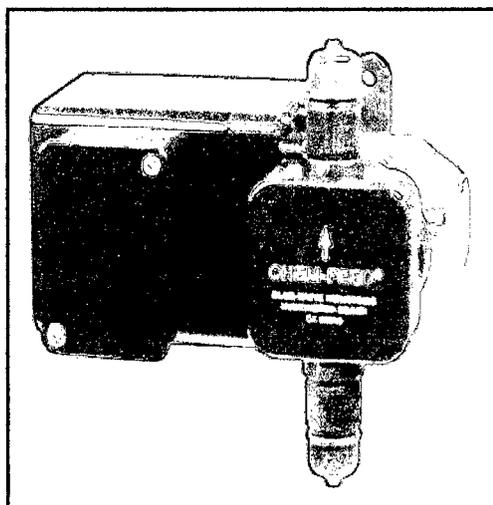


(*) Fuente EMAPE-AV. Grau-AQUAFIL

3.6.1. Dosificación del Hipoclorito de Calcio al 70%

La Planta de Tratamiento contiene un dosificador de Cloro de tipo Diafragma y un tanque de material inerte para la preparación de la solución química a dosificar. La dosificación se efectúa en la línea a la salida de la Planta en donde se inyecta una dosis de cloro activo proporcional al flujo del agua (en un rango de 5ppm a 10 ppm). Para un adecuado control, esta dosificación se efectúa en forma paralela al arranque de las Electro bombas sumergibles.

Figura N° 3.9: Sistema de Dosificación-Marca: Blue White



(*) Fuente: Propia

3.6.1.1. Preparación de solución de Hipoclorito de Calcio

Disolver 1.0 Kg. de hipoclorito de calcio granulado al 70% por cada 100 L de Agua filtrada en el tanque respectivo.

3.6.1.2. Concentración de Cloro residual en el Agua Tratada

Verificar mediante un Kit medidor de cloro residual la concentración del cloro en el agua tratada, debe estar entre el rango 0,5 – 1.0 ppm, de no ser así aumentar y/o disminuir la dosis de cloro.

3.6.1.3. Monitoreo del Cloro

La medición de la cantidad de cloro permite controlar el funcionamiento del dosificador y la ausencia de contaminación en la red de distribución.

3.6.2. Revisión del Tablero de Control

Se debe realizar una revisión mensual, empleando un Multitester, verificando el contacto y los niveles de intensidad de la corriente. La Planta será controlada desde el tablero de control y para ello cuenta con:

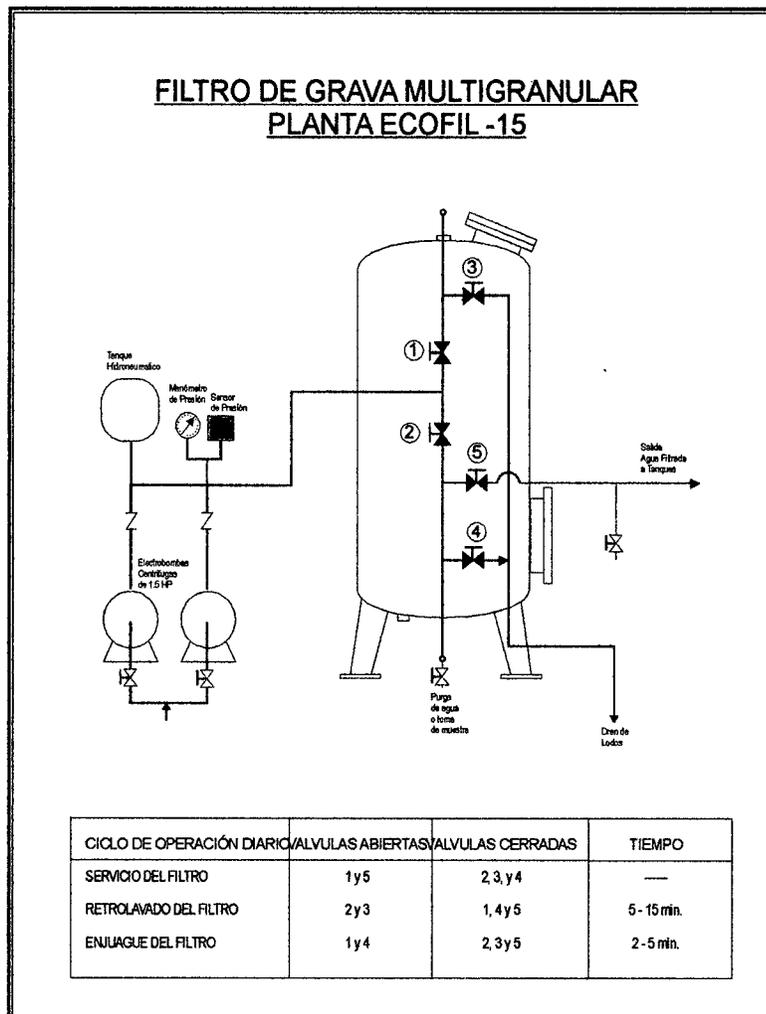
- *Un selector de encendido manual y automático (M-O-A) para la bomba sumergible **BS1** de trasvase del Buzón, normalmente deberá de funcionar en modo automático (AUT).*
- *Un selector de encendido manual y automático (M-O-A) , selector alternado (ALT) para las bombas sumergibles de abastecimiento **BS2-BS3** del tanque de ecualización, normalmente deberá de funcionar en modo automático (AUT) y alternado (ALT).*
- *Un selector de encendido manual y automático (M-O-A) , selector alternado (ALT) para los Motores de los Aireadores **A1- A2**, normalmente deberá de funcionar en modo automático (AUT).*
- *Un selector de encendido manual y automático (M-O-A) para la bomba centrífuga **BC1** del Filtro, normalmente deberá de funcionar en modo automático (AUT).*

- Un selector de encendido OFF - ON para la bomba dosificadora de cloro (DC1); normalmente deberá de funcionar en modo ON y se apagará y/o encenderá automáticamente en paralelo al funcionamiento de la bomba sumergible BSI – BS2.

3.6.3 Retrolavado del Filtro de Cuarzo

El retrolavado de los Filtros de Cuarzo es según el grado de ensuciamiento del lecho filtrante, el cual es determinado mediante la caída de presión registrada en el manómetro de la Bomba. (Por ejemplo si la Presión normal es de 20 a 30 PSI y en un momento registra aumento o Contrapresión mayor a 40 PSI, este es el indicador de que se efectuó un retrolavado).

Figura N° 3.10: Sistema de Filtración



(*) Fuente :Manual de Operación PTAR 100 m³/día

3.6.4. Tratamiento de Lodos

La Planta de Tratamiento generalmente producirá lodos agotados que serán periódicamente purgados según la cantidad y concentración. Los lodos acumulados en el Tanque Reactor serán evacuados a un tanque denominado Digestor de Lodos, para su estabilización final y deshidratación. Los lodos serán evacuados desde la línea de retorno, mediante la apertura de válvulas manuales en línea, el cual se abrirá en forma periódica según el grado o porcentaje de lodos acumulados.

Los Tanques Reactores de la Planta, no requieren limpiezas periódicas como es necesario en los Pozos Sépticos ya que la materia orgánica pasa a un tratamiento final en lugar de ser retenida. Sin embargo en toda Planta, el exceso de lodo producido debe ser extraído cuando envejece, por lo que recomendamos opcionalmente la limpieza y evacuación de lodos de la Planta una o dos veces al año.

Figura N° 3.14 Sistema de Digestor de Lodos



(*) Fuente EMAPE-AV. Grau-AQUAFIL

3.7. Programa de Control de la Planta de Tratamiento

ACTIVIDAD	FRECUENCIA			
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
Cámara de Rejas: <ul style="list-style-type: none"> • Inspección de rejillas de Cámara de Rejas. • Limpieza de sólidos de rejillas. • Remover y disponer el material retenido en la rejilla. 	X X X	 X X		
Tanque Reactor de Aireación: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el buen funcionamiento del aireador (Presión de Aire 3-5 PSI). • Verificar la distribución homogénea de aire y ajustarlo de ser necesario. • Retirar y limpiar los difusores si se detecta obstrucciones. • Revisar y observar la fuga de aire alrededor de las uniones del sistema de distribución. • Verificar la tensión de trabajo del motor del aireador. • Verificar el trabajo del aireador. • Verificar el alineamiento del aireador. • Retiro de lodos excedentes según acumulación. • Remover lodos de la parte baja, abriendo válvula de aire manual de Removedor "Pico de Pato" 	X X	 X X X	X	 X X
Tanque de Sedimentación del Reactor <ul style="list-style-type: none"> • Inspección del buen funcionamiento del sistema de retorno de lodos. • Remover el material flotante • Observar si el desnatador esta operando adecuadamente. • Limpieza del vertedero. 			X X X X	
Parte externa de la Planta: <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de bordes y paredes externas del tanque reactor. 			X	

Electrobombas Sumergibles de alimentación: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el trabajo adecuado de la bomba sumergible. • Inspeccionar el funcionamiento de la bomba sumergible. • Inspeccionar las válvulas, verificando su posición correcta. • Verificar la continuidad de corriente. 	X			
Medidor de Caudal <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el caudal de entrada al Tanque de Aireación = 5000 LPH. 	X			
Dosificador de Cloro: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el funcionamiento del dosificador. • Verificar la concentración de Cloro residual. • Limpieza del Dosificador 	X			
Filtro Trampapelo: Limpia la canastilla del Filtro trampapelo.			X	
Electro bomba de Filtración: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el trabajo adecuado de la bomba de filtro, Presión 30 – 50 PSI. • Inspeccionar el arranque automático por nivel o presión. • Inspeccionar el tanque hidroneumático, presión de aire 29 PSI. • Verificar la continuidad de corriente. 	X			
Filtro de Grava: <ul style="list-style-type: none"> • Efectuar el proceso de limpieza por retrolavado mediante su árbol de válvulas. • Revisar la calidad del agua filtrada • Efectuar el cambio de grava filtrante según estado de medio filtrante. 	X			
				X

Tabla N° 3.25: Programa de control y mantenimiento

3.8. Métodos de Análisis Experimentales

Las muestras del agua residual sin tratar y del efluente tratado fueron tomadas En los presentes días:

