



Universidad de Guayaquil

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A
LA OBTENCION DEL TÍTULO DE**

INGENIERO CIVIL

SANITARIA

**CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PILOTO A ESCALA PARA LA
DEGRADACION DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE UN EFLUENTE
INDUSTRIAL DE UNA VINÍCOLA**

**AUTORES: ALVARADO ORELLANA JOSÉ DANIEL
IBARRA ENCALADA OSCAR ARTURO
TUTOR: ING. JUDITH CHALEN MEDINA M.Sc**

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2019

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por darme la fortaleza de seguir adelante honrando su nombre con esfuerzo en el camino que él me permite vivir. A mi familia que es el pilar fundamental de mi vida, quienes siempre me han demostrado su amor y apoyo incondicional. A todos mis maestros de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas en todos mis años de estudio, quienes a través del conocimiento brindado en las aulas de clases me motivaron y enseñaron a ser una profesional de ética y esfuerzo. A mis compañeros y hermanos en la fe que con su apoyo estuvieron pendientes para darme su mano amiga y sus palabras de aliento. A mi Tutora la Ingeniera Judith Chalen que con su ayuda y paciencia se convirtió en una guía imprescindible en el proceso de realización de la tesis.

Alvarado Orellana José Daniel

Agradecimiento

Agradezco a Dios quien me ha permitido llegar a esta etapa de mi vida. A mi familia quienes han sido una pieza clave en el desarrollo tanto de mi vida personal como estudiantil a través de su apoyo y motivación, la cual me ha permitido cosechar diferentes logros en mi vida. A mis maestros de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas por el conocimiento brindado en las aulas de clases, ellos también me incentivaron al desarrollo de mis metas profesionales. A mis compañeros y amigos que jamás dudaron de mi capacidad y me motivaron a seguir adelante. Finalmente, a mi tutora la Ingeniera Judith Chalen que me brindo la guía necesaria para el desarrollo del presente trabajo de titulación.

Ibarra Encalada Oscar Arturo

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres Patricio Alvarado y Patricia Orellana quienes me ha apoyado y guiado desde que llegue a este mundo, enseñándome el valor de la vida, la confianza, el respeto y son quienes me han inculcado desde muy pequeño a estudiar y superarme para ser alguien que aporte lo mejor en esta sociedad, a mi hermana María José Alvarado que con sus consejos me han ayudado a tomar las mejores decisiones.

Alvarado Orellana José Daniel

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios, quien me permite vivir otro día más, a mis padres Daniel Ibarra y Carmen Encalada quienes me han apoyado y guiado desde que llegue a este mundo, enseñándome el valor de la vida, la confianza, el respeto y son quienes me han inculcado desde muy pequeño a estudiar y superarme para ser alguien que aporte lo mejor a esta sociedad, a mi hermanos Tatiana Ibarra y Ronald Ibarra que con sus consejos me han ayudado a tomar las mejores decisiones y por último a mi enamorada Adriana Acuña Alarcón quien me ha brindado apoyo y amor incondicional en todas las situaciones de mi vida.

Ibarra Encalada Oscar Arturo

Declaración expresa

Artículo XI.- del Reglamento Interno de Graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

La responsabilidad de los hechos ideas y doctrinas expuestas en este Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor y al Patrimonio Intelectual de la Universidad de Guayaquil.

DANIEL ALVARADO

José Daniel Alvarado Orellana

CI: 0925983454

Oscar Ibarra

Oscar Arturo Ibarra Encalada

CI: 0920378171

Tribunal de Graduación

Ing. Fausto Cabrera Montes, M.Sc
Decano

Ing. Judith Chalén Medina M.Sc
Tutor

Vocal

Vocal



Universidad de Guayaquil
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas
Escuela de Ingeniería Civil

UNIDAD DE TITULACION
Tel: 2283348

ANEXO 11

Guayaquil, 29 agosto 2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Ing. Juan Chanabá Alcócer, M. Sc, habiendo sido nombrado tutor del trabajo de titulación **CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PILOTO A ESCALA PARA LA DEGRADACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE UN EFLUENTE INDUSTRIAL DE UNA VINÍCOLA**, certifico que el presente, elaborado por **ALVARADO ORELLANA JOSÉ DANIEL**, con C. I. N° 0925983454, e **IBARRA ENCALADA OSCAR ARTURO**, con C. I. 0920378171 del núcleo estructurante **SANITARIA**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, en la Carrera de Ingeniería Civil, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Ing. Juan Chanabá Alcócer, M. Sc
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. N° 0901018978



Universidad de Guayaquil
 Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas
 Escuela de Ingeniería Civil

UNIDAD DE TITULACION
 Telf: 2283348

ANEXO 12

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Nosotros, Alvarado Orellana José Daniel e Ibarra Encalada Oscar Arturo con C.I. N° 0925983454 y C.I. N° 0920378171, certificamos que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es "Construcción de un equipo piloto a escala para la degradación de sólidos en suspensión de un efluente industrial de una vinícola" son de mi absoluta propiedad y responsabilidad y según el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente.

DANIEL ALVARADO
José Alvarado Orellana
 C.I. N°0925983454

Oscar Ibarra Encalada
 C.I. N°0920378171

"CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899-Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de arte y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo I

El Problema

1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Tema	2
1.4 Planteamiento del Problema	3
1.5 Formulación del Problema.....	3
1.6 Limitación del Estudio	3
1.7 Contenido.....	3
1.8 Alcance del Trabajo.....	4
1.9 Objetivos	4
1.9.1 Objetivo General.....	4
1.9.2 Objetivos Específicos.....	4
1,10 Justificación del Problema.....	4
1.11 Hipótesis.....	5

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Contaminación	6
2.2 Contaminación del Agua	6

2.3 Agua Residual	7
2.4 Pre Tratamiento.....	7
2.5 Tratamiento Secundario	8
2.6 Agua Residual Domestica	8
2.7 Agua Residual Industrial.....	10
2.8 Contaminantes	10
2.9 Demanda Química de Oxígeno (DQO)	11
2.10 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).....	11
2.11 Proceso Biológico.....	11
2.11.1 Proceso Aerobio	12
2.11.2 Proceso Anaerobio	12
2.12 Sedimentador	14
2.13 Espesador de Lodos	14
2.14 Oxidación Biológica.....	14
2.15 Químicos Utilizados.....	15
2.15.1 Enzimas	15
2.15.2 Nitritos y Nitratos.....	15
2.15.3 Fosfatos	15
2.15.4 Sulfatos.....	16
2-15.5 Cal	16

2.16 Floculación	16
2.17 Temperatura del Agua.....	17
2.18 Aireación	17
2.19 Lodos Activados	18
2.20 Tratamientos Aerobios	18
2.20.1 Proceso Convencional de Lodos Activados.....	18
2.20.2 Reactor Biológico Secuencial (RBS).....	19
2.21 Industria Vinícola.....	20
2.21.1 Punto de Descarga	21
2.21.2 Tipo de Tratamiento que se realiza al Agua Residual.....	21
2.21.3 Lodos Residuales del Sistema.....	21

Capítulo III

Desarrollo

3.1 Tratamiento Biológico.....	22
3.1.1 Temperatura	22
3.1.2 El pH.....	22
3.2 Construcción del Reactor Biológico a Escala.....	23
3.3 Parámetros de Diseño.....	23
3.3.1 Temperatura del Agua	24
3.3.2 Tiempo de Aireación	24

3.3.3 Fangos Activos	24
3.3.4 Carga Másica.....	25
3.3.5 Carga Volumétrica	25
3.3.6 Caudal Diario	25
3.4 Escala.....	26
3.5 Modelo Adoptado	26
3.6 Dimensionamiento del equipo real.....	27
3.7 Especificaciones del equipo	32
3.7.1 Datos del Reactor Biológico a escala	32
3.7.2 Volumen del Sedimentador.....	33
3.7.3 Materiales utilizados para el Reactor biológico a escala.....	35
3.7.4 Especificaciones de los Equipos Utilizados en el Reactor Biológico a Escala.....	35
3.8 Presupuesto del Reactor Biológico a Escala.....	38
3.9 Puesta en Marcha del Reactor Biológico a Escala.....	38

Capítulo IV

Análisis de Resultados

4.1 Productos Químicos y/o Biológicos Empleados Durante el Tratamiento.....	42
4.2 Especificaciones del Equipo a Escala	43
4.3 Equipos Utilizados para la Obtención de Resultados.....	43

4.4 Prueba de Jarras.....	45
4.5 Caracterización de la Descarga del Agua Tratada.....	48
4.6 Resultados del Agua Clarificada	48
4.7 Interpretación de Resultados.....	49

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones.....	51
Recomendaciones.....	52

Bibliografía

Anexos

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Composición del agua residual	9
Ilustración 2: Proceso de aireación en un reactor biológico	17
Ilustración 3: Esquema del proceso convencional de lodos activados	18
Ilustración 4: Diagrama de Flujo del tratamiento del agua residual	21
Ilustración 5: Esquema de la PTAS	27
Ilustración 6: Vista superior de reactor biológico rectangular	28
Ilustración 7: Corte AA' del reactor biológico rectangular	29
Ilustración 8: Fuerzas cortantes en los muros	30
Ilustración 9: Vista superior del sedimentador	31
Ilustración 10: Corte AA' del sedimentador	32
Ilustración 11: Proyección del tanque del reactor biológico a escala	33
Ilustración 12: Proyección del tanque del sedimentador a escala	34
Ilustración 13: Vista en planta del Reactor Biológico detallado	35
Ilustración 14: Vista del Equipo Reactor biológico.....	37
Ilustración 15: Prueba del pH del efluente.....	39
Ilustración 16: Realizando la prueba de jarra	40
Ilustración 17: Tratamiento Terciario - Sedimentador.....	41
Ilustración 18. Equipo Turbidímetro 2100Q Marca Hach	43
Ilustración 19: Equipo DR2800 Marca Hach.....	44
Ilustración 20: Agua entrada – Agua tratada	46
Ilustración 21: Vista del resultado del agua sedimentada.....	47

Ilustración 22: Agua Clarificada clorada 47

Ilustración 23: Reactor biológico proyectado..... 50

Índice de Tablas

Tabla 1: Tipos de procesos en el tratamiento de agua residual.....	13
Tabla 2: Geometría del reactor biológico rectangular	28
Tabla 3: Datos de los muros	29
Tabla 4: Fuerzas cortantes en los muros.....	30
Tabla 5: Geometría del sedimentador.....	31
Tabla 6: Datos de los muros del sedimentador.....	32
Tabla 7: Materiales utilizados para la construcción del equipo piloto	35
Tabla 8: Datos de bomba sumergible	36
Tabla 9: Datos de difusores	37
Tabla 10: Datos específicos del equipo piloto.....	37
Tabla 11: Presupuesto de construcción del equipo piloto.....	38
Tabla 12: Parámetros a reportar según Actividades para industrias	42
Tabla 13: Análisis del efluente entrada.....	44
Tabla 14: Análisis del agua en tratamiento 1	45
Tabla 15: Análisis del agua en tratamiento 2	45
Tabla 16: Test de jarras	46
Tabla 17: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público	48
Tabla 18: Resultados de laboratorio del agua clarificada	49

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de titulación fue evaluar el equipo y los químicos escogidos para la degradación de los sólidos en suspensión del agua residual de una vinícola, de acuerdo al diseño presentado, el cual consta de un tanque reactor el cual es mantenido con aireación extendida, a la par de un proceso terciario – sedimentador, con un caudal constante.

Se adaptaron diferentes escenarios en cuanto la aeración, obteniendo mejores resultados con la extendida e inyectando diferentes microorganismos en el agua ya que este tipo de efluentes no cuenta con los suficientes para poder degradar la materia orgánica.

A partir de los resultados obtenidos se concluye que el equipo es apto para funcionamiento debido a que cumple con los requisitos de disminución bajos las normas de partes por millón (ppm) por lo cual el proceso que se escogió es el correcto para este tipo de efluentes.

PALABRAS CLAVE: DEGRADACIÓN - SÓLIDOS SUSPENDIDOS – ENZIMAS – AERACIÓN - REACTOR BIOLÓGICO

ABSTRACT

The objective of this titration work was to evaluate the equipment and chemicals chosen for the degradation of the suspended solids of the residual water of a winemaking, according to the design presented which consist in a reactor tank which is controlled with extended aeration, along with a tertiary-settler process, with a constant flow.

Different situations were adapted in terms of aeration, obtaining better results with the extension and injecting different microorganisms in the water since this type of effluent does not have the limited ones to be able to degrade the organic matter.

From the results obtained, it is concluded that the equipment is suitable for operation because it complies with the requirements for lowering the norms of parts per million (ppm) so that the process chosen is correct for this type of effluents.

KEY WORDS: ENZYMES - SUSPENDED SOLIDOS - DEGRADATION,
AERATION - BIOLOGICAL REACTOR

Capítulo I

El Problema

1.1 Introducción

La Ingeniería Civil es la rama de la ingeniería que se dedica al diseño, estudio, construcción, rehabilitación estructuras las cuales podrían ser casas, edificios, puentes, carreteras, represas, hidroeléctricas, puertos, aeropuertos, vías de ferrocarriles, sistemas de agua potable, sistemas de alcantarillado tanto sea como pluvial, doméstico o industrial.

La Ingeniería Sanitaria se dedica principalmente al abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas servidas ya sean domésticas, o industriales. Nuestro enfoque principal se enfoca en los efluentes industriales.

A nivel mundial las industrias están regidas por normas medioambientales y nuestra ciudad no esta exenta esta reglamentación referente a descarga de efluentes, debido a esta agua residual industrial necesita tener un tratamiento adecuado para poder llegar a los límites permisibles de descarga exigidos.

La industria vinícola es una de las actividades de mayor carga orgánica su efluente industrial está considerada de mediana carga debido su alto contenido de demanda química de oxígeno, y los solidos suspendidos totales por lo que requiere un tratamiento para eliminar esta carga.

1.2 Antecedentes

El agua es el mayor recurso y el cual es vital para la supervivencia humana, el mismo que se ha llevado a incrementar su uso ya que comercial e industrialmente ha ido progresando día a día. En las industrias luego de que el agua se utilice en el proceso de fabricación del producto, esta se convierte en agua residual debido al uso que se tiene, la misma que al no llevar un tratamiento adecuado producirá contaminación en la fuente hídrica receptora que en nuestro caso sería el alcantarillado.

El proceso productivo de la compañía vinícola inicia con la recepción de materia prima, seguido de la fermentación la cual se produce por la acción metabólica de levaduras que transforman los azúcares del fruto en etanol y gas, luego pasa a los filtros, una vez filtrada se envía hasta el tanque pulmón y de este para ser envasado.

Debido al uso del agua en esta industria se genera agua residual la cual contiene sólidos en suspensión, los mismos que no pueden llegar en la cantidad que este tipo de efluentes contiene hacia el alcantarillado en donde se la descarga, por lo que se debe realizar un tratamiento el cual debe cumplir con normas regidas para la descarga de agua al alcantarillado público.

1.3 Tema

Construcción de un equipo piloto a escala para la degradación de sólidos en suspensión de un efluente industrial de una vinícola.

1.4 Planteamiento del Problema

Las industrias vinícolas generan aguas residuales con una carga de sólidos en suspensión debido al proceso que conlleva la producción de vino, por lo que estos deben de ser degradados para su descarga al alcantarillado cumpliendo límites permisibles de los contaminantes.

1.5 Formulación del Problema

Consideramos que es de suma importancia elaborar un equipo piloto para realizar la experimentación de la degradación de los sólidos en suspensión para conocer así los resultados obtenidos de este equipo a escala.

1.6 Limitación del Estudio

Este estudio se lo realizará con aguas residuales industriales de una vinícola ubicada en el km 4 de la vía Daule. En el transcurso del periodo de realización del trabajo de titulación se realizó la construcción del equipo piloto para la degradación de los sólidos suspendidos.

1.7 Contenido

Este trabajo tiene en cuenta lo relacionado con el análisis y evaluación de los procesos pertinentes realizados en el manejo de aguas residuales, con la construcción del equipo piloto se podrá obtener tiempos de residencia y dosificación de químicos para el caudal obtenido, y así obtener una descarga óptima el cual sería hacia el alcantarillado.

1.8 Alcance del Trabajo

El trabajo se sustentará en el análisis de las aguas residuales de la industria vinícola producto del proceso de producción de vinos. La construcción y diseño del equipo ayudara a la degradación de los solidos obteniendo datos precisos.

1.9 Objetivos

1.9.1 Objetivo General.

- Construir un equipo piloto a escala mediante la identificación de los contaminantes presentes en el agua residual para obtener la cantidad de degradación de sólidos en suspensión.

1.9.2 Objetivos Específicos.

- Evaluar los tipos de contaminantes presentes en el agua residual para conocer que tipo de equipo se procederá a utilizar.
- Dimensionar un equipo piloto a escala mediante el tipo de aeración y los tiempos de residencia
- Determinar que tipos de sustancias químicas con su dosificación óptima para el tratamiento del agua residual.

1.10 Justificación del Problema

Las industrias utilizan diferentes tratamientos de aguas residuales dependiendo del tipo de efluente que posean y de la carga contaminante. En este caso utilizaremos un tratamiento biológico el cual es uno de los más utilizados para este tipo de aguas residuales. Mediante la construcción y el diseño del equipo a escala

se podrá experimentar y obtener resultados de la cantidad de remoción de los sólidos en suspensión.

1.11 Hipótesis

El equipo piloto a escala nos ayudará a conocer la cantidad de sólidos en suspensión eliminados los cuales se encuentran presentes en las aguas residuales de una industria vinícola, este equipo consistirá en un tratamiento biológico el cual es el idóneo para este tipo de efluente.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Contaminación

La contaminación ha sido un problema que se ha venido intensificando durante el paso del tiempo y el cual se ha buscado varias maneras de mitigar el mismo. El Ministerio de Ambiente y Agua (2015) define a la misma como:

La presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes o la combinación de ellos, en concentraciones tales y con un tiempo de permanencia tal, que causen en estas condiciones negativas para la vida humana, la salud y el bienestar del hombre, la flora, la fauna, los ecosistemas o que produzcan en el hábitat de los seres vivos, el aire, el agua, los suelos, los paisajes o los recursos naturales en general, un deterioro importante. p. 4.

2.2 Contaminación del Agua

La contaminación del agua es "la acción o el efecto de introducir algún material o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales" (Ibañez, 2012, p.16).

Por otro lado Chango (2017) indica que la acción de contaminar este líquido vital resulta en una alteración a los seres vivos. El ser humano para reemplazar y luchar contra este problema ha establecido como solución el agua envasada; el lado negativo de esta solución son las grandes cantidades de desechos que resultan de la misma y también el desperdicio de recursos.

2.3 Agua Residual

Se entiende como agua residual a las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original (Bermeo & Salazar, 2013)

Es importante dar a conocer que el agua residual empieza a pasar por el tratamiento primario. Luego por el secundario y finaliza con el tratamiento terciario. Es fundamental conocer el siguiente aspecto de diseño: los procesos que se seleccionaran para tratar el agua residual de una determinada localización o industrias e ponderan en base a la capacidad de reducción de agentes contaminando de cada proceso específico. No hay que construir todos los procesos de tratamiento en una planta, sino aquellos que eliminen los contaminantes requeridos para la localidad o industria.

2.4 Pre Tratamiento

Todos los materiales que llegan a la alcantarilla y de esta a la planta de tratamientos de aguas residuales, si no son eliminados eficazmente, pueden producir serias averías en los equipos. Las piedras, arena, latas, etc. Producen un gran desgaste de las tuberías y de la conducción, así como de las bombas.

A la planta también llegan aceites y grasas de todo tipo, si estas grasas y aceites no son eliminados en el pre tratamiento, hace que nuestro tratamiento biológico se

ralentice y el rendimiento de dicho tratamiento decaiga, obteniendo un efluente de baja calidad.

2.5 Tratamiento Secundario

Los tratamientos son realizados mediante un proceso biológico, para optimizar la descomposición de la carga orgánica en periodos de tiempo reducidos (Sierra & Vivas , 2005). Por lo consiguiente los mismos constituyen una serie de importantes procesos de tratamiento que tienen en común la utilización de microorganismos (entre las que destacan las bacterias) para llevar acabo la eliminación de componentes indeseables del agua, aprovechando la actividad metabólica de los mismos sobre esos componentes. La aplicación tradicional consiste en la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto soluble como coloidal, así como la eliminación de compuestos que contienen elementos nutrientes. Es uno de los tratamientos más habituales, no solo en el caso de aguas residuales urbanas, si no en buena parte de las aguas industriales.