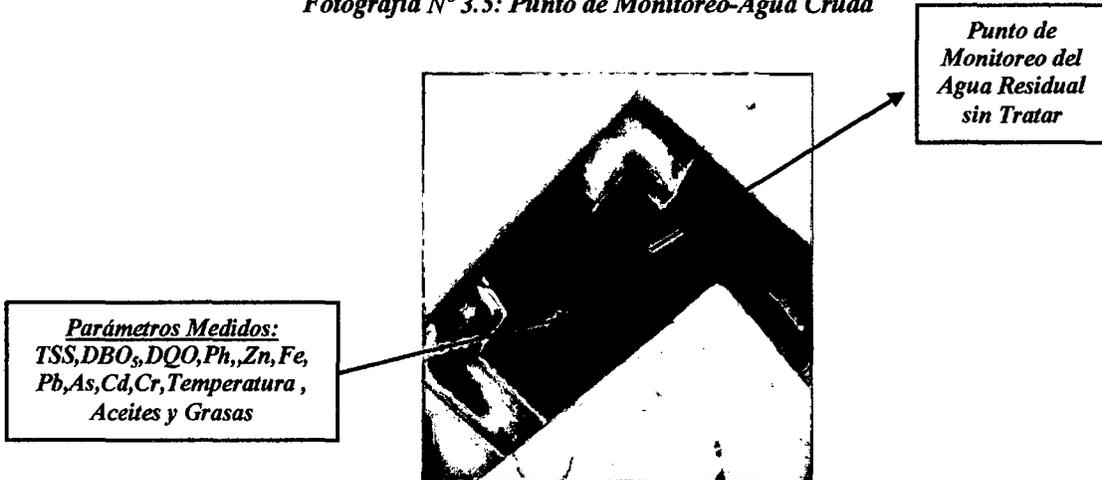
Tabla N° 3.26: Resumen de Fechas de Monitoreos

Monitoreos Realizados	Fecha de Muestreo
Primer monitoreo	25.04.2012
Segundo Monitoreo	13.06.2012
Tercer Monitoreo	17.08.2012
Cuarto Monitoreo	21.08.2012
Quinto Monitoreo	24.08.2012

(*) Fuente: Propia

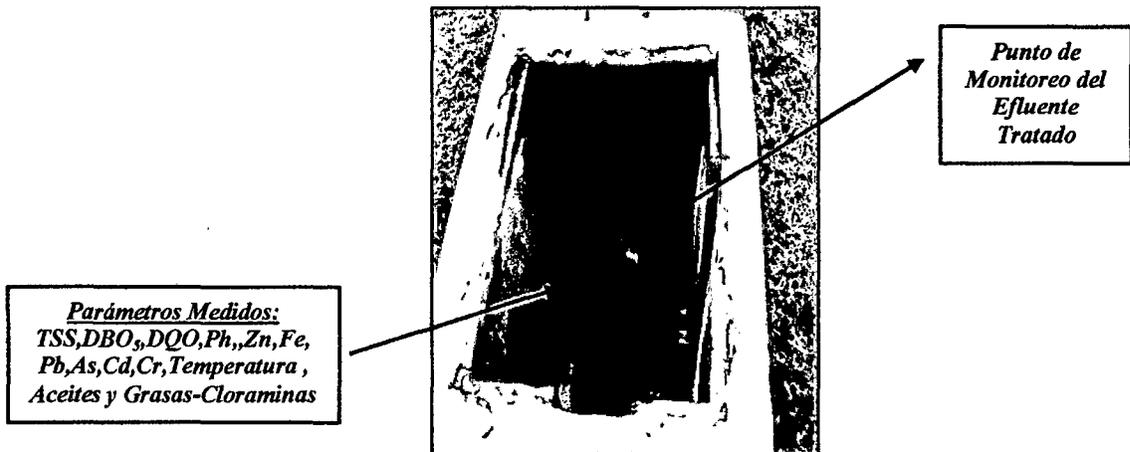
A continuación en las **Fotografías 3.5 y 3.6** se aprecian los puntos de monitoreo del agua residual sin tratar (Aguas Crudas) y del Agua Residual Tratada.

Fotografía N° 3.5: Punto de Monitoreo-Agua Cruda



(*) Fuente: PTAR-Av.Grau

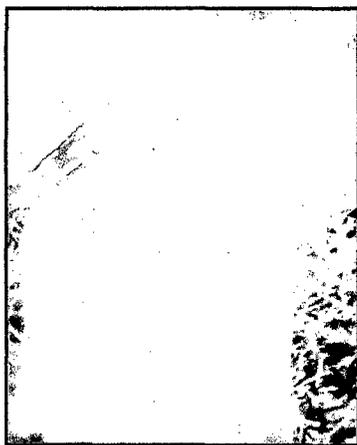
Fotografía N° 3.6: Pto. Monitoreo-Efluente Tratado



(*) Fuente: PTAR-Av.Grau

A continuación en las **Fotografías 3.7 y 3.8** se aprecian las muestras tomadas para los análisis realizados en los Laboratorios: *Environmental Laboratories Perú S.A.C*, *Laboratorio de Investigación del Agua-UNI* y *H-F Laboratorios S.A.C*.

Fotografía N° 3.7: Agua Cruda



Muestra para la DBO₅, DQO, TSS y pH, los cuales estaban almacenados a una T=20°C

(*) Fuente: PTAR-Av.Grau

Fotografía N° 3.8: Muestra para

Análisis de Aceites y Grasas

Muestra para los análisis de Aceites y Grasas, a los cuales se les agrego H₂SO₄ como preservante .



(*) Fuente: PTAR-Av.Grau

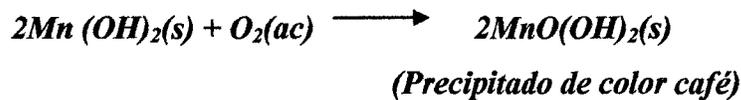
3.8.1 Método de Winkler

En el presente trabajo el análisis de la DBO₅ fue desarrollado utilizando el método de Winkler el cual se especifica en los respectivos Informes de Análisis de los Laboratorios: *Environmental Laboratories Peru S.A.C* y el *Laboratorio de Investigación del Agua de la Facultad Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería*.

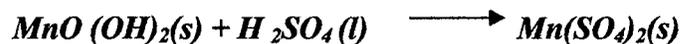
El método de Winkler es un método analítico que se usa para determinar el nivel de oxígeno disuelto (OD) en muestras de aguas. Este valor se utiliza para estimar la actividad biológica en una muestra de agua.

3.8.1.1. Estequiometría del Método de Winkler

El sulfato manganoso (II) al 48% del volumen total, se añade a la muestra de agua. Luego el yoduro potásico es añadido para crear un precipitado de color café. En esta solución alcalina, el oxígeno disuelto va a oxidar a los iones manganeso (II).



Luego se acidifica la solución, así el precipitado se va a disolver de nuevo en la solución, formando un nuevo compuesto sulfato manganoso.



El $\text{Mn(SO}_4)_2$ formado por la adición del ácido es el que convierte al yoduro en yodo. Al mismo tiempo, este compuesto es reducido de nuevo a iones de manganeso (II) en medio ácido:



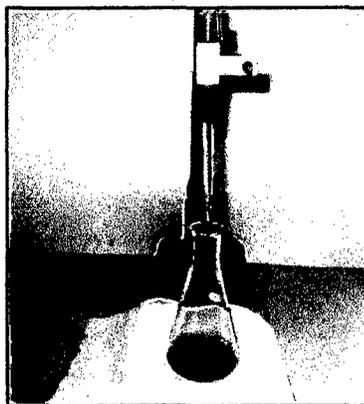
Finalmente, se usa tiosulfato, con un indicador de almidón, para titular el yodo:



Ahora, de estas ecuaciones podemos encontrar que:



Fotografía N° 3.9: Método Experimental-Winkler



(*) Fuente: Propia

3.8.2. Método de Reflujo Cerrado Colorimétrico

En el presente trabajo el análisis del DQO (Demanda Química de Oxígeno) fue desarrollado utilizando el método de Reflujo Cerrado – Colorimetría, el cual se presenta en los respectivos Informes de Ensayo. El método utilizado es el de oxidación a reflujo cerrado colorimétrico, el cual se basa en una oxidación fuerte de la materia orgánica utilizando para ello un oxidante fuerte como el dicromato potásico ($K_2Cr_2O_7$) en medio de ácido (H_2SO_4). Las muestras se llevan a $150^\circ C$ durante un periodo de dos horas. La reacción química siguiente presenta el proceso de oxidación para la glucosa:

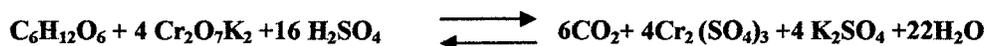
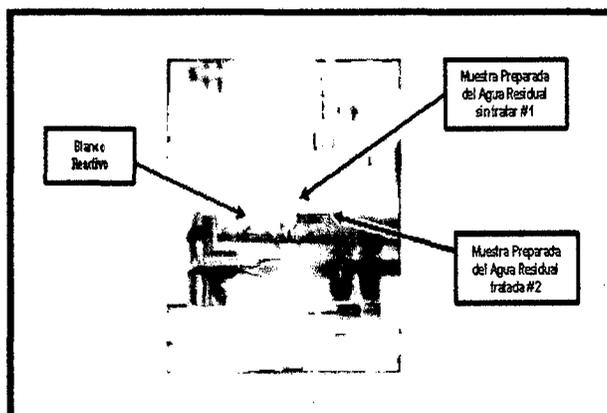


Figura N° 3.15: Análisis Experimental-Preparación de Muestras

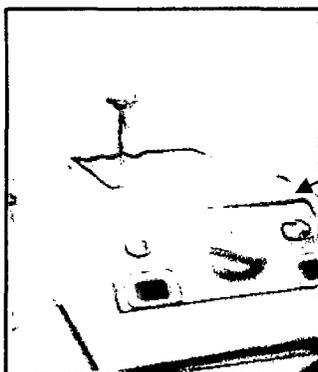


(*) Fuente: Propia-Análisis desarrollado en el Laboratorio de la FIA-UNI

Los equipos utilizados en el método de Reflujo Cerrado Colorimétrico son:

Fotografía N° 3.10: Digestor-Reflujo

Cerrado Marca: Hach



Muestras colocadas en el Digestor por un tiempo de dos horas

Fotografía N° 3.11: Colorímetro

Después de preparar las muestras se mide el DQO utilizando el Colorímetro Marca HACH



(*) Fuente: Propia-Análisis desarrollado en el Laboratorio de la FIA-UNI

3.8.3. Método para la Determinación de Sólidos Totales Suspendidos

En el presente trabajo de Investigación el análisis de los sólidos suspendidos totales fue desarrollado por dos métodos;

Primer Método - Colorimétrico

En la Fotografía N° 3.12 se aprecia el procedimiento experimental realizado en el Laboratorio. Donde primero las muestras a analizar pasan por un agitador magnético por un tiempo de dos minutos.