2.6 Agua Residual Domestica

Según (Rojas, 2002)

La composición de las aguas residuales es muy variable en razón de los diversos factores que lo afectan. Entre estos se tiene el consumo promedio de agua por habitante y por día que afecta su concentración (cantidad) y los hábitos alimenticios de la población que caracteriza su composición química (calidad). p. 5.

En líneas generales, se considera que la composición de los residuos secos de las aguas residuales en sus diversos constituyentes tienen los siguientes porcentajes:

- Mineral 50%, materia orgánica 50%,
- Residuos sedimentables 20%, residuos no sedimentable 80%
- Residuos orgánicos sedimentable 67%, mineral 33%
- Residuos orgánicos no sedimentables 50%, mineral 50%

Constituyente	Concentración mg/l		
	Alto	Medio	Bajo
Sólidos totales	1200	700	350
Disuelto	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
En suspensión	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Sólidos sedimentables ml/l-h	20	10	5
DBO (5 días, 20°C)	300	200	100
DQO	570	380	190
Nitrógeno total (como N)	85	40	20
Orgánico (como N)	35	15	8
Amoniacal (como N)	50	25	12
Fósforo total (como P)	20	10	6
Cloruros (Cl)	100	50	30
Alcalinidad (como CaCO ₃)	200	100	50
Grasas	150	100	50
Calcio (como Ca)	110	50	10
Magnesio (como Mg)	10	9	8
Sodio (como Na)	100	50	23

Ilustración 1: Composición del agua residual

Fuente: (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria, 2010)

2.7 Agua Residual Industrial

El agua residual industrial resulta de distintas aplicaciones tales como, limpieza de tanques industriales, materia prima, vapor de agua, disolvente, envasado, entre otros. Luego de uso esta regresa a la naturaleza provocando grandes daños si no es tratada. En los últimos años la calidad de la misma se ha visto deteriorada y como resultado afecta al medio ambiente acuático debido a su gran contenido de metales pesados, materia orgánica y sustancias químicas (Ibañez, 2012).

Otro punto de vista expuesto por Freire, (2012) (Freire, 2012)

El adecuado tratamiento de aguas residuales industriales y su posterior reutilización para múltiples usos contribuye a un consumo sostenible del agua y a la regeneración del dominio público hidráulico y marítimo y de sus ecosistemas. Sin olvidar que el agua de calidad es una materia crítica para la industria. p. 4.

2.8 Contaminantes

Según Gil et al (2013) los contaminantes son “compuestos de distinto origen y naturaleza química, cuya presencia en el medioambiente, o las posibles consecuencias de la misma, han pasado en gran medida inadvertidas, causando problemas ambientales y de riesgo para la salud.” p. 53.

Dichos compuestos están esparcidos en el ambiente, e incluso se los ha encontrado en diversas fuentes de abastecimiento de agua así como aguas subterráneas y también en agua potable. Son compuestos de los que no se tiene mucha información acerca de su tratamiento e impacto al medio ambiente; en la

mayor parte de los casos son contaminantes los cuales no tiene regulación, pero que podrían tenerla en un futuro, basándose en las investigaciones sobre sus efectos en la salud. Algunos de los principales contaminantes son productos farmacéuticos, pesticidas, fungicidas, drogas, artículos de aseo personal como jabón, detergentes entre otros (Gil et al, 2013).

2.9 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Según lo definen Osorio & Peña (2002) el DQO “es la demanda química de oxígeno, corresponde a la cantidad de oxígeno requerida para oxidar completamente por medios químicos los compuestos orgánicos a CO₂ y H₂O.” p. 6.

También es de suma importancia conocer sobre el análisis del DQO, el mismo que se define como “una prueba ampliamente usada en laboratorios ambientales. Sus residuos son considerados como peligrosos debido al alto contenido de iones de Cr, Ag y Hg.” (Mañunga et al, 2010, p.87).

2.10 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno o también conocida como DBO, se define como “la cantidad de oxígeno usado por los microorganismos no fotosintéticos a una temperatura de 20°C, para metabolizar los compuestos orgánicos degradables biológicamente.” (Osorio & Peña, 2002, p.8.)

2.11 Proceso Biológico

Un proceso biológico consiste en usar bacterias para separar la materia orgánica de las aguas residuales, esto mediante un proceso llamado coagulación

y precipitación de sólidos suspendidos y no sedimentables. El trabajo de estos microorganismos es la eliminación parcial de materia orgánica. Y esto se consigue por la acción y variedad de microorganismos que están presentes en el efluente (Villacis, 2011).

2.11.1 Proceso Aerobio.

En el proceso aerobio se utilizan microorganismos los mismos que necesitan de oxígeno para que estos puedan degradar la materia orgánica disuelta en un tanque. A esta se le suministra una fuente de alimento y se transforman en biomasa, dióxido de carbono de carbono y agua. Los microorganismos aerobios necesitan oxígeno para trabajar los que podrían tener una fuente externa la cual le provea oxígeno (Reyes , 2009)

2.11.2 Proceso Anaerobio.

El proceso anaeróbico es en el cual se emplean microorganismos que descomponen la materia orgánica pero a diferencia del aerobio este lo realiza sin presencia de oxígeno. Este tratamiento se lo utiliza para aguas residuales con elevada carga orgánica ya que genera diversos gases entre los que se tienen el dióxido de carbono y metano los cuales son los más abundantes pero esto depende del efluente que vaya a ser degradado, el tratamiento anaerobio es una alternativa mucho más costosa a comparación a la aerobia la cual tiene un costo más elevado (Reyes , 2009)

2.11.3 Tratamientos Facultativos.

Las lagunas facultativas tienen como tratamiento la retención de las aguas residuales durante un tiempo de retención bastante alto el cual tiene como objetivo la remoción de materia orgánica mediante procesos naturales de estabilización. Tiene beneficios tales como que esta tiene un costo bastante bajo pero a su vez debido a su alto tiempo de retención no puede tener un caudal alto por lo que eso es una desventaja notable (Sanchez & Matsumoto, 2012).

Tabla 1: Tipos de procesos en el tratamiento de agua residual

Tratamientos	Características
Anaerobios	<ul style="list-style-type: none"> • Bacterias que trabajan sin oxígeno. • Se usan bacterias heterótrofas. • Este tratamiento produce biogás, que están formada por metano y dióxido de carbono
Aerobios	<ul style="list-style-type: none"> • Se usa bacterias que necesiten oxígeno para degradar materia orgánica. • Se usan procesos catabólicos que actúan como oxidantes de la materia orgánica y normalmente están presentes en aguas residuales. • La mayor de su DQO de la materia orgánica se convierten en lodo, que requiere ser estabilizado.
Facultativo	<ul style="list-style-type: none"> • Se usan bacterias anaeróbicas como aeróbicas. • Consiste de dos partes: La primera es un tratamiento aerobio, y la otra se usa bacterias de procesos aeróbicos.

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

2.12 Sedimentador

Se entiende como sedimentador a “la unidad que recibe el agua proveniente del Estanque de Aireación, permite la separación líquido-sólido de este flujo, además del espesamiento de los lodos en su interior.” (Contreras, 2010, p.14).

Según (Sierra & Vivas, 2005) el objetivo del sedimentador es “la remoción de los sólidos suspendidos y DBO en las aguas residuales, mediante proceso físico de asentamiento. Estos tanques pueden ser rectangulares o circulares. Las partículas que aquí se sedimentan son de tipo orgánico y el proceso es de tipo floculento.” p.52

El agua clarificada en el mismo es bombeada hacia otro estanque la cual puede ser filtrada y clorada, en cuanto a los lodos sedimentados pueden ser recirculados hacia el estanque de aireación o enviados a un lecho de secado.

2.13 Espesador de Lodos

El espesador de lodos es el equipo el cual se encarga de “la deshidratación previa de los lodos, retirando la mayor cantidad de agua de estos para trasladarlos posteriormente al recolector de lodos junto a la unidad DAF y ser deshidratados en el D-canter.” (Díaz & Solarte, 2017, p.77).

2.14 Oxidación Biológica

La oxidación biológica se entiende como “la eliminación de contaminantes oxidables, compuestos orgánicos parcialmente oxidados o compuestos minerales reducidos.”. (Thalasso & Pineda, 2002, p.327). En concreto es la conversión de

dichos elementos de orgánico a inorgánico los cuales tiene una alta concentración de oxidación.

2.15 Químicos utilizados

2.15.1 Enzimas.

Las enzimas son un “catalizador biológico, básicamente las enzimas aceleran la transformación de un compuesto orgánico en otro, un ejemplo claro es el de la enzima diastasa hidroliza de forma mucho más rápida el almidón que el ácido sulfúrico.” (Albán, Tumbaco, 2018, p.23).

2.15.2 Nitritos y Nitratos.

Los nitratos y nitritos son definidos por Anton y Lizaso (2001) como compuestos iónicos que se encuentran en la naturaleza, formando parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato (NO_3^-) es la forma estable de las estructuras oxidadas del nitrógeno, y a pesar de su baja reactividad química puede ser reducido por acción microbiológica. El nitrito (NO_2^-), es oxidado con facilidad por procesos químicos o biológicos a nitrato, o bien reducido originando diversos compuestos. p.1

2.15.3 Fosfatos.

La Real Academia Española (2019) conceptualiza al fosfato como “sal o éster del ácido fosfórico.”

Este es uno de los metales pesados presentes en las aguas residuales el cual necesita ser eliminado por medio de precipitación (Morillo, 2012)

2.15.4 Sulfatos.

Según la Real Academia Española (2019) define al sulfato como “sal mineral u orgánica del ácido sulfúrico.”

Se encuentra en gran proporción distribuido por todo el ambiente. Su presencia en aguas residuales puede tener concentraciones bajas en las cuales se la elimina mediante sales de bario (Morillo, 2012)

2.15.5 Cal.

La cal se la utiliza para mantener equilibrada la alcalinidad del agua debido a que en los tratamientos biológicos este debe de estar en el rango de pH entre 6 y 8, pero teniendo un valor ideal de 7 en el pH. Aunque las normas de vertimiento por lo general nos indican que el rango del pH podría encontrarse entre 5 y 9 (Morillo , 2012).

2.16 Floculación

Según Lorenzo–Acosta (2006) el proceso de floculación se da debido a

La formación de los flóculos es consecuencia de la agrupación de las partículas descargadas al ponerse en contacto unas con otras. Puede ser causada por la colisión entre las partículas, debido a que cuando se acercan lo suficiente las superficies sólidas, las fuerzas de Van der Waals predominan sobre las fuerzas de repulsión, por la repulsión, por la reducción de la carga eléctrica que trae como consecuencia la disminución de la repulsión eléctrica. p.12

En otras palabras este proceso se refiere a la agrupación de los solidos suspendidos debido al adiconamiento de un agente externo.