Fotografía N° 3.12: Método Colorimétrico



En un Vaso de Precipitados de 500 ml se agrega la muestra del agua residual SIN TRATAR, la cual es colocada por un tiempo de dos minutos en un Agitador Magnético.

En la **Fotografía N° 3.13** se aprecia la medición de los sólidos totales en suspensión utilizando el colorímetro Marca: Hach

Fotografía N° 3.13: Medición de los TSS



Se toma 25 ml de cada muestra respectivamente y se mide los sólidos totales suspendidos en el Colorímetro.

(*) Fuente: Propia-Análisis desarrollado en el Laboratorio de la FIA-UNI

Segundo Método

Este método se realiza utilizando un sistema de filtración el cual está conformado por un matraz Erlenmeyer de 250 ml, Papel Whatman # 40, y un embudo. Este sistema de filtración es utilizado tanto para las muestras de agua residual sin tratar y tratada. A través de este sistema se adhieren los sólidos al papel Whatman, el cual luego es llevado a una temperatura de 105 °C en un tiempo de una hora y media, para el secado respectivo, finalmente se calcula la masa del sólido suspendido por diferencia de masas ($Masa_{papel\ Whatman} + masa_{sólido} + Masa_{papel\ whatman}$), el cual es dividido entre el volumen de la muestra analizada para obtener la concentraciones en mg/l.

3.8.4. Método para Determinación de Cloraminas

La Cloramina (monocloramina) es un compuesto químico de fórmula NH_2Cl . El término Cloramina también hace referencia a una familia de compuestos orgánicos con fórmulas de R_2NCl , y $RNCl_2$ (siendo R un grupo orgánico), también son muy conocidas la dicloramina $NHCl_2$ y el tricloruro de nitrógeno NCl_3 . Las cloraminas se forman mediante la reacción del cloro (Cl_2) y amoníaco (NH_3).

Las cloraminas son aminas que contienen al menos un átomo de cloro, directamente unido a átomos de Nitrógeno (N). Las cloraminas inorgánicas se forman cuando el cloro disuelto y el amonio reaccionan. Durante esta reacción se forman tres tipos diferentes de cloraminas: monocloraminas "NH₂Cl", dicloraminas "NHCl₂" y tricloraminas "NCl₃". A su vez las cloraminas inorgánicas, cloro libre y cloraminas orgánicas se encuentran relacionadas en su composición química y pueden transformarse entre ellas con facilidad.

3.8.4.1. Reacción Química

La cloramina "NH₂Cl" se forman a partir del amoníaco y el ácido Hipocloroso el pH de esta reacción es de 8.4.



Cuando se produce la reacción se pueden formar tres tipos de cloraminas inorgánicas diferentes dependiendo del valor del pH. Las tricloraminas se forman normalmente cuando los valores de pH son de 3 o menor, cuando el valor de pH es de 7° por encima de este valor, la concentración de dicloraminas es mayor.

Desventajas

Cuando existe gran cantidad de materia orgánica presente en el agua, el nitrógeno orgánico causa la formación de cloraminas orgánicas. Estas no contienen la misma propiedad de desinfección de las cloraminas inorgánicas. Esta situación ocurre cuando la materia orgánica contenida excede a 3 ppm. Altos contenidos de amonio sirven de nutrientes para bacterias nitrificantes en el agua, que pueden causar el aumento de los niveles de nitrato en el agua. Estos compuestos pueden ser cancerígenos. Los niños de 0 a 5 años no pueden beber agua rica en nitratos, por que esto produce una caída en el nivel de oxígeno y puede producir el síndrome del bebe azul.

3.8.4.2. Determinación de las Cloraminas

Se obtiene a partir de la diferencia entre el Cloro Total y el Cloro Libre.

Cloraminas= Cloro Total-Cloro Libre

$$\text{Cloraminas (ppm)} = \text{Cloro Total (ppm)} - \text{Cloro Libre (ppm)}$$

Los monitoreos respectivos fueron los días 21.08.2012 y 24.08.2012, el análisis del cloro total se realizó en el Laboratorio de Investigación del Agua de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería, y el análisis del cloro libre se realizó en el LOPU de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao.

Método para medir Cloro Total

La tecnología de medición es la colorimetría, con ella se consigue una buena resolución y respuesta inmediata. El equipo utilizado es un fotómetro HI96711C Marca: HACH, el cual mide el cloro total en muestras de aguas en el rango de 0,00 a 5,00 mg/l(ppm). El método es una adaptación del método 330.5 de USEPA para aguas residuales, y del 4500-Cl G de Standard Method para agua potable.

Método de la Ortolidina - Cloro Libre

La ortotolidina es un compuesto aromático que se oxida en una solución ácida por adición de cloro, cloraminas y otros oxidantes, para producir un complejo de color amarillo, cuya intensidad es directamente proporcional a la cantidad de oxidantes presentes.

Para medir el cloro libre se utilizó el kit medidor de cloro y pH.- a través del método de la Ortolidina, anteriormente mencionado.

Datos Experimentales

Tabla N° 3.27: Datos experimentales

Fecha	21.08.2012	27.08.2012
Monitoreo	Primer	Segundo
Cloro Total	0,08	0,03
Cloro Libre	N.D	N.D
Cloraminas	0,08	0,03

(*) Fuente: Informe de Ensayo Laboratorio de Investigación del Agua de la FIA-UNI

(**) Fuente: Análisis Experimentales por Kit medidor de Cloro y Ph

(**) N.D: No detectable (el método utilizado no detecta la presencia de cloro libre)

IV.- RESULTADOS

4.1. Análisis de los Resultados del Agua Residual sin Tratar (Agua Crudas)

En la presente **Tabla N° 4.1** se aprecian los análisis del Agua residual sin tratar (aguas crudas) los parámetros presentados en esta tabla son: Demanda Biológica de oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos suspendidos Totales (TSS), pH, Coliformes termotolerantes, aceites y Grasas.

A una temperatura de 20.7 °C

Tabla N° 4.1: Análisis del Agua Residual sin Tratar del Distrito del Agustino

Informe de Ensayo		N°162-LIA-FIA- N°1206226 Envirolab	N° 120308 – Envirolab Peru S.A.C	Método de Análisis	Referencia
Parámetros	Fecha de Muestreo	13.06.2012	17.08.2012		
	Estación de Monitoreo	PTAR-Av. Grau	PTAR-Av. Grau		
	Unidad	Resultado	Resultado		
DBO ₅	mg O ₂ /l	441,00	430	Winkler	APHA-AWWA- WPCF-19 Edición
DQO	mg O ₂ /l	994,00	1040	Reflujo Cerrado Colorimétrico	APHA-AWWA- WPCF-19 Edición
pH	Unidad de Ph	6,95	6.97	Electrodo	APHA-AWWA- WPCF-19 Edición
Sólidos Suspendidos Totales	mg /l	398	264,44	Colorimétrico	APHA-AWWA- WPCF-19 Edición
Aceites y grasas	mg /l	90	82	EPA METHOD 1664 A-1999	EPA METHOD 1664 A - 1999 N- Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT- HEM; Non Polar Material) by Extraction and Gravimetry
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml	15x10 ⁷	-	Tubos Múltiples	APHA-AWWA- WPCF-19 Edición

(*) Fuente: Informe de Ensayo Laboratorio de Investigación del Agua de la FIA-UNI

(**) Fuente: Informe de Ensayo del Laboratorio Environmental Laboratories Perú S.A.C

(**) Fuente: H& F Laboratorios S.A.C

En la siguiente **Tabla N° 4.2** se aprecian los análisis referentes a metales del Agua residual sin tratar (aguas crudas) los metales analizados son: Zinc total, Hierro total, Plomo total, Arsénico total, cadmio total, y cromo total.

Tabla N° 4.2: Análisis de metales del Agua Residual sin Tratar del Distrito del Agustino

Informe de Ensayo		6321-6322/2012- H& F Laboratorios S A.C	Método de Análisis	Referencia
Parámetros	Fecha de Muestreo	17.08.2012		
	Estación de Monitoreo	PTAR-Av. Grau		
	Unidad	Resultado		
Zinc Total	mg /l	0,210	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4- 79-020
Hierro Total	mg /l	0,830	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4- 79-020
Plomo total	mg /l	0,070	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4- 79-020
Arsénico Total	mg /l	0,120	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4- 79-020
Cadmio Total	mg /l	0,002	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4- 79-020
Cromo total	mg /l	0,010	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4- 79-020

(**) Fuente: H& F Laboratorios S.A.C6321-6322/2012

De acuerdo al DS N° 003-2010-MINAM , se aprecian los Límites Máximos Permisibles para efluentes de una Planta de Tratamiento de Agua Residual , en donde no se mencionan las concentraciones permisibles para los metales , excepto en los Estándares de Calidad Ambiental según DS N° 002-2008-MINAM, donde si se mencionan las concentraciones aceptables para los metales

4.2. Análisis de los Resultados del Efluente Tratado por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de 100 m³/día

En la presente Tabla N° 4.3 se aprecian los análisis del Efluente Tratado por la PTAR, los parámetros analizados son: DBO₅, DQO, TSS, Coliformes Termo tolerantes , aceites y grasas .

Tabla N° 4.3: Análisis de Parámetros del Efluente Tratado

Informe de Ensayo		N°115-LIA-FIA-N°1204373 Envirolab	N°162-LIA-FIA-N°1206226 Envirolab	N°1208308-Envirolab Peru S.A.C	Método de Análisis
Parámetros	Fecha de Muestreo	25.04.2012	13.06.2012	17.08.2012	
	Estación de Monitoreo	Av. Grau	Av. Grau	Av. Grau	
	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	
DBO ₅	mg O ₂ /l	2,94	17,60	26	Winkler
DQO	mg O ₂ /l	8,00	46,00	60	Reflujo Cerrado Colorimétrico
Sólidos Suspendedos Totales	mg /l	16,00	29,00	73,04	Colorimétrico
Aceites y grasas	mg /l	N.D	17,00	N.D	EPA METHOD 1664 A-1999
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	20	50,000	-	Tubos Múltiples

(*) Fuente: Informe de Ensayo Laboratorio de Investigación del Agua de la FIA-UNI

(**) Fuente: Informe de Ensayo del Laboratorio Environmental Laboratories Perú S.A.C

En la Tabla N° 4.4 se aprecian la variación del pH de acuerdo a los monitoreos realizados en la PTAR-100m³/día.

Tabla N° 4.4: Resultados de pH del Efluente Tratado

Informe de Ensayo		N°115-LIA-FIA-N°1204373 Envirolab	N°162-LIA-FIA-N°1206226 Envirolab	LOPU(Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios)
Parámetros	Fecha de Muestreo	25.04.2012	13.06.2012	17.08.2012
	Estación de Monitoreo	Av. Grau	Av. Grau	Av. Grau
	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado
pH	Unidad de Ph	7,16	7,54	7,8

(*) Fuente: Informe de Ensayo Laboratorio de Investigación del Agua de la FIA-UNI

(*) Fuente: Realizado en el Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios

En la presente Tabla N° 4.5 se mencionan los análisis de metales del agua residual tratada por la PTAR de la Av. Grau.

Tabla N° 4.5: Análisis de metales del Agua Residual sin Tratar del Distrito del Agustino

Informe de Ensayo		6321-6322/2012- H& F Laboratorios S.A.C	Método de Análisis	Referencia
Parámetros	Fecha de Muestreo	17.08.2012		
	Estación de Monitoreo	PTAR-Av. Grau		
	Unidad	Resultado		
Zinc Total	mg /l	0,050	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4-79-020
Hierro Total	mg /l	0,180	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4-79-020
Plomo total	mg /l	0,050	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4-79-020
Arsénico Total	mg /l	0,050	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4-79-020
Cadmio Total	mg /l	0,002	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4-79-020
Cromo total	mg /l	0,010	Absorción Atómica	APHA.AWWA,WP CF-US-EPA 600/4-79-020

(**) Fuente: H& F Laboratorios S.A.C6321-6322/2012

A continuación se aprecia un diagrama de bloques de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas. A su vez se presenta la Tabla N° 4.6 donde se muestra un promedio de los resultados de los análisis de las aguas crudas y tratadas por la PTAR comparadas con los Limites Máximos Permisibles según DS N°03-2010.

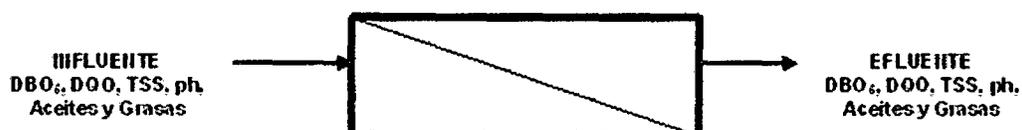


Tabla N° 4.6: Valores Promedios de Aguas Crudas y Tratadas de la PTAR vs Límites Máximos Permisibles

Informe de Ensayo		N°162-LIA-FIA- N°1206226 Envirolab	N°162-LIA-FIA- N°1206226 Envirolab	MINAM DS N°03- 2010
Parámetros	Estación de Monitoreo	INFLUENTE	EFLUENTE	
	Unidad	Resultado	Resultado	
DBO ₅	mg O ₂ /l	436	15,51	100
DQO	mg O ₂ /l	1017	38	200
pH	Unidad de Ph	6,96	7,5	6.5-8.5
Sólidos Suspendidos Totales	mg /l	331,22	39,35	150
Aceites y Grasas	mg /l	86	5,7	20
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml	15x10 ⁷	25 010	10 000

(*) Fuente: Informe de Ensayo Laboratorio de Investigación del Agua de la FIA-UNI

(**) Fuente: Informe de Ensayo del Laboratorio Environmental Laboratories Perú S.A.C

(***) Fuente: H& F Laboratorios S .A.C

(****) Fuente: Límites Máximos Permisibles según MINAM DS N° 03 -2010

A continuación en la Tabla N° 4.7 se aprecia las concentraciones de metales tanto en las aguas crudas y tratadas comparadas con los Estándares de Calidad según DSN°002-2008-MINAM Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Tabla N° 4.7: Análisis de metales del Agua Residual sin Tratar del Distrito del Agustino

Informe de Ensayo		6321-6322/2012- H& F Laboratorios S.A.C	6321-6322/2012- H& F Laboratorios S .A.C	ECA DSN°002- 2008-MINAM Categoría 3:Riego de Vegetales y Bebidas de Animales
Parámetros	Fecha de Muestreo	17.08.2012	17.08.2012	
	Estación de Monitoreo	PTAR-Av. Grau	PTAR-Av. Grau	
	Unidad	Resultado	Resultado	
Zinc Total	mg /l	0.210	0.050	2
Hierro Total	mg /l	0.830	0.180	1
Plomo total	mg /l	0.070	0.050	0.05
Arsénico Total	mg /l	0.120	0.050	0.05
Cadmio Total	mg /l	0.002	0.002	0.005
Cromo total	mg /l	0.010	0.010	-

(**) Fuente: H& F Laboratorios S.A.C6321-6322/2012

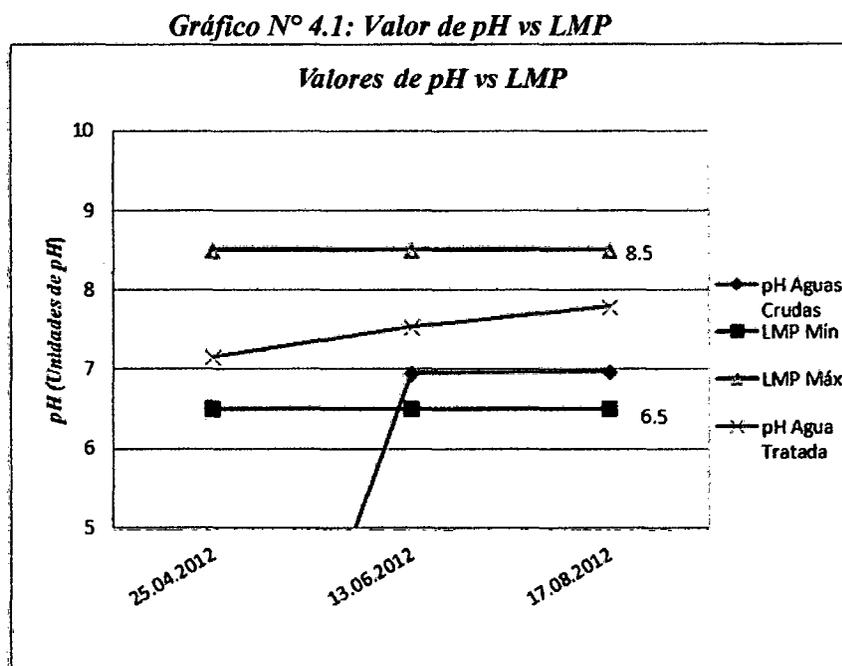
(**) Fuente: Estándares de Calidad Ambiental-DS N°002-2008 MINAM

Según se detalla en la Tabla N°4.1, N°4.3,y N°4.4 , se mencionan los monitoreos realizados bimensualmente, los cuales se encuentran mencionados en los respectivos Informes de Ensayo : Laboratorio de Investigación de Agua de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería , Envirolab Perú S.A.C ,y H& F Laboratorios S.A.C .estos valores se compararon con los establecidos según D.S. N°010-2010-MINAM.

A continuación, se presentan los gráficos donde se muestra el comportamiento que siguen los parámetros en el vertimiento del efluente industrial tratado comparados con los LMP

a) **Valor de pH**

Según se observa en el Gráfico N° 4.1 se aprecian los resultados del pH tanto en las aguas crudas (aguas residuales sin tratar) y tratadas por la PTAR, de acuerdo a los monitoreos Bimensuales realizados, se encuentran dentro del rango exigido por el D.S. N°003-2010-MINAM.



(*) Niveles Máximos Permisibles para los efluentes de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales Domesticas (D.S. N° 003-2010 MINAM).

(**) LMP: Limite máximo permisibles

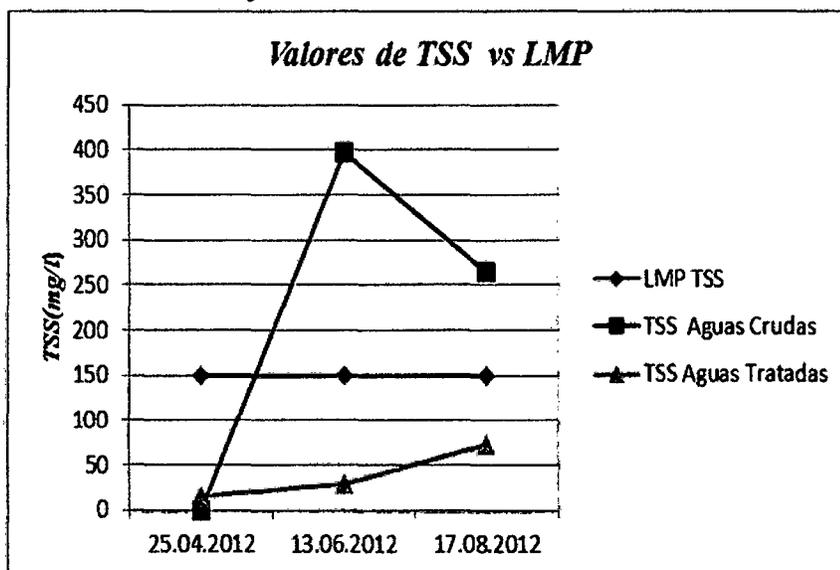
(***) Aguas Crudas: Agua Residual sin tratar

(****) Aguas Tratada: Efluente Tratado por la PTAR

b) **Valor de TSS(Solidos Totales en Suspensión)**

Tal como se observa en el Gráfico N°4.2, el valor de TSS (solidos totales en suspensión), tanto en las aguas crudas, y tratadas por la PTAR de acuerdo a los monitoreo bimensuales, se encuentran cumpliendo satisfactoriamente el LMP exigido en el D.S. N°003-2010-MINAM.