2.17 Temperatura del Agua

Las altas temperaturas podrían tener un efecto negativo en cuanto a la eficiencia de la degradación de la materia orgánica; el cual se intensifica mucho si se tiene un sistema de aireación (usado para brindar oxígeno en el reactor biológico) el cual aumenta sustancialmente la temperatura en el agua debido a que se utilizan difusores, en los que la compresión del aire provoca que la temperatura del aire que sale de estos se incremente aumentando así la temperatura en el reactor (Martínez, 2005).

2.18 Aireación

El tanque de aireación es el equipo presente en el reactor debido a que es el que brinda el oxígeno necesario para la degradación. Debe de tener un tamaño adecuado para inyectar el oxígeno suficiente, por lo general entre 0.5 a 24 horas, dependiendo del tipo de proceso provisto (Dautan, et al, 1998).

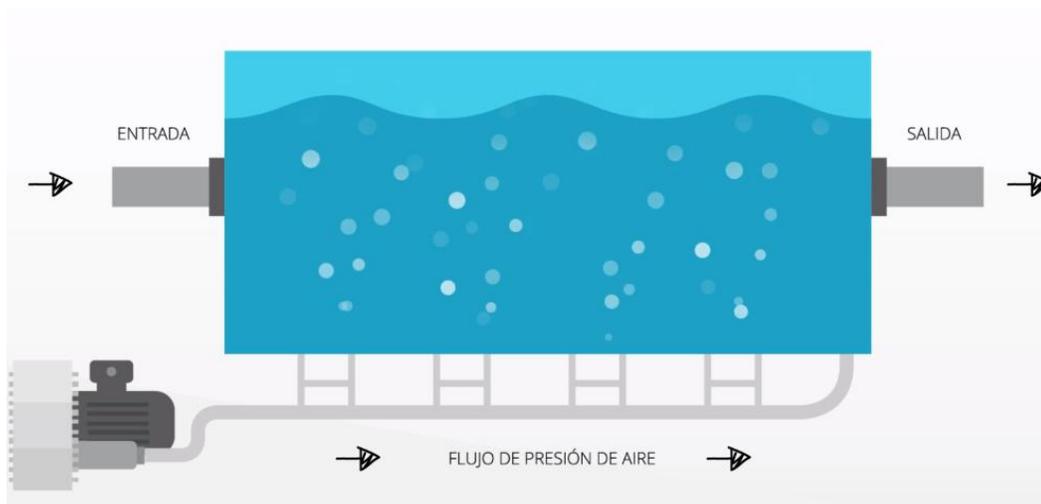


Ilustración 2: Proceso de aireación en un reactor biológico
Fuente: (Airvac Technology, 2019)

2.19 Lodos Activados

Según (Méndez et al, 2004), los lodos activados se definen como

Un sistema de mezcla completa. Su nombre proviene de la producción de una masa activada de microorganismos capaz de estabilizar un residuo en medio aerobio. Este método está provisto de un sistema de recirculación y eliminación de lodos. p.75

También se lo podría conceptualizar como una mezcla producida en un reactor en donde se encuentran microorganismos que ayudan a la descomposición de la materia orgánica.

2.20 Tratamientos Aerobios

2.20.1 Proceso Convencional de Lodos Activados.

El proceso convencional de lodos activados es considerado uno de los más utilizados ya que su caracterización operativa tiene dos unidades para el control del tratamiento. Tiene como prioridad que las aguas residuales se mezclen con bacterias para realizar, en forma de suspensión de flóculos (Ramos, 2017).

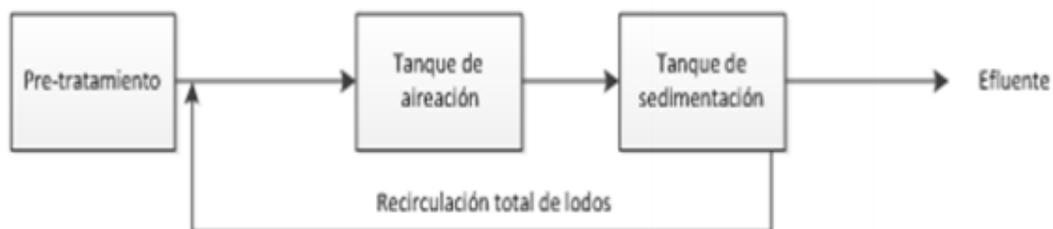


Ilustración 3: Esquema del proceso convencional de lodos activados
Fuente: (Fundación Universidad de América, 2005)

2.20.2 Reactor Biológico Secuencial (RBS).

El RBS surge como una alternativa a diferentes sistemas de tipo continuo en donde todas las fases se realizan en un mismo tanque, descartando así la necesidad de construcción o utilización de decantadores o sistema de recirculación de lodos (Cárdenas et al, 2012).

2.20.2 Ventajas y Beneficios de Reactores Biológicos (RBS).

- Bajo requerimiento de espacio, debido a que se requiere un solo tanque para realizar todo el proceso.
- Menor coste que los sistemas convencionales de tratamiento biológico, como consecuencia de la menor necesidad de terreno y de la simplicidad de los equipos.
- Mejor control del crecimiento de organismos filamentosos y de problemas de decantación.
- Permite eliminación de nutrientes. Los sistemas SBR pueden ser utilizados para realizar un proceso completo de nitrificación – desnitrificación, así como para la eliminación de fósforo. Estos dos parámetros son los que suelen dar más problemas cuando se trabaja con tecnologías convencionales.
- Menor tiempo de control requerido.
- Gran flexibilidad de funcionamiento en función de la duración de los ciclos y del modo de operar.
- Fácil reconocimiento y corrección de los problemas de decantación.

- Versatilidad para trabajar con fluctuaciones de caudal y de concentración de materia orgánica.
- Capacidad para la adaptación de los microorganismos a efluentes con elevado contenido en sales.

De esta forma quedan expuestas las ventajas y beneficios de los RBS (Angulo, López & Reyes, 2010, p 64)

2.21 Industria Vinícola

La generación de aguas residuales proviene de dos áreas las cuales son: el área de fermentación debido al lavado de los tanques y en el área de envasado se generan residuos de la bebida y por el lavado de mesas con detergentes biodegradables y los principales materiales contaminantes que contiene el agua residual.

El agua cruda llega a la cisterna de equalización donde se almacena y neutraliza a un pH de 7 para iniciar el tratamiento Secundario biológico de aireación extendida y adicionando un catalizador Bioenzymar, el tiempo de residencia es de 3 a 5 días, una vez degradada la materia orgánica se realiza un tratamiento terciario de precipitación química de Coagulación - Floculación, sedimentación en donde adicionamos una solución de hipoclorito de sodio, de este al clarificador en el que se realiza una cloración y por último el agua tratada es bombeada al canal de descarga. Los lodos que se generan en el proceso son enviados al lecho de secado los cuales son analizados mediante el CRETIB y como disposición final al Gestor.

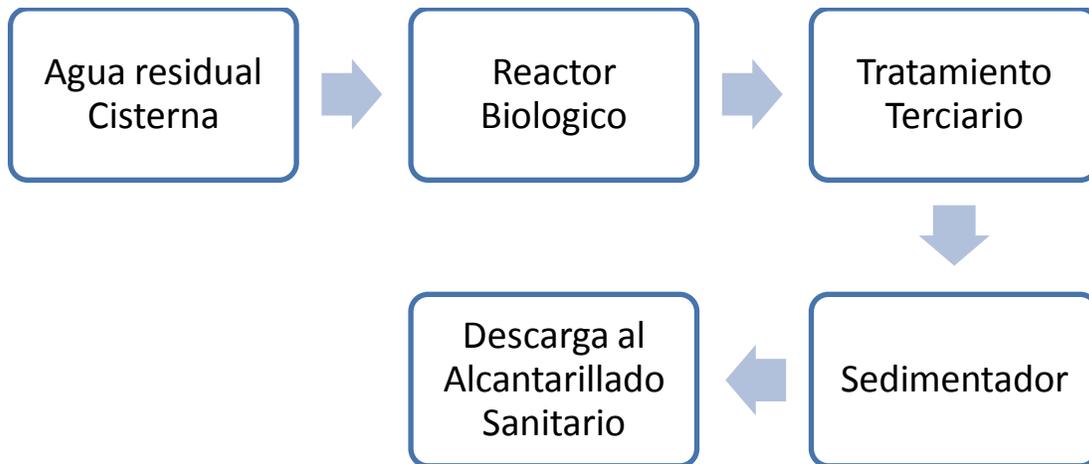


Ilustración 4: Diagrama de Flujo del tratamiento del agua residual

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

2.21.1 Punto de Descarga.

El agua tratada pasa por el vertedero para la toma de muestras que realizan los laboratorios acreditados y las entidades de control.

2.21.2 Tipo de Tratamiento que se realiza al Agua Residual.

El tratamiento realizado al agua residual industrial es Biológico Aerobio + Terciario, que es adecuado para su tratamiento.

2.21.3 Lodos Residuales del Sistema.

La vinícola realiza tratamiento del lodo mediante lechos de secado, los cuales luego son recogidos por el organismo pertinente.

Capítulo III

Desarrollo

3.1 Tratamiento Biológico

La mayoría de las partículas que están presentes en el agua residual son muy inestables y suelen descomponerse de manera rápida, por lo que muchos de estos tienen lugar en la depuración del agua residual que están ligados a procesos biológicos.

Este proceso tiene como objetivo realizar la remoción estabilización o transformación de la materia orgánica en el agua como sólidos no sedimentables, en este caso presente en el efluente industrial de la vinícola, en donde se aprovecha para remover sustancias orgánicas biodegradables, coloidales o disueltas.

En este tratamiento debemos de tener dos aspectos en cuenta los cuales son:

3.1.1 Temperatura.

El tratamiento biológico se desenvuelve de forma correcta entre 12 °C y 38 °C de temperatura (zona mesofila).

3.1.2 El pH

El agua presente en el reactor debe de tener un pH entre 6 y 8, teniendo en cuenta que el ideal es 7 para que se pueda realizar de manera correcta el proceso.

3.2 Construcción del Reactor Biológico a Escala

El proceso para construir nuestro reactor biológico realizamos el siguiente proceso:

- Se realizó una visita a un reactor biológico a una vinícola del cantón Guayaquil
- Luego notamos el proceso que se realiza en el reactor biológico.
- Una vez conociendo estos datos procedimos a hacer el proceso para escalarlo y poder diseñar nuestro equipo a escala.
- Para esto procedimos a realizar el diseño del equipo a escala bajo ciertos estándares.
- Luego una vez ya diseñado el reactor biológico lo llevamos al hecho realizándolo con vidrio que es un material transparente lo cual nos ayuda a visualizar los cambios presentes y mantener controlado el reactor.
- Ya teniendo el equipo a escala primero se hizo una prueba en blanco para notar el funcionamiento del equipo.
- Una vez ya con el equipo sujeto a prueba se realizó la puesta en marcha del equipo.

3.3 Parámetros de Diseño

Uno de los puntos importantes es la concentración de Fangos activados (MLSS) en un reactor esto se refiere a la cantidad de sólidos en suspensión existentes en el reactor por unidad de volumen (agua residual + fango + aire).

MLSS= sólidos en suspensión en el líquido mezclado del reactor.

Por otro lado también tenemos dos parámetros básicos los cuales son la tasa superficial y la carga de sólidos, así como también el área requerida para que en el sedimentador pueda resultar la clarificación del agua y el espesamiento de lodos adecuados. Teniendo así como ecuación de la tasa superficial a:

$$TS = \frac{Q}{A}$$

3.3.1 Temperatura del Agua.

La temperatura del agua influye sobre velocidad del desarrollo en las bacterias para que puedan realizar de manera óptima la degradación de la materia orgánica esto quiere decir que a mayor temperatura mayor multiplicación, pero el oxígeno disuelto es menor, luego exige mayor aireación.

Por lo que al nosotros encontrarnos en un área donde la temperatura es elevada se sugiere mantener la planta cubierta para que el agua no aumente en su temperatura.

3.3.2 Tiempo de Aireación.

El tiempo, durante el cual se proporciona la cantidad de oxígeno, para que se produzca la depuración.

3.3.3 Fangos Activos.

El reactor biológico en donde se mantienen los microorganismos y los floculas en suspensión, sirve para dichos microorganismos lleve a cabo su acción metabólica, lográndose la floculación de las partículas en suspensión.

Una vez alcanzada una floculación adecuada, las aguas con los flóculos pasan al decantador donde se realiza una separación sólida – líquido.

3.3.4 Carga Másica.

Es la relación entre los kg de DBO₅ introducidos por día en el agua mezclada, y los kg de sólidos en suspensión que se encuentran en el reactor biológico. Este parámetro es en si la relación entre la cantidad de alimento que entra cada día con respecto al contenido de microorganismos en el reactor.

$$C_m = \frac{\text{kg de DBO}_5/\text{día}}{\text{kg de MLSS}}$$

3.3.5 Carga Volumétrica.

Esto nos da a conocer los kg de DBO₅ introducidos por día y por m³ al tanque de mezcla.

$$C_v = \frac{\text{kg de DBO}_5/\text{día}}{\text{m}^3 \text{ de agua}}$$

Es decir, son los kg de DBO₅ por día que puede ser tratado dependiendo del volumen del reactor.

3.3.6 Caudal Diario.

Para el ingreso del agua residual de la vinícola, contamos con un reactor biológico a escala con capacidad de 8lts. En el cual se procederá ingresar dicha agua a través de una bomba hacia el equipo ya mencionado en el cual se mantendrá dicha agua un tiempo determinado para realizar el tratamiento biológico necesario y la dosificación de productos químicos a usar.

$$V = 8 \text{ lts}$$

$$t = 0.5 \text{ horas}$$

$$Q = \frac{v}{t}$$

$$Q = \frac{8}{0.5} = 4 \text{ l/h}$$

Caudal obtenido para el tratamiento 4 l/h o 0.04 m³/h

3.4 Escala

Utilizamos una escala 1:25 con respecto a un reactor de tamaño original por lo cual tenemos los siguientes cálculos de dimensionamiento de reactor.

3.5 Modelo Adoptado

De acuerdo a los requerimientos del caudal y teniendo en cuenta la cantidad de carga orgánica se eligió un esquema de tratamiento que consta de un reactor biológico el cual funciona a la par con sedimentador secundario, el cual es el tratamiento que hemos considerado el adecuado de acuerdo a las investigaciones realizadas. Teniendo en cuenta que el sedimentador incluye un esquema de evacuación de lodos, los cuales se llevaran a un lecho de secado (el cual no tomaremos en cuenta en el diseño).

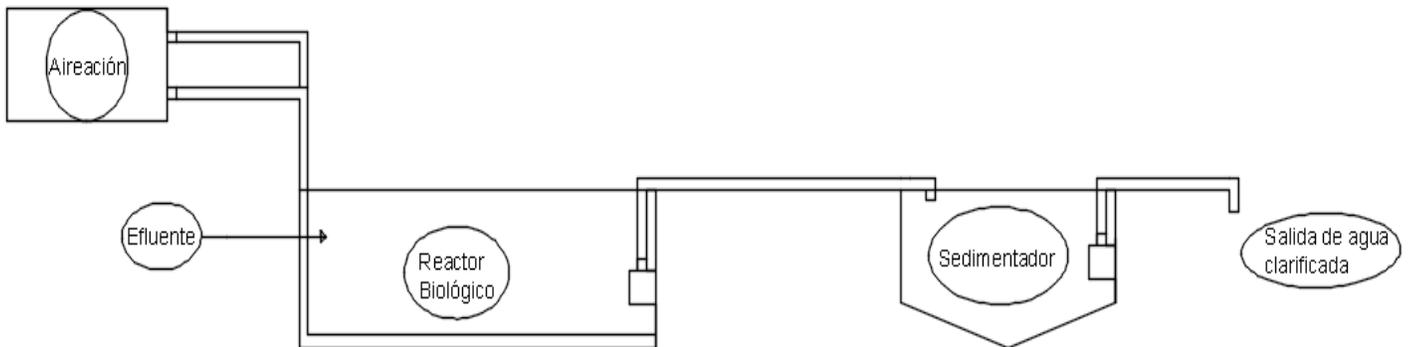


Ilustración 5: Esquema de la PTAS

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

3.6 Dimensionamiento del Equipo Real

Datos a tomar en cuenta para el diseño del tanque del Reactor Biológico

- Aceleración horizontal A_{hi}
- Presión hidrodinámica impulsiva P_i
- Presión hidrodinámica convectiva P_c
- Presión de los muros P_w
- Aceleración vertical A_{vi}
- Presión vertical P_{yv}
- Cargas hidrostáticas

3.6.1 Dimensionamiento del Reactor Biológico.

Tabla 2: Geometría del reactor biológico rectangular

Geometría del reactor biológico		
Largo	9,00 m	
Ancho	4,00 m	
Altura de Muro	3,00 m	
Borde Libre	0,50 m	
Relación Largo/Altura de agua ($1 \leq X \leq 3$)	3,00	Ok
Relación Ancho/Altura de agua ($0.5 \leq X \leq 3$)	1,33	Ok
Volumen	90m ³	

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

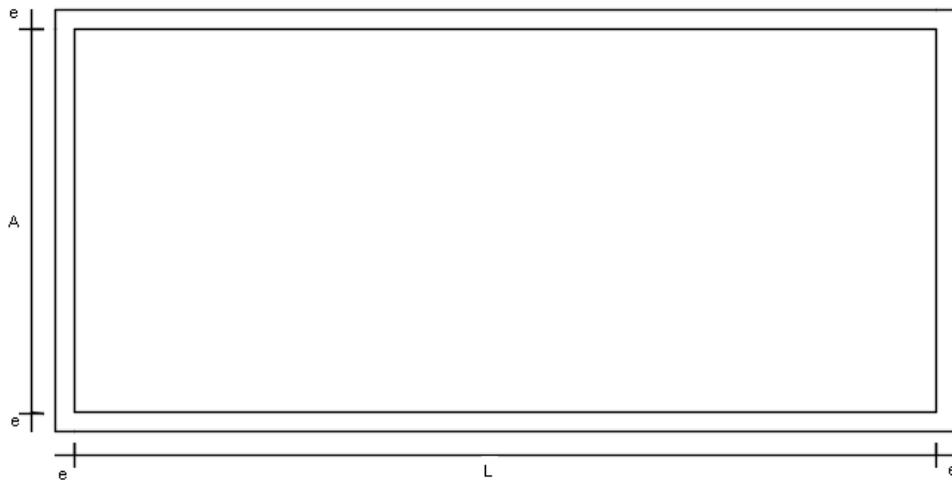


Ilustración 6: Vista superior de reactor biológico rectangular

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

Tabla 3: Datos de los muros

Datos de los muros	
Resistencia a la compresión (f'_c)	280 kg/cm ²
Peso específico del concreto (γ_c)	2400 kg/m ³
Esfuerzo de fluencia del acero (f_y)	4200 kg/cm ²
Espesor	20 cm

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

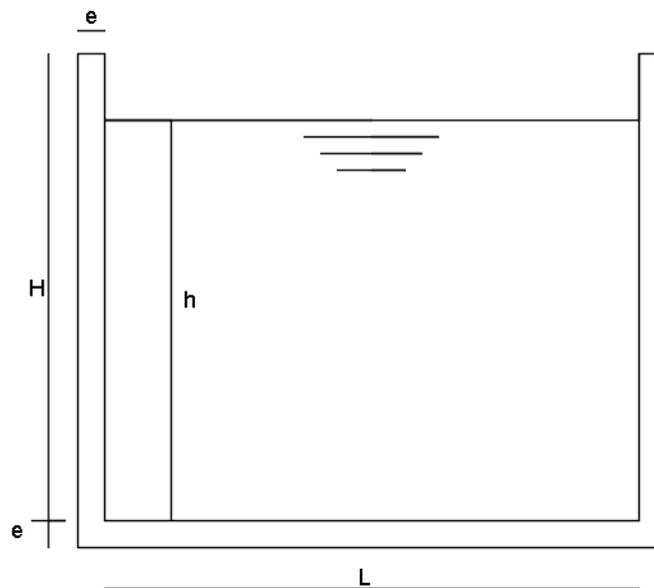


Ilustración 7: Corte AA' del reactor biológico rectangular

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

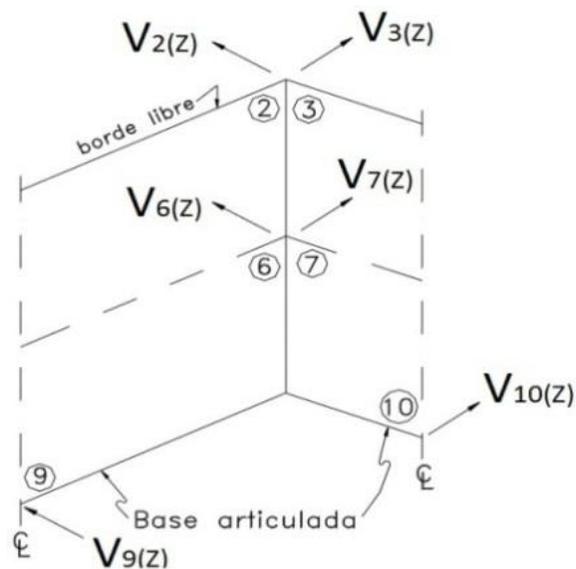
Tabla 4: Fuerzas cortantes en los muros

FUERZAS CORTANTES	
Tablero largo: borde superior de la esquina lateral $V_2(z)$	1,485 Ton
Tablero corto: borde superior de la esquina lateral $V_3(z)$	0,090 Ton
Tablero largo: punto central de la esquina lateral $V_6(z)$	3,654 Ton
Tablero corto: punto central de la esquina lateral $V_7(z)$	3,375 Ton
Tablero largo: punto central del borde inferior $V_9(z)$	4,050 Ton
Tablero corto: punto central del borde inferior $V_{10}(z)$	3,420 Ton