Gráfico N°4.2: Valor de TSS vs LMP



(*) Niveles Máximos Permisibles para los efluentes de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales Domésticas (D.S. N° 003-2010 MINAM).

(**) LMP: Limite máximo permnisible

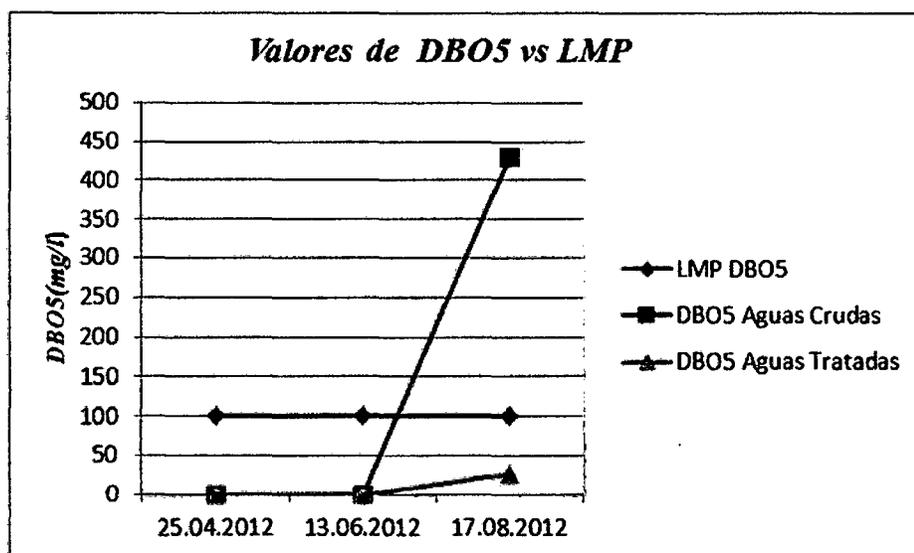
(***) Aguas Crudas: Agua Residual sin tratar

(****) Aguas Tratada: Efluente Tratado por la PTAR

c) Valor de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)

Tal como se observa en el Gráfico N°4.3, el valor de la DBO₅ (Demanda Biológica de Oxígeno), tanto en las aguas crudas, y tratadas por la PTAR, se encuentran cumpliendo satisfactoriamente el LMP exigido en el D.S. N°003-2010-MINAM.

Gráfico N°4.3: Valor de la DBO₅ vs LMP

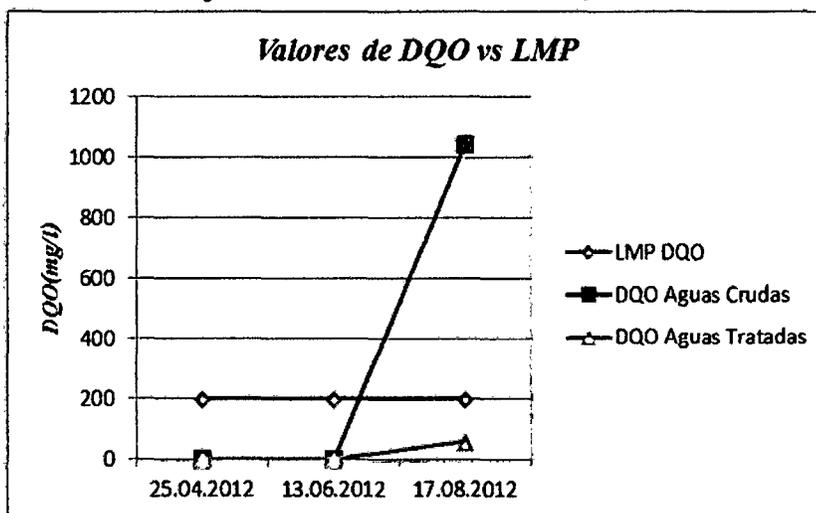


(*) Niveles Máximos Permisibles para los efluentes de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales Domésticas (D.S. N° 003-2010 MINAM).

d) **Valor de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Tal como se observa en el Gráfico N°4.4, el valor de la DQO (Demanda Química de Oxígeno), tanto en las aguas crudas, y tratadas por la PTAR, se encuentran cumpliendo satisfactoriamente el LMP exigido en el D.S. N°003-2010-MINAM.

Gráfico N°4.4: Valor de la DBO₅ vs LMP

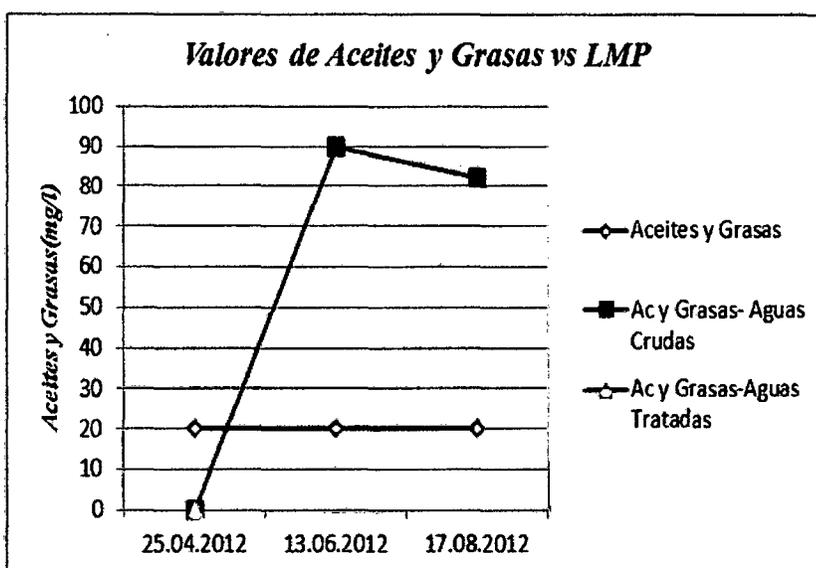


(*) Niveles Máximos Permisibles para los efluentes de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales

e) **Valores de Aceites y Grasas**

Tal como se observa en el Gráfico N°4.5, se aprecian los valores de aceites y grasas, tanto en las aguas crudas, y tratadas por la PTAR.

Gráfico N°4.5: Valores de Aceites y Grasas vs LMP



(*) Niveles Máximos Permisibles para los efluentes de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales

V.-DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. Contratación de la hipótesis con los resultados

Con los resultados del Trabajo de Investigación se procedió a realizar la Contratación de la hipótesis. En los cuadros 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 se Presentan los resultados de la contratación de la hipótesis general y Específicas.

Tabla 5.1: Contratación de la Hipótesis General con los respectivos Resultados

<u>Hipótesis General</u>
Los parámetros de Operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas por lodos activados son la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), los sólidos en suspensión y el pH. .
Resultados de la Investigación
Los parámetros de Operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de 100 m ³ /día de la Av. Grau, son la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Totales en Suspensión y el pH.

Tabla 5.2: Contratación de la Primera Hipótesis Especifica con los respectivos Resultados

<u>Primera Hipótesis Especifica :</u>		
La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅) del agua residual sin tratar es de 150 mg / l y del agua residual tratada en la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados es de 70 mg / l .La Demanda Química de oxígeno (DQO) del agua residual sin tratar es de 200 mg / l y del agua tratada por la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados es de 120 mg/l		
Resultados de la Investigación (De acuerdo a los respectivos Análisis obtenidos en promedio)		
DBO₅	Agua residual sin Tratar	436mg O ₂ /l
	Efluente Tratado	15,51 mg O ₂ /l
DQO	Agua residual sin Tratar	1017 mg O ₂ /l
	Efluente Tratado	38mg O ₂ /l

Tabla 5.3: Contrastación de la Segunda Hipótesis Específica con los respectivos Resultados

<u>Segunda Hipótesis Específica</u>
<i>El rango de pH adecuado para una buena depuración biológica esta entre 7.0 -7.5</i>
<i>Resultados de la Investigación(De acuerdo a los respectivos Análisis obtenidos)</i>
<i>El pH del efluente tratado en promedio es 7,5 de acuerdo a las fuentes bibliográficas el rango del pH adecuado para una buena depuración biológica es de 6,0 -9,0.</i>

Tabla 5.4 Contrastación de la Tercera Hipótesis Específica con los respectivos Resultados

<u>Tercera Hipótesis Específica</u>
<i>Los parámetros que miden la biodegradabilidad en una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados son la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO)</i>
<i>Resultados de la Investigación(De acuerdo a los respectivos Análisis obtenidos)</i>
<i>La Biodegradabilidad del agua residual DQO/DBO₅ es 2,00 (1017/436) , de acuerdo a este índice de Biodegradabilidad se considera que la materia orgánica es moderadamente Degradable.</i>

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados presentados se obtienen las siguientes conclusiones.