Elaborado por:

Alvarado José &

Ibarra Oscar

**Ilustración 8:** Fuerzas cortantes en los muros

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

3.6.2 Dimensionamiento del Sedimentador.

A continuación se muestra el diseño del sedimentador:

Tabla 5: Geometría del sedimentador

GEOMETRIA DEL SEDIMENTADOR	
AREA RECTANGULAR DEL SEDIMENTADOR	
Largo	6,00 m
Ancho	4,00 m
Altura de Muro	3,00 m
Borde Libre	0,50 m
AREA TRIANGULAR DEL SEDIMENTADOR	
Largo	6,00 m
Ancho	4,00 m
Altura	1,00 m

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

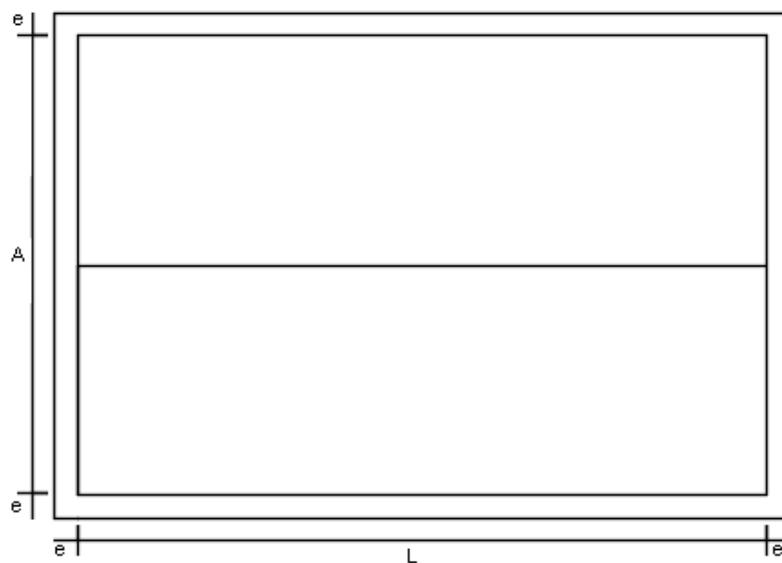


Ilustración 9: Vista superior del sedimentador

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

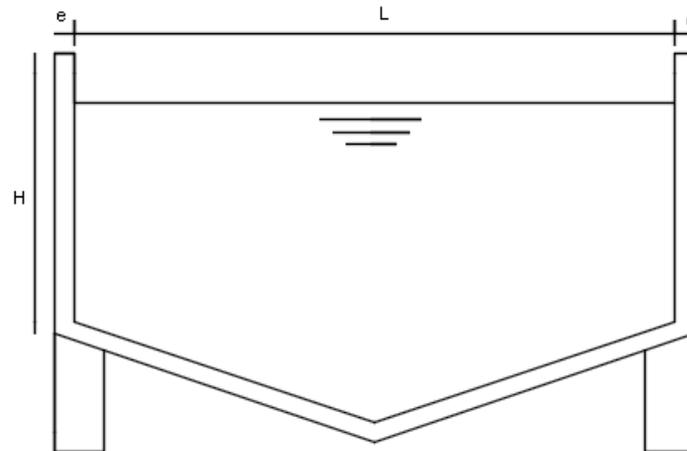


Ilustración 10: Corte AA' del sedimentador

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

Tabla 6: Datos de los muros del sedimentador

DATOS DE LOS MUROS	
Resistencia a la compresión ($f'c$)	280 kg/cm ²
Peso específico del concreto (γ_c)	2400 kg/m ³
Esfuerzo de fluencia del acero (f_y)	4200 kg/cm ²

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

3.7 Especificaciones del Equipo

3.7.1 Datos del Reactor Biológico a Escala.

Utilizamos un área rectangular para el reactor y conociendo que este debe tener una altura de 3m a escala real para que los aireadores puedan obtener una

reacción óptima sobre el agua ya que esa es la altura máxima que los mismos actúan con normalidad, por lo que procedimos a realizar el siguiente cálculo:

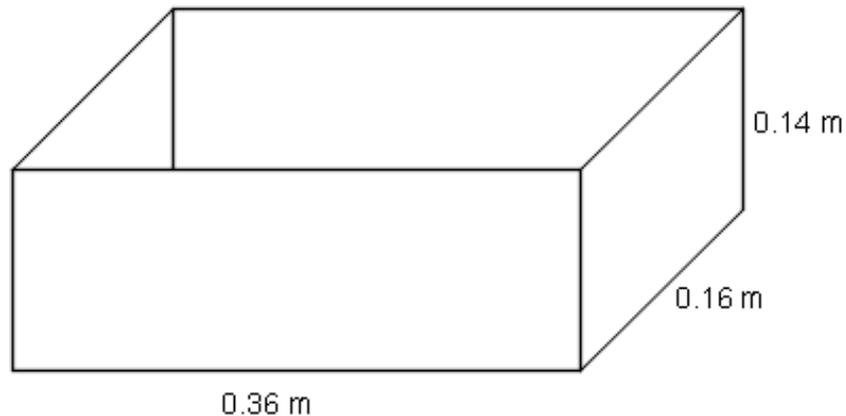


Ilustración 11: Proyección del tanque del reactor biológico a escala

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

Volumen del tanque rectangular

$$V=0,00806 \text{ cm}^3$$

Volumen en litros

$$V=0,00806 * 1000$$

$$V= 8,06 \text{ m}^3$$

El cual tiene un volumen de 8 m^3 máximos de capacidad realizando la conversión

3.7.2 Volumen del Sedimentador.

Para calcular el volumen del sedimentador debemos de conocer la forma del mismo, por lo que podemos obtener que el volumen es el siguiente:

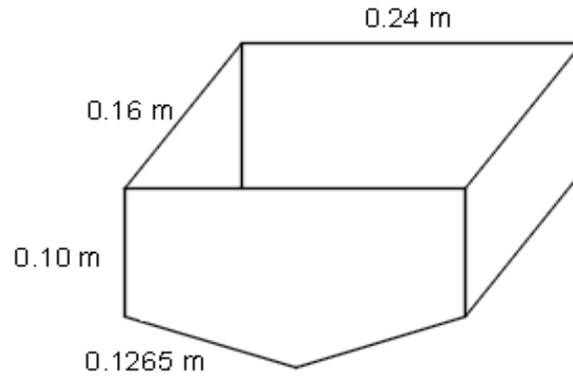


Ilustración 12: Proyección del tanque del sedimentador a escala

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

Volumen del tanque del
sedimentador rectangular

$$a=0,16$$

$$b=0,24$$

$$h=0,1$$

Calculo de volumen paralelepípedo rectangular

$$V = 0,1 \cdot 0,24 \cdot 0,16$$

$$V = 0,00384 \text{ cm}^3$$

Volumen del paralelepípedo triangular

$$V=0,000768\text{cm}^3$$

Volumen total del sedimentador

$$V_t = 0,00384 + 0,000784$$

$$V_t = 0,0046\text{cm}^3$$

$$V_t = 4,5 \text{ m}^3$$

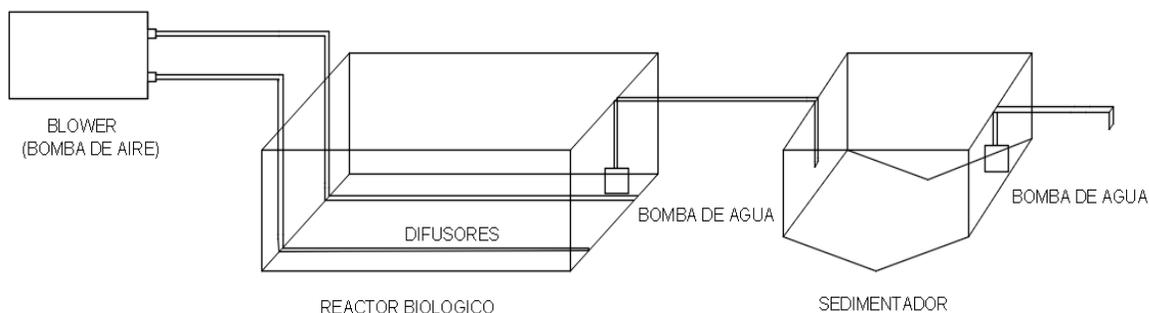


Ilustración 13: Vista en planta del Reactor Biológico detallado

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

3.7.3 Materiales Utilizados para el Reactor Biológico a Escala.

Tabla 7: Materiales utilizados para la construcción del equipo piloto

Materiales	Tanque Reactor	Sistema de aireación	Sedimentador	Total
Vidrio 6mm	1		1	2
Bomba de aire (blower)		1		1
Bomba de agua sumergible	1		1	2
Difusores de aire 30cm		2		2
Manguera 1/4 "	1		1	2
Manguera vinil 3/16 c/m		2		2
Codo 1/4"	1		1	2
Codo 3/16 c/m		2		2
Base	1		1	2
Soporte para bomba de aire		1		1
Enchufe				1
Extensión eléctrica				1

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

3.7.4 Especificaciones de los Equipos Utilizados en el Reactor Biológico a Escala.

Bomba de Aire (blower)

El propósito de esta bomba de aire o del blower es inyectar aire en todo el reactor ya que su propósito de este equipo es repartir todo el nutriente utilizado en el efluente para que la bacteria pueda alimentarse.

Bomba Sumergible

Se usaron 2 bombas sumergibles una en el reactor biológico y otra en el equipo del sedimentador, su objetivo principal fue este caso pasar el efluente que se tiene en el reactor biológico al sedimentador una vez que este haya cumplido su tiempo de residencia, en este caso el tiempo de residencia del efluente con sus nutrientes y enzimas fueron 15 días, este una vez pasado al sedimentador a través de la bomba se procedió a precipitarlo para bombear el agua ya tratada y clarificada y procederla a filtrarla para ya tenerla libre de lodos.

Datos Técnicos del Equipo

Tabla 8: Datos de bomba sumergible

MARCA	MODELO	VOLTAJE	POTENCIA	QMAX	HMAX	PESO	MEDIDAS
JAD	SP-600	230/115V	6W	150L/h	0.7m	0.1kg	52x45x50mm

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

Difusores

Los difusores son unos tubos hechos con un material de caucho, su función es distribuir el aire inyectado por todo el reactor biológico para que se esparzan los nutrientes al efluente y la enzima pueda alimentarse.

Datos Técnicos

Tabla 9: Datos de difusores

MARCA	MODELO	HMAX	PESO	DIAMETRO
JAD	Air curtain	40cm	0.05kg	1/8"

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

Luego de esto podemos conocer las especificaciones del equipo a escala.

Tabla 10: Datos específicos del equipo piloto

LAMINA DE VIDRIO	6mm
FORMA GEOMETRICA	Paralelepípedo Rectangular
ANCHO	0,4 m
BASE	0,16m
ALTURA	0,14m
AREA	0,009m ³
VOLUMEN	9 l
DIFUSORES	Manguera de caucho perforado

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar



Ilustración 14: Vista del Equipo Reactor biológico

3.8 Presupuesto del Reactor Biológico a Escala

Tabla 11: Presupuesto de construcción del equipo piloto

MATERIALES	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Vidrio 6mm	m2	1	15	15
Bomba de aire (blower)	U	1	9	9
Bomba de agua sumergible	U	2	4	8
Difusores de aire 30cm	Cm	4	2,5	10
Manguera 1/4 "	MI	2	1,5	3
Manguera vinil 3/16 c/m	MI	2	2,5	5
Codo 1/4"	PIg	2	3	6
Codo 3/16 c/m	Cm	2	4	8
Base metálica	m2	1	25	25
Extensión eléctrica	U	1	5	5
				94

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

3.9 Puesta en Marcha del Reactor Biológico a Escala

Primero se procede a conseguir el agua residual industrial de la vinícola la misma que fue facilitada por la Vinícola. Antes de comenzar se realiza una prueba en blanco para verificar el funcionamiento del mismo y que no existan fugas en los tanques, que el blower funcione con normalidad y que vierta aire en el tanque, para así ya una vez ya teniendo el equipo del reactor biológico totalmente funcional procedemos a la puesta en marcha del mismo.

- ° A continuación vamos a proceder a describir el proceso que se va a llevar a cabo en la operación del reactor biológico:
- ° Se procede a colocar el agua residual de la vinícola junto al tanque del reactor biológico.
- ° Se vierte el agua residual de la vinícola en el tanque del reactor biológico para así comenzar con el proceso.
- ° Se toma una muestra del afluente del agua residual de la vinícola para llevarlo al laboratorio y realizar su respectiva caracterización.
- ° Conectamos el sistema del blower para que el agua se comience a airear el agua ya depositada en el tanque del reactor biológico.
- ° Se toma una prueba para verificar que el PH del agua residual de la vinícola este neutro.



Ilustración 15: Prueba del pH del efluente

- ° Se adiciona el catalizador Bioenzimar al reactor biológico
- ° Luego de esto comienza el proceso de aclimatación de la Bioenzimar y de esto depende en que velocidad se comienza a degradar la materia orgánica, en este caso dejamos el agua con tiempo de residencia de 3 días alimentándolo todos los días con Bioenzimar, urea y fosfato. Durante el mismo tiempo se toman muestras y se procede a revisar los avances mediante distintos análisis.
- ° Luego de la degradación de la materia orgánica procedemos a realizar el test de jarras para determinar la dosificación del producto químico y remover los contaminantes



Ilustración 16: Realizando la prueba de jarra

° Producto químico y dosificación.

1. Policloruro de aluminio – 900 ppm
2. Cal – 200 ppm
3. Floculante – 5 ppm



Ilustración 17: Tratamiento Terciario - Sedimentador

° Se toma 1 litro de muestra y se filtra para realizar las caracterizaciones respectivas y poder comparar con la norma aplicable para descarga al alcantarillado del sector.

Capítulo IV

Análisis de Resultados

Para la degradación de la materia orgánica del agua residual de la industria vinícola utilizamos el reactor biológico, se monitoreo día a día las siguiente parámetros, pH, nitritos, nitros , fosfatos, color turbiedad , DQO, DBO5, aceites y grasas, azul de metileno, basándonos en el CIU establecido como bebidas alcohólicas código 2012 los parámetros analizas son:

Tabla 12: Parámetros a reportar según Actividades para industrias

Parámetros	Según su actividad
DBO5	X
DQO	X
SST	
SAAM (Sustancias Activas al Azul de Metileno)	X
Aceites y grasas	X
Cloruros	X
Sulfatos	X
Sólidos disueltos	X

Fuente: (Dirección de Ambiente del GAD de Guayaquil, 2017)

4.1 Productos Químicos y/o Biológicos Empleados Durante el Tratamiento

- Q Bioenzymar
- Hipoclorito de sodio
- Cal
- Fosfatos diamónico
- Urea
- Floculante anionico FL-180
- Floquat FI-8100

- Soda caustica

4.2 Especificaciones del Equipo a Escala

- Reactor Biológico
- Sedimentador
- Blower
- Bombas
- Mangueras bomba
- Manguera Blower
- Manguera Aireador

4.3 Equipos Utilizados para la Obtención de Resultados

Para la realización de los análisis de entrada y salida de cada prueba día a día se utilizaron los equipos el DR2800 y 2100Q ambos de la marca Hach,

En este equipo verificamos la turbiedad tanto del efluente como del agua que hemos estado tratando.



Ilustración 18. Equipo Turbidímetro 2100Q Marca Hach

El espectrofotómetro DR 2800 con un rango de longitud de onda de 340 a 900 nm, para análisis de laboratorio y de campo. Se suministra con un juego completo de programas de aplicación y un soporte en múltiples idiomas.

El espectrofotómetro DR 2800 contiene los modos de aplicación siguientes: Programas almacenados (test preinstalados), Programas de códigos de barras, Programas del usuario, Programas favoritos, Modo Longitud de onda única, Modo Longitud de onda múltiple y Modo Lapso de tiempo.



Ilustración 19: Equipo DR2800 Marca Hach

Este equipo lo hemos utilizado para realizar los análisis de los siguientes parámetros Nitritos, nitros, fosfatos, DQO, color, Turbiedad.

Tabla 13: Análisis del efluente entrada

Efluente		
Parámetros	Unidades	8/7/2019
pH	Ph	7
Turbiedad	NTU	754
Nitrito	mg/l	0,118
Nitrato	mg/l	0,28
Fosfato	mg/l	3,56

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

Tabla 14: Análisis del agua en tratamiento 1

Parámetros	Unidades	8/7/2019	9/7/2019	10/7/2019
pH	pH	7	7	7
Turbiedad	NTU	754	556	431
Nitrito	mg/l	0,068	0,438	0,596
Nitrato	mg/l	0,72	0,82	1,24
Fosfato	mg/l	0,98	14,7	9,3

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

Tabla 15: Análisis del agua en tratamiento 2

Parámetros	Unidades	8/7/2019	9/7/2019	10/7/2019
pH	pH	7	7	7
Turbiedad	NTU	754	556	431
Nitrito	mg/l	2,09	0,58	0,95
Nitrato	mg/l	0,6	1,1	2
Fosfato	mg/l	19,9	38,5	40,5

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

4.4 Prueba de Jarras

Este análisis lo realizamos para conocer la dosis requerida para que el agua residual industrial de la vinícola pueda flocular adecuadamente y poder sedimentar los lodos presentes en ella para así poder obtener el agua clarificada y poder descargar la misma a la red de alcantarillado.



Ilustración 20: Agua entrada – Agua tratada

Tabla 16: Test de jarras

JARRA	CAL (ppm)	POLICLORURO DE ALUMINIO (ppm)	FLOCULANTE (ppm)	OBSERVACION
1	200	100	500	inicio de la precipitación
		300	800	indicios de floculación
		500	900	agua casi sedimentada
		700	1100	agua sedimentada pero aun turbia
		900		
2	200	200	100	inicio de la precipitación
		400	300	floculando
		600	400	agua sedimentada con turbiedad
		800	500	
		1000		
DOSIFICACION IDEAL	200	900	500	agua sedimentada y totalmente clarificada

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

Luego de realizar esta prueba procedimos a realizarlo en el equipo a escala obteniendo el siguiente resultado



Ilustración 21: Vista del resultado del agua sedimentada

Ya obtenido este resultado seguimos con el bombeado del sedimentador a un recipiente en donde podemos verificar la claridad del agua luego de la finalización del proceso.



Ilustración 22: Agua Clarificada clorada

4.5 Caracterización de la Descarga del Agua Tratada

Tabla 17: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Unidades	Límite máximo Permisible	U k=2 +-	Método de análisis
Aceites y grasas	mg/l	70	30 %	EPA 413,2 PEE/LAB-PSI/08
Demanda Bioquímica de oxígeno (DQO)	mg/l	250	20 %	SM 5210 B, Ed.23 PEE/LAB-PSI/04
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/l	500	15 %	EPA 410,4 PEE/LAB-PSI/03
Sólidos Suspendidos totales (SST)	mg/l	220	20 %	EPA 160,2 PEE/LAB-PSI/02
Tenso activos	mg/l	2	25 %	HACH 8028 PEE/LAB-PSI/53
Potencial de hidrogeno	U de pH	6-9	5 %	SM 4500 H+B, Ed.23 PEE/LAB-PSI/05

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

4.6 Resultados del Agua Clarificada

En esta tabla mostramos los resultados de los ensayos los cuales verifican que el agua tratada cumple con los límites permisibles para descarga al alcantarillado del sector.