- *Los parámetros de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de 100 m³/día ubicado en la Av.Grau, son la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), pH y Sólidos totales en Suspensión.*
- *La Demanda Biológica de Oxígeno promedio del Agua residual sin tratar es de 436 ppm y del efluente tratado por la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de 100 m³/día es de 15,51 ppm.*
- *La Demanda Química de Oxígeno del Agua residual sin tratar es de 1017 ppm y del efluente tratado por la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de 100m³/día es de 38 ppm.*
- *El rango de pH adecuado para el desarrollo de los buenos microorganismos se encuentra entre 6.0 a 9.0. A su vez el rango de Temperatura debe estar en 10° C y 30° C. El valor del pH promedio del efluente tratado es de 7.5 a una temperatura promedio de 20 °C.*
- *De acuerdo a los resultados de los Informes de Ensayo del Laboratorio de Investigación del Agua de la Universidad Nacional de Ingeniería ,Envirolab Perú S.A.C, y H& F Laboratorios S .A.C , el efluente tratado no excede los Limites Máximos Permisibles de MINAM DS N° 003-2010 , a excepción del parámetro biológico cuyo valor excede al Limite Permisible , esto es debido a que el equipo que dosifica Hipoclorito de Calcio se encuentra Inoperativo ,y la dosificación que se realiza actualmente es manual.*

RECOMENDACIONES

- *Se recomienda realizar monitoreos mensuales a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de 0,00116 m³ / s, para informar trimestralmente a DIGESA, y cumplir con lo dispuesto en la resolución de Autorización Sanitaria del Sistema de Tratamiento el cual tiene una vigencia de dos años.*
- *Se recomienda seguir el programa de control diario, mensual y anual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas (PTAR), para su buen funcionamiento.*
- *Se recomienda realizar un mantenimiento al Dosificador Blue White, para que el sistema de Desinfección de la Planta de Tratamiento este trabajando adecuadamente, y de esta manera el efluente tratado cumple con los Limites Máximos Permisibles.*

REFERENCIALES

- Awong, J., Bitton, G. and Koopman B. (1985). *ATP, Oxigen Uptake Rate and deshidrogenase activity of actinomycete foams. Water Research, Vol. 17, N° 35: 4208-4216.*
- Mansur, M. (1985). *Tratamiento de Desagües Domésticos en Reactores Anaeróbicos de Manto de Lodos de Flujo Ascendente. Protocolo de Investigación, mayo de 1985. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Medio Ambiente CEPIS. Lima, Perú.*
- Orozco, A. (1989). *Manual sobre Digestión Anaerobia, Capítulo I: Generalidades. Presentado en "Seminario Internacional sobre Digestión Anaeróbica - Elementos de Diseño". Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.*
- Souza, M. (1997). *Metodología de Análisis de Decisiones para Seleccionar Alternativas de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Brasilia. Brasilia- DF, Brasil.*
- Barjenbruch M., Hoffmann H., and Tranker J. (1999). *Minimizing of foaming in digesters by pre-treatment of the surplus sludge. Water Science Technology.*
- Barker DJ, Stuckey DC. (1999). *A review of soluble microbial products (SMP) in wastewater treatment systems. Water Research; 33(14):3063-82.*
- Cabrero A., Fernandez S., Miranda F. and Garcia J. (1998). *Effects of copper and zinc on the activated sludge bacteria growth kinetics. Water Research Vol. 32 N°5: 1355-1362.*
- Camacho P., Geaugey V., Ginestet P., Paul E. (2002). *Feasibility study of mechanically disintegrated sludge and recycle in the activated-sludge process. Water Science Technology; 46(10):97-104.*
- Metcalf & Eddy (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento Vertido y Reutilización. Volumen I-II, 3ra. Edición en español, MacGraw-Hill. Madrid, España.*

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Dependientes	Indicadores	Método
<i>¿Cuáles son los parámetros de operación de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida?</i>	<i>Evaluar los parámetros de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida.</i>	<i>Los parámetros de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados son la demanda biológica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), los sólidos en suspensión y el pH</i>	<i>Y=Parámetros de operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales domesticas.</i>	<i>DBO₅ DQO pH TSS</i>	<i>Análisis experimental por métodos de Winkler, Colorimétrico, y Electrodo</i>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	Variable Independiente	Indicadores	Método
<i>¿Cuál es la calidad del agua residual domestica sin tratar y del agua tratada por una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida?</i>	<i>Determinar la calidad del agua residual domestica sin tratar y del agua tratada por una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida.</i>	<i>La demanda biológica de oxígeno (DBO₅) del agua residual sin tratar es de 150 mg/L y del agua tratada en la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados es de 70 mg/ L. La demanda química de oxígeno (DQO) del agua residual sin tratar es de 200 mg/L y del agua tratada por la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados es de 120 mg/ L.</i>	<i>X₁=Calidad del Agua residual domestica sin tratar y del Efluente tratado.</i>	<i>DBO₅ DQO PH TSS Aceites y Grasas Coliformes Termotolerantes</i>	<i>Análisis experimental por métodos de Winkler, Colorimétrico y Electrodo y Gravimétrico.</i>
<i>¿Cuál es el rango adecuado de pH para un buen proceso de lodos activados?</i>	<i>Identificar el rango adecuado de pH para un buen proceso de lodos activados.</i>	<i>El rango de pH adecuado para una buena depuración biológica está entre 7.0 – 7.5.</i>	<i>X₂=Rango de pH adecuado para un buen proceso de lodos activados</i>	<i>pH</i>	<i>Electrodo</i>
<i>¿Qué parámetros miden la biodegradabilidad en una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida?</i>	<i>Determinar los parámetros que miden la biodegradabilidad de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados con aireación extendida</i>	<i>Los parámetros que miden la biodegradabilidad en una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas por lodos activados son la Demanda Biológica de oxígeno (DBO₅) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO).</i>	<i>X₃=Parámetros que miden la Biodegradabilidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas.</i>	<i>DBO₅ DQO</i>	<i>Winkler y Colorimétrico</i>

Diagnóstico y el usuario esté dispuesto a proporcionarlos, el valor de dichos insumos será descontado del precio del servicio, previa presentación de la copia del comprobante de pago. Los insumos requeridos deberán ceñirse a las especificaciones técnicas exigidas por el SENASA.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

OSCAR M. DOMINGUEZ FALCON
Jefe (e)
Servicio Nacional de Sanidad Agraria

232229-1

AMBIENTE

Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

DECRETO SUPREMO
N° 002-2008-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, en el inciso 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; señalando en su artículo 67° que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente;

Que, el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611-Ley General del Ambiente, establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;

Que, el artículo 1° de la Ley N° 28817-Ley que establece los plazos para la elaboración y aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y de Límites Máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental, dispuso que la Autoridad Ambiental Nacional culminaría la elaboración y revisión de los ECA y LMP en un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la vigencia de dicha Ley;

Que con fecha 16 de junio de 1999 se instaló el GESTA AGUA, cuya finalidad fue elaborar los Estándares de Calidad Ambiental para Agua - ECA para Agua, estando conformado dicho Grupo de Trabajo por 21 instituciones del sector público, privado y académico, actuando la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA como Secretaría Técnica;

Que, mediante Oficio N° 8262-2006/DG/DIGESA de fecha 28 de diciembre de 2006, la Dirección General de Salud Ambiental -DIGESA, en coordinación con el Instituto Nacional de Recursos Naturales -INRENA, en calidad de Secretaría Técnica Colegiada del GESTA

AGUA, remitió al CONAM, la propuesta de Estándares de Calidad Ambiental-ECA para Agua con la finalidad de tramitar su aprobación formal;

Que, por Acta del Grupo de Trabajo GESTA AGUA, de fecha 24 de octubre de 2007, se aprobó la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua;

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013 se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, señalándose su ámbito de competencia sectorial y regulándose su estructura orgánica y funciones, siendo una de sus funciones específicas la de elaborar los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles;

Que, contando con la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, corresponde aprobarlos mediante Decreto Supremo, conforme a lo establecido en el artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 y el Decreto Legislativo N° 1013; En uso de las facultades conferidas por el artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Artículo 2°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

Única.- El Ministerio del Ambiente dictará las normas para la implementación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, como instrumentos para la gestión ambiental por los sectores y niveles de gobierno involucrados en la conservación y aprovechamiento sostenible del recurso agua.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los treinta días del mes de julio del año dos mil ocho.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

El Peruano
DIARIO OFICIAL

REQUISITO PARA PUBLICACIÓN DE NORMAS LEGALES Y SENTENCIAS

Se comunica al Congreso de la República, Poder Judicial, Ministerios, Organismos Autónomos y Descentralizados, Gobiernos Regionales y Municipalidades que, para efecto de publicar sus dispositivos y sentencias en la Separata de Normas Legales y Separatas Especiales respectivamente, deberán además remitir estos documentos en disquete o al siguiente correo electrónico. normaslegales@editoraperu.com.pe

LA DIRECCIÓN

ANEXO 1

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/l	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/l	0,005	0,022	0,022	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/l	0,08	0,08	0,08	0,08	**
Cloruros	mg/l	250	250	250	**	**
Color	Color verdadera escala Pt/Co	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	us/cm ²	1500	1600	**	**	**
D.B.O. ₅	mg/l	3	5	10	5	10
D.Q.O.	mg/l	10	20	30	30	50
Dureza	mg/l	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/l	0,5	0,5	na	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/l	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruros	mg/l	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitrilos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L N	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Aceptable	**	**	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/l	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 5	≥ 4
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0	6-9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	1000	1000	1500	**	**
Sulfatos	mg/l	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/l	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNT #	5	100	**	100	**
INORGÁNICOS						
Aluminio	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Antimonio	mg/l	0,006	0,006	0,006	0,006	**
Arsénico	mg/l	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Bario	mg/l	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/l	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/l	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/l	0,003	0,003	0,01	0,01	**
Cobre	mg/l	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/l	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/l	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/l	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Níquel	mg/l	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/l	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/l	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/l	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Urano	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/l	3	5	5	3	**
ORGÁNICOS						
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTP	mg/l	0,05	0,2	0,2		
Tribalometanos	mg/l	0,1	0,1	0,1	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles, COVs						
1,1,1-Tricloroetano - 71-55-6	mg/l	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano - 75-35-4	mg/l	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Dicloroetano - 107-06-2	mg/l	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno - 95-50-1	mg/l	1	1	**	**	**
Hexaclorobutodieno - 87-68-3	mg/l	0,0006	0,0006	**	**	**
Tetracloroetano - 127-18-4	mg/l	0,04	0,04	**	**	**
Tetracloruro de Carbono - 56-23-5	mg/l	0,002	0,002	**	**	**
Tricloroetano - 79-01-6	mg/l	0,07	0,07	**	**	**
BETA						

DESCARGADO EN: WWW.CIUDADANOS.UBA.PY

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Benceno - 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno - 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno - 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos - 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)pireno - 50-32-8	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Benzo(a)fluoranteno (B(a)F)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobenzenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Pesticidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofofos (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraatión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP):						
Aldrin - 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin - 50-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Endrin - 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro - 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos:						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenílicos Totales (PCBs)						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
Escherichia coli	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
Giardia duodenalis	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
Vibrio Cholerae	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/100 mL Número más probable en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

** Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

CATEGORÍA 2: ACTIVIDADES MARINO COSTERAS

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR		
		Sub Categoría 1	Sub Categoría 2	Sub Categoría 3
		Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalves (C1)	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas (C2)	Otras Actividades (C3)
ORGANOLÉPTICOS				
Hidrocarburos de Petróleo		No Visible	No Visible	No Visible
FISICOQUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0
DBO ₅	mg/L	**	10,0	10,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4	>=3	>=2,5
pH	Unidad de pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	**	50,0	70,0
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	**	0,06	0,08
Temperatura	°C	**delta 3 °C	**delta 3 °C	**delta 3 °C
INORGÁNICOS				
Amonio	mg/L	**	0,08	0,21
Arsénico total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Cadmio total	mg/L	0,0093	0,0093	0,0093
Cobre total	mg/L	0,0031	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05
Fosfatos (P-PO4)	mg/L	**	0,03 - 0,09	0,1

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 75-44-8) y heptacloropóxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paraquat	ug/L	7,5

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	UNIDAD	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
Biológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100ml	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100ml	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	100	100
Huevos de Helminthos	huevos/litro	<1	<1(1)
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente	Ausente
PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES			
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR	
Fisicoquímicos			
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	<=5000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<=15	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	
Fluoruro	mg/L	2	
Nitratos-(NO3-N)	mg/L	50	
Nitritos (NO2-N)	mg/L	1	
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5	
pH	Unidades de pH	6,5 - 8,4	
Sulfatos	mg/L	500	
Sulfuros	mg/L	0,05	
Inorgánicos			
Aluminio	mg/L	5	
Arsénico	mg/L	0,1	
Berilio	mg/L	0,1	
Boro	mg/L	5	
Cadmio	mg/L	0,01	
Cianuro WAD	mg/L	0,1	
Cobalto	mg/L	1	
Cobre	mg/L	0,5	
Cromo (6+)	mg/L	1	
Hierro	mg/L	1	
Litio	mg/L	2,5	
Magnesio	mg/L	150	
Manganeso	mg/L	0,2	
Mercurio	mg/L	0,001	
Níquel	mg/L	0,2	
Plata	mg/L	0,05	
Plomo	mg/L	0,05	
Selenio	mg/L	0,05	
Zinc	mg/L	24	
Orgánicos			
Aceites y Grasas	mg/L	1	
Fenoles	mg/L	0,001	
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1	
Plaguicidas			
Aldicarb	ug/L	1	
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,03	
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3	
DDT	ug/L	1	
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7	
Endosulfán	ug/L	0,02	

Endrín	ug/L	0,004
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloropóximo	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5
Biológicos		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000
Enterococos	NMP/100mL	20
Escherichia coli	NMP/100mL	100
Huevos de Helmintos	huevo/litro	<1
Salmonella sp.		Ausente
Vibrio cholerae		Ausente

NOTA:

NMP/100: Número más probable en 100 ml.

Vegetales de Tallo alto: Son plantas cultivables o no, de porte arbustivo o arbóreo y tienen una buena longitud de tallo, las especies leñosas y forestales tienen un sistema radicular pivotante profundo (1 a 20 metros). Ejemplo: Forestales, árboles frutales, etc.

Vegetales de Tallo bajo: Son plantas cultivables o no, frecuentemente porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (10 a 50 cm). Ejemplo: Hortalizas y verdura de tallo corto, como ajo, lechuga, fresas, col, repollo, apio y arveja, etc.

Animales mayores: Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos, etc.

Animales menores: Entiéndase como animales menores a caprinos, cuyes, aves y conejos

SAAM: Sustancias activas de azul de metileno

CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

PARÁMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,02	0,02	0,05	0,05	0,06
Temperatura	Celsius					delta 3 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	unidad	6,5-8,5	6,5-8,5		6,8-8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25-100	30,00
INORGÁNICOS						
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	—
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022	0,022	—
Clorofila A	mg/L	10	—	—	—	—
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	—
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,5	0,031 - 0,093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	Ausente				Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28
INORGÁNICOS						
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6		—	—
Niquel	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,002	0,0082
Plomo	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0061	0,0081
Silicatos	mg/L	—	—	—	—	0,14-0,7
Sulfuro de Hidrógeno (H2S indisoluble)	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3	0,03	0,081
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	1 000	2 000		1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	2 000	3 000		2 000	

NOTA: Aquellos parámetros que no tienen valor asignado se debe reportar cuando se dispone de análisis

Dureza: Medir "dureza" del agua muestreada para contribuir en la interpretación de los datos (método/técnica recomendada: APHA-AWWA-WPCF 2340C)

Nitrógeno total: Equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (Nitrógeno orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrito (NO)

Amoníaco: Como NH3 no ionizado

NMP/100 mL: Número más probable de 100 mL

Ausente: No deben estar presentes a concentraciones que sean detectables por olor, que afecten a los organismos acuáticos comestibles, que puedan formar depósitos de sedimentos en las orillas o en el fondo, que puedan ser detectados como películas visibles en la superficie o que sean nocivos a los organismos acuáticos presentes.

de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5°.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

**DECRETO SUPREMO
N° 003-2010-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28811, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permisible - LMP, como la medida de 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;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28811 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permisible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de Impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28° el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2°.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permisible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo:** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3°.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuentan con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales, autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

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 muestreo 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 al 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.

Artículo 5°.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6°.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República.

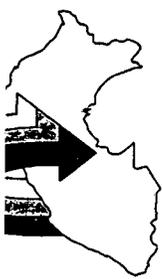
ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales Suspensión	en mL/L	150
Temperatura	°C	<35



ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

**RAQUEL BENDITA
LARICO**

**INFORME DE ENSAYO
“Nº 1204373”**

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU

:(511) 616-5400 Fax: (511) 616-5418 E-mail: envirolab@envirolabperu.com.pe Web: www.envirolabperu.com.pe



ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN
CON REGISTRO N° LE-011

INFORME DE ENSAYO N° 1204373



Registro N° LE-011

Solicitante: RAQUEL BENDITA LARICO

Domicilio Legal: Lima

Tipo de Muestra: Agua Residual

Plan de Muestreo: ...

Solicitud de Análisis: ABR-373

Procedencia de la Muestra: PTAR Av. Grau

Fecha de Ingreso: 2012-04-25

Código ENVIROLAB PERU: 1204373

Referencia: Cotización 12545

Código de Lab.:		1204373-01		Fecha de Muestreo:	2012-04-25	
Análisis		Método de Referencia	Límite de Cuantificación	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas		EPA 1664-A	1	N.D.	mg/L	2012-05-02

"N.D." Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

La muestra llegó preservada al Laboratorio.

Nota:

La fecha de muestreo, es dato proporcionado por el Cliente.

Aceites y Grasas: EPA METHOD 1664 A - 1999
N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non Polar Material) by Extraction and Gravimetry

LUIS BUENO CARBAJAL
Gerente General
C.I.P. N° 6618
Lima, Perú,
2012-05-03

Nota: -Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
-Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
-Dependiendo del parámetro a ser analizado las muestras tendrán un tiempo de custodia máximo de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo.

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU

Page 1 / 1

f: (511) 616-5400 Fax: (511) 616-5418 E-mail: envirolab@envirolabperu.com.pe Web: www.envirolabperu.com.pe



ENVIROLAB PERU S.A.C.

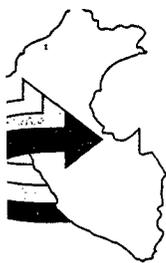
Environmental Laboratories Perú S.A.C.

**RAQUEL BENDITA
LARICO**

**INFORME DE ENSAYO
"Nº 1208308"**

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU

: (511) 616-5400 Fax: (511) 616-5418 E-mail: envirolab@envirolabperu.com.pe Web: www.envirolabperu.com.pe



ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN
CON REGISTRO N° LE-011

INFORME DE ENSAYO N° 1208308

Solicitante: RAQUEL BENDITA LARICO

Domicilio Legal: Sector 3 de Julio Mz.17 Lt.19 Pamplona Alta
San Juan de Miraflores

Tipo de Muestra: Agua de Efluente Doméstico

Plan de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente.

Solicitud de Análisis: AGO-308

Procedencia de la Muestra: PTAR Av. Grau

Fecha de Ingreso: 2012-08-17

Código ENVIROLAB PERU: 1208308

Referencia: Cotización 13686

Fecha de Muestreo: 2012-08-17

Código de Lab.: 1208308-01

Descripción: Agua Residual Tratada

Análisis	Método de Referencia	Límite de Cuantificación	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	EPA 1664-A	1	N.D.	mg/L	2012-08-16
DBO ₅	EPA 405.1	1	26	mg/L	2012-08-17
D.Q.O.	EPA 410.1	20	60	mg/L	2012-08-22
*Coliformes Termotolerantes	SM 9221 E.1	...	7 900	NMP/100mL	2012-08-17

"N.D." Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

La muestra llegó preservada al Laboratorio.

Nota:

La fecha de muestreo, es dato proporcionado por el Cliente.


LUIS BUENO CARBAJAL
 Gerente General
 C.I.P. N° 6618
 Lima, Perú,



2012-08-31


ENRIQUE QUEVEDO BACIGALUPO
 Jefe de Laboratorio

Nota: -Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

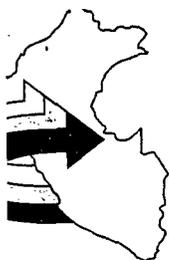
* Los métodos subcontratados en la matriz indicada, son acreditados por el SNA.

-Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

-Dependiendo del parámetro a ser analizado las muestras tendrán un tiempo de custodia máximo de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo.

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU

Page 1 / 3



ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN
CON REGISTRO N° LE-011

INFORME DE ENSAYO N° 1208308

Solicitante: RAQUEL BENDITA LARICO
Domicilio Legal: Sector 3 de Julio Mz.I7 Lt.19 Pamplona Alta
San Juan de Miraflores
Tipo de Muestra: Agua de Efluente Doméstico
Plan de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente.
Solicitud de Análisis: AGO-308
Procedencia de la Muestra: PTAR Av. Grau
Fecha de Ingreso: 2012-08-17
Código ENVIROLAB PERU: 1208308
Referencia: Cotización 13686

Código de Lab.:	1208308-02	Fecha de Muestreo:	2012-08-17		
		Descripción:	Agua Residual Sin Tratar		
Análisis	Método de Referencia	Límite de Cuantificación	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	EPA 1664-A	1	82	mg/L	2012-08-16
DBO ₅	EPA 405.1	1	430	mg/L	2012-08-17
D.Q.O.	EPA 410.1	- 20	1 040	mg/L	2012-08-17
*Coliformes Termotolerantes	SM 9221 E.1	...	13 000 000	NMP/100mL	2012-08-17

"N.D." Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

La muestra llegó preservada al Laboratorio.

Nota:

La fecha de muestreo, es dato proporcionado por el Cliente.

LUIS BUENO CARBAJAL

Gerente General

C.I.P. N° 6618

Lima, Perú,

2012-08-31



ENRIQUE QUEVEDO BACIGALUPO

Jefe de Laboratorio

Nota: -Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

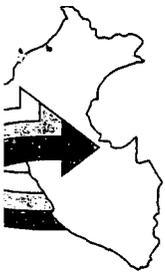
* Los métodos subcontratados en la matriz indicada, son acreditados por el SNA.

-Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

-Dependiendo del parámetro a ser analizado las muestras tendrán un tiempo de custodia máximo de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo.

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU

Page 2 / 3



ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

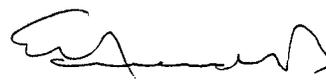
N° 1208308

METODOS DE ENSAYO

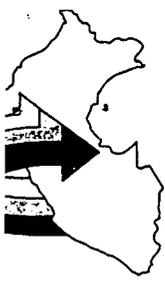
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664.A - 1999 N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non Polar Material) by Extraction and Gravimetry
D.B.O:	EPA METHOD 405.1 600/4-79-020 Revised March 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)
D.Q.O:	EPA METHOD 410.1 600/4-79-020 Revised March 1983 Chemical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - Level)
Coliformes Termotolerantes:	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 9221 E.1 p 9-74. 22nd. Ed. 2012 E. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC MEDIUM)


LUIS BUENO CARBAJAL
Gerente General
C.I.P. N° 6618
Lima, Perú,




ENRIQUE QUEVEDO BACIGALUPO
Jefe de Laboratorio

2012-08-31

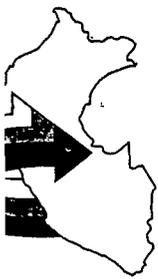


ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

**RAQUEL BENDITA
LARICO**

**INFORME DE ENSAYO
"Nº 1206226"**



ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN
CON REGISTRO N° LE-011



Registro N° LE-011

INFORME DE ENSAYO N° 1206226

Solicitante: RAQUEL BENDITA LARICO

Domicilio Legal: Sector 3 de Julio Mz.I7 Lt.19 Pamplona Alta
San Juan de Miraflores

Tipo de Muestra: Agua Residual Doméstica

Plan de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente.

Solicitud de Análisis: JUN-226

Procedencia de la Muestra: Av. Grau - El Agustino

Fecha de Ingreso: 2012-06-13

Código ENVIROLAB-PERU: 1206226

Referencia: Cotización 13094

Análisis : Aceites y Grasas **Método de Referencia:** EPA 1664-A

Código de laboratorio	Descripción de muestra	Fecha de Muestreo	Límite de Cuantificación	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
1206226-01	Agua Residual Doméstica	2012-06-13	5	66	mg/L	2012-06-14

"N.D." Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.

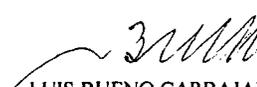
Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

Nota:

La muestra llevo preservada al Laboratorio.
La fecha de muestreo es dato proporcionado por el Cliente.
Agua Residual Doméstica sin Tratar

Aceites y Grasas:

EPA METHOD 1664 A - 1999
N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non Polar Material) by Extraction and Gravimetry


LUIS BUENO CARBAJAL
 Gerente General
 C.I.P. N° 6618
 Lima, Perú, 2012-06-20




ENRIQUE QUEVEDO BACIGALUPO
 Jefe de Laboratorio

Nota:

- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
- Dependiendo del parámetro a ser analizado las muestras tendrán un tiempo de custodia máximo de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo.



ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
SERVICIO NACIONAL DE ACREDITACIÓN
CON REGISTRO N° LE-011



Registro N° LE-011

INFORME DE ENSAYO N° 1206226

Solicitante: RAQUEL BENDITA LARICO

Domicilio Legal: Sector 3 de Julio Mz.17 Lt.19 Pamplona Alta
San Juan de Miraflores

Tipo de Muestra: Agua Residual Doméstica

Plan de Muestreo: Muestra proporcionada por el Cliente.

Solicitud de Análisis: JUN-226

Procedencia de la Muestra: Av. Grau - El Agustino

Fecha de Ingreso: 2012-06-13

Código ENVIROLAB-PERU: 1206226

Referencia: Cotización 13094

Análisis : Aceites y Grasas **Método de Referencia:** EPA 1664-A

Código de laboratorio	Descripción de muestra	Fecha de Muestreo	Límite de Cuantificación	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
1206226-02	Agua Residual Doméstica	2012-06-13	1	2	mg/L	2012-06-14

"N.D." Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

La muestra llevo preservada al Laboratorio.

Nota:

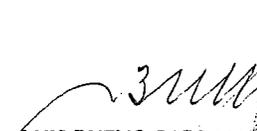
La fecha de muestreo es dato proporcionado por el Cliente.

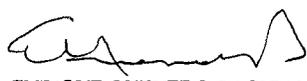
Agua Residual Doméstica Tratada

Aceites y Grasas:

EPA METHOD 1664 A - 1999

N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non Polar Material) by Extraction and Gravimetry


LUIS BUENO CARBAJAL
 Gerente General
 C.I.P. N° 6618
 Lima, Perú, 2012-06-20


ENRIQUE QUEVEDO BACIGALUPO
 Jefe de Laboratorio

Nota: - Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

- Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

-Dependiendo del parámetro a ser analizado las muestras tendrán un tiempo de custodia máximo de 7 días calendario después de entregado el Informe de Ensayo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL LABORATORIO DE INVESTIGACION DEL AGUA

INFORME DE ANÁLISIS N°162-2012 LIA-FIA

Solicitante : RAQUEL SABINA BENDITA LARICO.
Proyecto : Planta de Tratamiento de Agua Residual.
Tipo de muestra : Agua Residual (*)
Procedencia : El solicitante no indicó
Fecha de muestreo : 13-06-2012 Hora: M1: 11:30 a.m.M2: 11:30 a.m.
Fecha de recepción : 13-06-2012

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Referencia:

M1: Agua Residual Doméstica s/tratar
M1: Agua Residual Tratada

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	METODO
DBO ₅	mg/L	441.00	17.60	Winkler
DQO	mg/L	994.00	46.00	Colorimétrico
pH	---	6.95	7.54	Electrodo
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	398.00	29.00	Gravimétricos

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	METODO
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	15×10^7	50×10^3	Tubos Múltiples

Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUAS POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 19 edición.



25 de Junio del 2012

ING. VALERY R. MAUTINO CANO
JEFE (e) LAB. DE INVESTIGACIÓN DEL AGUA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL - U.N.I.

(*) La muestra fue tomada por el solicitante.



REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

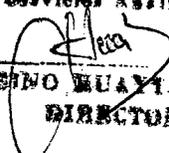
Solicitante : Raquel Bendita Larico
Tipo de Muestra : Agua Residual Domestica
Procedencia : Av. Grau
Responsable del muestreo : Raquel Bendita Larico
Fecha de Muestreo : 17 de Agosto del 2012
Fecha de Recepción en Lab. : 17 de Agosto del 2012
Referencia : H&F 6321-6322/2012

	Agua sin Tratar	Agua Tratada
SOLIDOS TOTALES (S/T) mg/L	264.44	73.04
Zinc (Zn) mg/L	0.210	0.050
Hierro (Fe) mg/L	0.830	0.180
Plomo (Pb) mg/L	0.070	0.050
Arsénico (As) mg/L	0.120	0.050
Cadmio (Cd) mg/L	0.002	0.002
Cromo (Cr) mg/L	0.010	0.010

- REFERENCIA DE METODOS ANALÍTICOS

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th edic, 1992: APHA,AWWA,WPCF
- Methods for the Chemical Analysis of Water and Wastes, US-EPA 600/4-79-020; March 1983

Callao, 22 de Agosto 2012

H & F LABORATORIOS S.A.C.
Servicios Analíticos

ALBINO HUAYTALLA E.
DIRECTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL LABORATORIO DE INVESTIGACION DEL AGUA

INFORME DE ANÁLISIS N°115-2012 LIA-FIA

Solicitante : RAQUEL SABINA BENDITA LARICO.
Proyecto : Planta de Tratamiento de Agua Residual.
Tipo de muestra : Agua Residual (*)
Procedencia : El solicitante no indicó
Fecha de muestreo : 25-04-2012 Hora: 11:30 a.m.
Fecha de recepción : 25-04-2012

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
DBO ₅	mg/L	2.94	Winkler
DQO	mg/L	8.00	Colorimétrico
pH	----	7.16	Electrodo
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	16.00	Gravimétricos

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	Tubos Múltiples

Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUAS POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 19 edición.

Observación: Agua Clara.

Lima, 8 de Mayo del 2012



(*) La muestra fue tomada por el solicitante.

ING. VALÉRY R. MAUTINO CANO
JEFE (e) LAB. DE INVESTIGACIÓN DEL AGUA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL - U.N.I.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

LABORATORIO DE INVESTIGACION DEL AGUA

INFORME DE ANÁLISIS N°227 - 2012 LIA-FIA

Solicitante : RAQUEL SABINA BENDITA LARICO
Proyecto : Agua Tratada
Tipo de muestra : Agua Residual Tratada (*)
Procedencia : El que se indica en la referencia.
Fecha de muestreo : 21-08-2012 Hora: M1: 2:00 p.m.M2: 2:00 p.m.
Fecha de recepción : 21-08-2012

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Referencia:

M1: Av. Grau Cda. 22
M2: Av. Grau Cda. 22

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	MÉTODO
Cloro Residual	mg/L	0.08	0.03	Colorimétrico

Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUAS POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 19 edición.

Lima, 27 de Agosto del 2012



ING. VALÉRY R. MAUTINO CANO
JEFE (e) LAB. DE INVESTIGACIÓN DEL AGUA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL - U.N.I.

(*) La muestra fue tomada por el solicitante.