Tabla 18: Resultados de laboratorio del agua clarificada

Parámetros	Unidades	Resultados
Aceites y grasas	mg/l	≤2,5
Demanda Bioquímica de oxígeno (DQO)	mg/l	4
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/l	≤50
Solidos Suspendidos totales (SST)	mg/l	≤10
Tensoactivos	mg/l	0,12
Potencial de hidrogeno	U de pH	8,5
Nitrato	mg/l	68
Fosfato	mg/l	0,39
Conductividad	m/s	2,21
Turbiedad	NTU	21
Color		2
STD		1414,4

Elaborado por: Alvarado José & Ibarra Oscar

4.7 Interpretación de Resultados

De acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental vigente en el país, los resultados de la muestra analizada en la descarga cumplen con los límites máximos permisibles por lo que damos por cumplido el proceso.

En este equipo verificamos la turbiedad tanto del efluente como del agua que hemos estado tratando.

Teniendo los resultados se puede concluir que en el reactor biológico puede tener un tiempo de retención de 3 días.

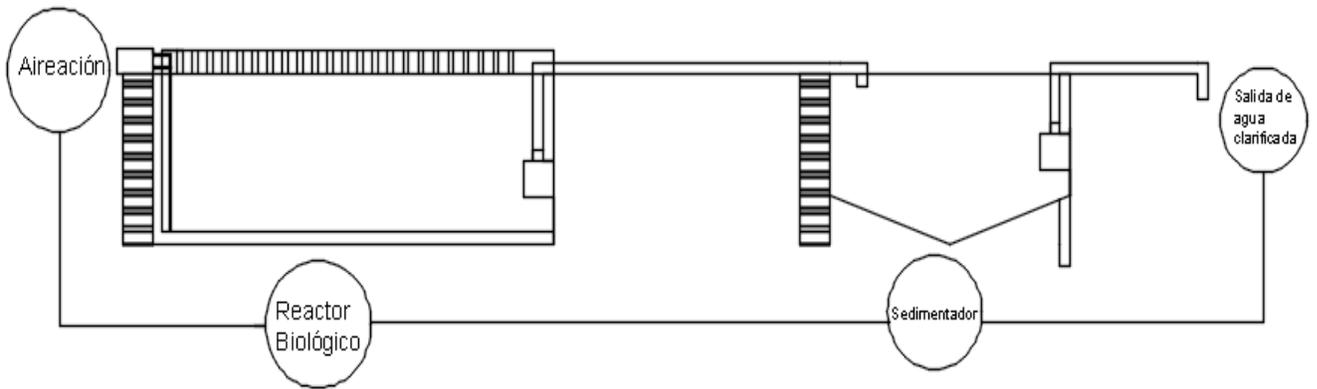


Ilustración 23: Reactor biológico proyectado

Por otro lado habiendo concluido con todo el proceso requerido obtenemos que el Reactor biológico a escala deba tener un volumen de 8 m^3 ya que este siendo proyectado a uno real podemos obtener un volumen del reactor de 90 m^3 .

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se consiguió degradar los sólidos en suspensión, conociendo que los parámetros a reducir entre los cuales tenemos a DBO5, DQO, aceites y grasas, azul de metileno, SST, verificando que la cantidad removida en el proceso se encuentra dentro de los límites permisibles para la descarga que este tipo de aguas residuales requiere.
- Mediante el estudio realizado se puede proyectar un reactor biológico con un caudal de 90 m³ con un tiempo de residencia de 3 días con aeración extendida y la dosificación de policloruro de aluminio, cal y floculante.
- Se pudo concluir que la construcción y diseño del reactor biológico a escala obtuvo los resultados requeridos de acuerdo a la norma aplicable.

Recomendaciones

- Se deben de identificar todos los contaminantes para poder elegir el equipo ideal para el tratamiento del agua residual a tratar.
- Para el análisis se tomo un tiempo de 31 días para poder identificar el tiempo de degradación de los sólidos y verificar el tipo de aeración de este equipo.
- Recomendamos realizar un test de jarras para conocer la dosificación ideal para que estos se sedimenten y lograr la menor turbiedad posible al momento de descargarla.

Bibliografía

- Alban, J., & Tumbaco, J. (2018). *Repositorio de la Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35389>
- Angulo , I., Lopez, A., & Reyes, J. (Octubre de 2010). *Repositorio de la Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1969>
- Anton, A., & Lizaso , J. (2001). Nitritos, nitratos y nitrosaminas. . *Fundación Ibérica para la Seguridad Alimentaria.*, 7. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46280964/13181019_nitritos_nitratos.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DFUNDACION_IBERICA_PARA_LA_SEGURIDAD_ALIM.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A
- Bermeo, D., & Salazar, F. (2013). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6215>
- Cardenas, C., Yabroudi, S., Benitez, A., Paez , K., Perruolo, T., Angulo, N., . . . Herrera, L. (2012). Desempeño de un reactor biológico secuencial (RBS) en el tratamiento de aguas residuales. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 11.
- Chango, C. (2017). *UDLA*. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8371/1/UDLA-EC-TLIAD-2017-02.pdf>
- Contreras , J. (2010). *Repositorio de la Universidad de Chile* . Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103705/cf-contreras_jb.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Dautan, R., Perez, M., Contreras, A., Marzana, A., & Rincones , B. (1998). DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN REACTOR. *Ponencia presentada en el XXVI Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, (pág. 18). Lima.
- Diaz , P., & Solarte , S. (2017). *Repositorio Universidad Catolica de Colombia* . Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15229>
- Española, R. A. (2019). *Diccionario de la Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=YgWWIGj>
- Freire, P. (2012). *Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2337>

- Gil, M., Soto, A., Uzma, J., & Gutierrez, O. (2012). *Repositorio Corporacion Universitaria Lasallita*. Obtenido de <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/265/126>
- Ibañez , G. (2012). *Universidad Tecnica de Cotopaxi*. Obtenido de http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20de%20Medio%20Ambiente/T-UTC-2129.pdf
- Ibañez, G. (2012). *Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20de%20Medio%20Ambiente/T-UTC-2129.pdf
- Lorenzo, Y. (2006). Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación. *Redalyc*, 9.
- Mañunga, T., Gutierrez , H., Rodriguez , V., Jenny, A., & Villareal, A. (2010). Tratamiento de residuos de DQO generados en laboratorios de análisis ambientales Ingeniería e Investigación. *Redalyc*, <https://www.redalyc.org/pdf/643/64316114009.pdf>.
- Martinez , S. (2005). *Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México*. Obtenido de file:///D:/Descargas/1014-1064-1-PB.pdf
- Mendez, L., Miyashiro, V., Rojas , R., Cotrado, M., & Carrasco , N. (2004). TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LODOS. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*, 10.
- Ministerio del Ambiente y Agua . (2015). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+++R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>
- Morillo , G. (2012). *Repositorio de la Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/933/1/T-UCE-0017-17.pdf>
- Morillo, G. (2012). *Repositorio de la Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/933>
- Osorio, P., & Peña, D. (2002). *Determinación de la relación DQO/DBO5*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45529382/aguas_residuales_gaby.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DVIII_region.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190810%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws
- Ramos, C. (23 de Agosto de 2017). *Fundación Universidad de América*. Obtenido de <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/6578>

Reyes , M. (2009). *Repositorio de la Universidad Nacional Autonoma de Mexico*. Obtenido de
de
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2827/reyespantoja.pdf?sequence=1>

Sanchez, I., & Matsumoto, T. (2012). Evaluación del desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales urbanas de ILHA Solteira. *Ingeniería y Desarrollo*, 25.

Sierra, D., & Vivas , C. (2005). *Universidad de La Salle*. Obtenido de
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14755/00798156.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Thalasso, F., & Pineda , R. (2002). Biofiltración: tratamiento biológico de aire contaminado. *Avance y perspectiva*, 3. Obtenido de
https://www.researchgate.net/profile/Frederic_Thalasso/publication/228594656_Biofiltracion_tratamiento_biologico_de_aire_contaminado/links/54c79ae60cf22d626a36b3f5/Biofiltracion-tratamiento-biologico-de-aire-contaminado.pdf

Villacis, A. (2011). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1350>

Anexos



Urea, bioenzimar y fosfato que sirven para mantener bacterias en el agua



Policloruro de aluminio y cal, reactivos requeridos para la sedimentación de los lodos.



Análisis de nitrito presente en el agua en tratamiento



Análisis de nitrato presente en el agua en tratamiento



Test de jarra para conocer la dosificación de químicos para sedimentar los lodos.



Dosificando químicos para sedimentar los lodos



Luz detrás del sedimentador para poder observar la clarificación del agua



Agua clarificada luego del proceso de degradación y precipitación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TITULO Y SUBTITULO: Construcción de un equipo piloto a escala para la degradación de sólidos en suspensión de un efluente industrial de una vinícola		
AUTOR/ES: Alvarado Orellana José Daniel Ibarra Encalada Oscar Arturo		REVISORES: Ing. Juan Chanabá Alcocer M.Sc
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil		FACULTAD: Facultad de Ciencias Matemáticas y Física
CARRERA: Ingeniería Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN: Septiembre 2019		N. DE PAGS: 52
ÁREAS TEMÁTICAS: Construcción de un equipo para la degradación de sólidos suspendidos de un afluente industrial.		
PALABRAS CLAVE: <DEGRADACIÓN _SOLIDOS SUSPENDIDOS_ ENZIMAS_ AERACIÓN_REACTOR BIOLÓGICO>		
RESUMEN: El objetivo de este trabajo de titulación fue evaluar el equipo y los químicos escogidos para la degradación de los sólidos en suspensión del agua residual de una vinícola, de acuerdo al diseño presentado, el cual consta de un tanque reactor el cual es mantenido con aireación extendida, a la par de un proceso terciario – sedimentador, con un caudal constante. Se adaptaron diferentes escenarios en cuanto la aeración, obteniendo mejores resultados con la extendida e inyectando diferentes microorganismos en el agua ya que este tipo de efluentes no cuenta con los suficientes para poder degradar la materia orgánica. A partir de los resultados obtenidos se concluye que el equipo es apto para funcionamiento debido a que cumple con los requisitos de disminución bajos las normas de partes por millón (ppm) por lo cual el proceso que se escogió es el correcto para este tipo de efluentes.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):		N. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:		<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTORES/ES:		Teléfono: 0992416802 0994620402
		E-mail: daniel_08071@hotmail.com oscaribarrae93@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCION:		Nombre: Secretaría de la Facultad
		Teléfono: (04)2-283348
		E-mail: