

# DELGADO\_DELGADO\_DARWI N\_OLIVO.docx *por*

---

**Fecha de entrega:** 12-dic-2019 11:48p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1233653823

**Nombre del archivo:** DELGADO\_DELGADO\_DARWIN\_OLIVO.docx (87.06K)

**Total de palabras:** 6701

**Total de caracteres:** 36034

## **CAPÍTULO 1**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto de investigación es llevado a cabo para realizar la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, en el campus de la Universidad Estatal de Milagro, la importancia de la investigación planteada radica en que el agua usada para el consumo humano en el alma mater sea tratada con los procedimientos debidos y así disminuir la contaminación.

En la actualidad debido al crecimiento que ha tenido la universidad, tanto en infraestructura como en el número de alumnos, es imprescindible contar con una planta que de tratamiento al agua residual, pues es un problema latente que no ha contado con una solución.

Dentro de la investigación se abordaron diferentes tipos de tratamientos biológicos para aguas residuales, poniendo especial énfasis en el tratamiento de lechos fijos, puesto que es usado en ciudades donde existe crecimiento demográfico.

El diseño, construcción y optimización de la planta piloto, servirá para dar tratamiento a todas las aguas residuales que genera actualmente UNEMI, y posteriormente puedan ser vertidas al cuerpo receptor cumpliendo los parámetros legales.

Se espera que el presente trabajo pueda ser replicado en las diversas universidades del país, dando una alternativa amigable para el medio ambiente, tomando en consideración una alternativa de tratamiento, usando de manera eficiente cada uno de los recursos.

## 1.1 Planteamiento del problema

La Universidad Estatal de Milagro, situada en la provincia de Guayas, cuenta con cerca de 20 años dedicada a la formación de profesionales a través de una educación de alto nivel, enfocándose no solo únicamente en la parte académica, sino además procura desarrollar la parte humana de sus estudiantes.

El crecimiento que ha experimentado la universidad a lo largo de sus cortos años de vida, ha sido un proceso un tanto acelerado, por lo cual la infraestructura del campus se ha visto ampliada considerablemente por la construcción de nuevos edificios que ayuden a poder satisfacer la demanda de estudiantes.

La problemática surge a raíz del desarrollo del espacio físico del campus, así como se evidencian mejoras que atrae esto, también existen situaciones que pueden resultar un tanto adversas, tal es el caso de la generación de agua residuales proveniente principalmente de los bares y todos los edificios que conforman la ciudadela universitaria.

La disposición de aguas residuales sin previo algún tratamiento que ayude a disminuir la carga contaminante de dichas aguas, es perjudicial para el equilibrio del medio ambiente, teniendo así consecuencias fatales tanto en la flora y fauna, adicional la salud de las personas se ven expuestas a muchos riesgos tanto químicos como biológicos.

La huella ecológica generada por los humanos debido a sus diversas operaciones tanto domesticas como industriales a lo largo del planeta, ha permitido poner en evidencia la relación que existe entre la contaminación del medio ambiente y la afectación en salud de los seres humanos. Siendo el vertido de aguas residuales sin tratar directo al medio ambiente uno de los principales focos de peligro debido a la cantidad de microorganismos que se encuentran contenidos en dichas aguas (Bofill-Mas et al., 2005).

La Universidad Estatal de Milagro cuenta con <sup>2</sup> un sistema de depuración de aguas residuales, el cual es un tanque séptico y filtro anaerobio, sin embargo, este incumple los parámetros de descarga exigidos por la legislación vigente debido a que la tecnología no es la adecuada para la depuración del agua proveniente del campus universitario.

Debido a esta problemática suscitada en el alma mater, se considera oportuno construir una planta piloto para el tratamiento de aguas residuales, para que así todas las aguas que resultan

luego de su respectivo uso en el campus universitario puedan ser tratadas y disminuido el nivel de riesgo tanto como para la salud de las personas y el medio ambiente, posteriormente el agua luego de ser tratada puede ser reutilizada para usos múltiples uno de ellos la jardinería o riego de las canchas de césped de la universidad.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Proponer un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas a escala piloto, con el fin de mejorar los vertidos hacia un cuerpo hídrico.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Fundamentar teóricamente aspectos relacionados con plantas de tratamiento de aguas residuales dentro y fuera de nuestro país.
- Analizar las tecnologías existentes para el tratamiento de aguas residuales y verificar la más factible para su implementación en el medio.
- Realizar los planos constructivos, listado de materiales y presupuesto a requerir para la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales a escala piloto.

## 1.3 Justificación

El crecimiento del campus universitario de UNEMI y la preocupación por el cuidado del medio ambiente hace evidente la necesidad de poseer una alternativa de tratamiento de las aguas residuales que resultan del diario transcurrir del alma mater, es de conocimiento público que la Ciudad de Milagro está pasando por diferentes inconvenientes relacionados con la contaminación en general, por ello es necesario que se empiece a trabajar desde la academia con el fin de mitigar un porcentaje de esta contaminación.

La planta de <sup>1</sup>tratamiento de aguas residuales domésticas será la primera en construirse dentro de una institución pública de Educación Superior de la ciudad de Milagro, mediante los diversos procesos de tratamiento se pretende disminuir la cantidad de contaminantes que se encuentran contenidos dentro de las aguas residuales para devolver al sistema hídrico un fluido acorde con las normativas de la ley ecuatoriana, la cual es categórica en el cuidado del medio ambiente.

## **1.4 Marco Teórico**

### **Antecedentes Investigativos**

Los seres humanos han usado el agua como eje principal de sobrevivencia desde su existencia, cuando aparecieron los primeros asentamientos estables, la eliminación de los residuos ha generado problemas constantes. En las décadas anteriores se ha buscado la manera de lograr una disposición correcta de los residuos líquidos derivados ya sea de uso doméstico o industrial (García, 1985).

La mejor opción para los nuevos asentamientos era ubicarse cerca de los ríos o efluentes, puesto que así podrían tener el preciado líquido vital a disposición para realizar sus actividades cotidianas, sin embargo cuando no se tiene cerca un efluente, el método que aún se observa en la actualidad era la construcción de pozos (Díaz, 2017).

A medida que fueron creciendo las civilizaciones se iba saliendo de control la deposición del agua que resultaba luego de su respectivo uso por la población, la mayor problemática se generaba cuando todas las aguas residuales eran lanzadas a los ríos sin ningún procedimiento, dado que del mismo río la comunidad se abastecía de agua para sus actividades diarias, principalmente para su alimentación. Para Pardo (2012) la concentración de diferentes organismos en el agua crea un cultivo de enfermedades que afectan directamente a las personas que entran en contacto con el agua, siendo esto demostrado a finales del siglo XIX, por un microbiólogo, llamado Robert Koch, quien fue uno de los primeros investigadores en demostrar el nivel de influencia que tiene el agua residual en la propagación de enfermedades.

Según UNESCO (2017) El problema del manejo de aguas residuales se volvió más latente a lo largo del tiempo, pero si no es hasta el siglo XX donde la situación se torna insostenible, debido a la globalización del mundo entero, todos los desechos residuales eran vertidos sin discriminación alguna a los ríos, originándose así de esta manera grandes cantidades de peligros para el ser humano.

## **Fundamentación teórica**

### **El Agua**

El agua es esencial para la subsistencia, sin esta no existiría la vida así como la conocemos. Para los seres humanos, el agua es vital, se encuentra constituida entre hidrogeno y oxígeno, el cuerpo humano está compuesto de un 60% de agua, lo que evidencia su importancia para el correcto desarrollo del cuerpo humano, además es indispensable para áreas como ganadería, agricultura o la industria (Prieto, 2013).

### **Contaminación hídrica**

Tal como lo expone Segura (2007) la contaminación hídrica se origina cuando el agua sufre cualquier tipo de alteración en sus propiedades por alguna actividad en la que los seres humanos sean responsables tanto directa como indirectamente. La forma de contaminación hídrica más común por parte de las comunidades, ocurre con el vertido descontrolado de materiales o fluido a los cauces.

### **Aguas Residuales**

Se denomina aguas residuales a todas aquellas que han sufrido un cambio en sus características intrínsecas debido a algún uso en particular relacionado con las actividades que desarrollan los seres humanos. Así pues, luego las aguas residuales debido a su estado, el cual presenta las condiciones necesarias para ser considerado de orden nocivo, deberían recibir un tratamiento previo antes de ser vertida en los cauces hídricos (Organismo de evaluación y fiscalización ambiental, 2014).

### **Propiedades Físicas**

El agua residual se caracteriza por las siguientes propiedades físicas:

- **Color, olor y sabor:** estas variables son las denominadas características organolépticas, si bien es cierto no ayudan a precisar valores cuantitativos, pero ayudan a tener una idea del nivel de carga contaminante maneja el agua residual (Perez & Espigares, 2014).
- **Temperatura:** El aumento de la temperatura del agua residual genera un cambio en la solubilidad de las sustancias, es decir se presenta un aumento la presencia de

sólidos disueltos, además la actividad biológica se expande por cada diez grados (Jimenez, 2012).

- **Sólidos:** Existe una clasificación de tres tipos de sólidos, los cuales son los sólidos disueltos, sólidos sedimentables y sólidos totales. Según su composición estos presentan características distintas, pero siempre relacionadas en común a su decantabilidad (Villacis, 2011).

### **Propiedades Químicas**

Las propiedades químicas se subdividen en tres partes, las cuales son materia orgánica, materia inorgánica y gases.

#### **Materia Orgánica:**

El 90% de la materia orgánica alojada en el agua residual, se compone de carbohidratos, proteínas y grasas. Los contaminantes en mención son biodegradables con la ayuda de microorganismos naturales que se hallan en el agua y ayudan a que exista una rápida descomposición.

#### **Demanda Bioquímica de oxígeno DBO**

Es una variable útil para verificar la eficiencia y la calidad del tratamiento de aguas residuales, además permite conocer la cantidad suficiente de oxígeno que se necesita para que se oxide la materia orgánica que se encuentra presente en el agua residual con la ayuda de un proceso aerobio (Portilla, 2018).

#### **Demanda Química de oxígeno DQO**

El DQO es usado para es un tanto químico, debido a que en esta variable se mide la demanda de oxígeno con el cual se logra oxidar la materia orgánica del agua residual con el uso de químicos. (Berruga, 1999)

#### **Materia Inorgánica:**

La carga de materia inorgánica, se presenta también en el agua residual entendiéndose como la aparición de presencia inorgánica luego de un proceso de evaporación.

- **pH:** El potencial hidrogeno es una variable que ayuda a identificar el grado de acidez, las formas de vida del medio ecológico son expuestas a riesgo, puesto que el aumento de la acidez asciende debido a la descarga de efluentes en los ríos, lo que da paso a que aumente la acidez dificultando la existencia de organismos que existen con un determinado nivel de PH (Barba, 2002).
- **Gases:** Según, Perez & Espigares (2014) los gases que tienen presencia en la composición del agua residual se pueden clasificar en dos tipos, primero se ubican los gases que contenidos en toda agua que es expuesta al ambiente, estos son el nitrógeno, oxígeno y el anhídrido carbónico. Luego están los gases resultantes de la descomposición de la carga orgánica del agua residual, entre ellos los principales son el metano y el sulfuro de hidrogeno.

#### **Propiedades biológicas**

Las aguas residuales según su composición pueden albergar una gran cantidad de microorganismos:

- **Coliformes fecales:** son un importante indicador de presencia de materia fecal en el agua residual, puesto que este tipo de coliformes forman parte del tracto intestinal del ser humano y de los animales, además se las denomina termo tolerantes por su capacidad de soportar altas temperaturas (Mercedes, 2013).
- **Coliformes totales:** no presentan un origen fecal, por lo tanto evaluar este tipo de coliformes puede resultar un vano porque resultan de manera natural en el la vegetación o en el agua (Mercedes, 2013).

#### **Tratamiento de aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales tiene como objetivo primordial tratar de preservar el medio ambiente a través de una cadena de procesos y/o tratamientos químicos, físicos y biológicos realizados en el agua residual, reduciendo de esta manera la mayor parte de carga contaminante, para luego realizar el respectivo vertido de aguas a los efluentes sin ningún o

con un menor riesgo de contaminación para la salud del ambiente y de las personas (Secretariado Alianza por el Agua, 2014).

### **Tratamiento preliminar**

El pretratamiento de aguas residuales normalmente es solo físico y mecánico, su función principal es la remoción de la presencia de materia o sólidos de tamaño considerable, para que luego en los siguientes procesos de tratamiento no existan inconvenientes por dicha presencia. Es decir se pretende evitar la obstrucción de accesorios del sistema de tratamiento de agua residual como son tuberías, filtros y válvulas (Secretariado Alianza por el Agua, 2014).

### **Tratamiento primario**

Esta fase del tratamiento de agua también es conocida como sedimentación o decantación, la misión del tratamiento primario es realizar un proceso que permita luego poder lograr retirar sedimentos flotantes o en suspensión, al mismo tiempo se consigue una ligera erradicación de elementos biodegradables, debido a que estos están formado de materia orgánica que está presente en los sólidos en suspensión (Muñoz, 2010).

### **Tratamiento secundario**

Consiste en reducir la materia orgánica, una vez concluido los procesos anteriores del tratamiento, se procede a realiza un proceso biológico, puesto que se realiza la incorporación al sistema de oxígeno, bajo parámetros estrictamente controlados, para así conseguir la oxidación de la materia orgánica de forma natural con la ayuda de bacterias que actúan como catalizadores cuando se les proporciona oxígeno (Grazia et al., 2010).

### **Tratamiento terciario**

El tratamiento terciario tiene como misión erradicar contaminantes en específico, normalmente suelen ser elementos tóxicos o contaminantes que no se hayan removido en el tratamiento secundario, entre ellos se destacan detergentes, pesticidas, metales y demás sustancias (Marcela & Rodríguez, 2015).

## CAPÍTULO 2

### 2. METODOLOGÍA

Contar con una alternativa para el tratamiento de aguas residuales en la Universidad Estatal de Milagro es de vital importancia, tomando en cuenta que la institución al momento tiene una población total de más de 7.000 estudiantes y además el personal docente y administrativo, se ha trabajado en el proyecto con el fin de aminorar el porcentaje de contaminación que existe actualmente, no solo en el alma mater sino también en la ciudad de Milagro.

Previo a la realización del diseño de la planta, se hizo un muestreo de las aguas residuales del campus de UNEMI, para analizar diferentes factores contaminantes como: Sólidos suspendidos totales, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno total Kjeldahl, Sulfuros, Fósforo total, Tensoactivos – Detergentes, Aceites y grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Hidrocarburos Totales de Petróleo, Coliformes fecales; encontrado en la muestra tomada que cada uno de los parámetros analizados están sobre los establecidos en la normativa ambiental vigente.

#### Tipo y Diseño de Investigación

El proceso metodológico de este proyecto de investigación, está sustentado sobre la propuesta de <sup>1</sup> diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas a escala piloto en la Universidad Estatal del Milagro, por lo cual se considera es una investigación de campo, puesto que se realiza en el lugar donde surge la problemática.

A más de esto también está considerada como documental y bibliográfica, dando acceso a que se fundamente y sustente el capítulo y sobre todo al marco teórico y referencial, contribuyendo a que se aclare cualquier tipo de dudas relacionadas con el tema y permitiendo que se use la técnica adecuada para la puesta en marcha del diseño del proyecto.

## **Los Métodos y las Técnicas**

El método que se usará es el explicativo, debido a que permitirá que se despejen las causas y efectos de la investigación, basada en el diseño de una planta para el tratamiento de aguas residuales que funcionará dentro de UNEMI y esto ayudará a la concentración de los objetivos planteados.

A más de eso el presente proyecto de grado también es de carácter deductivo porque con la investigación se busca que desde premisas generales se llegue a conseguir un resultado específico que dé solución a la problemática que tiene actualmente la institución, considerando que no se han realizado investigaciones similares anteriormente.

### **Método de Análisis de Decisión con Criterios Múltiples (MADCM)**

Como método principal se ha establecido el MADCM, porque mediante la evaluación de indicadores con criterios en diferentes escalas, los mismos que cuentan con valores que ayudan a que los investigadores puedan tomar decisiones acorde a las necesidades de la institución y elegir la mejor alternativa para que se de tratamiento de aguas residuales.

### **Técnica fichas de cotejo**

Existen varios tipos de filtros, los más habitualmente usados para el tratamiento de aguas son: Filtros percoladores, reactor biológico lecho fijo aireado, reactor biológico lecho fijo; con el fin de encontrar el tipo adecuado se hará una ficha de cotejo la cual consiste en una tabla de contenidos, que serán evaluados de manera cuantitativa para analizar si los indicadores de cada uno de ellos se adecuan al proyecto que se va a realizar y permitirá obtener resultado precisos, considerando el tiempo, el lugar y las necesidades, acorde con la investigación planteada y a los estudios de muestra realizados.

### **Tipos de tecnologías evaluadas**

Para realizar el proceso de evaluación y elegir el tipo de tecnología apropiado para dar tratamiento de aguas residuales del campus universitario se analizaron a Filtros percoladores, reactores biológicos de lecho fijo aireado, reactores biológicos de lecho fijo, los mismos que fueron evaluados con los mismos indicadores.

### **Factores de decisión**

Para elegir una de las tecnologías como punto estratégico se plasman cinco factores de decisión, también denominados indicadores como: costos de operación y mantenimiento de la planta, la calidad del afluente, requerimientos del área, requerimiento de energía y problemas de olores; esto ayuda a tener una valoración desde un aspecto técnico, la tecnología con mayor puntuación será la más factible y elegida para usar.

### **Peso relativo**

A cada factor de decisión se le asigna un peso relativo según el nivel de importancia, el puntaje más alto es de 5, lo que significa genera gran incidencia, mientras que 4 es un nivel intermedio y 3 es porque genera menos impacto a la hora de elegir la tecnología a usarse.

### **Matriz de evaluación**

A continuación se realiza la presentación de una tabla general, denominada ficha de cotejo, las tres tecnologías a evaluar cuentan con un puntaje con escala del 1 al 5 el cual es asignado acorde a valoraciones deducidas por lo investigado interiormente, también tiene un puntaje total que proviene de la multiplicación de la puntuación asignada por el peso relativo de cada factor de decisión, esto llevó a que a través de la sumatoria se obtenga un margen de error mínimo permitiendo que escoja la opción más adecuada y viable que en el caso de la presente investigación fue el reactor biológico de lecho fijo aireado, puesto que con un puntaje total de 70 obtuvo la mayor puntuación en base a los aspectos técnicos analizados.

Luego de hacer la comparativa y analizar por medio de indicadores, se eligió el tipo de filtro adecuado para el proyecto que se va a implementar, a continuación, mediante un gráfico se establece lo que ocurre durante las diferentes etapas de un tratamiento de aguas residuales.

### **Proceso Estadístico de la Información**

Por la naturaleza y el objeto de investigación fundamentados con autores que cimentan la investigación a través de artículos científicos encontrados en deferentes páginas de internet, lo que permite realizar un análisis profundo y hacer una descripción sin la necesidad de usar datos estadísticos, tabulados en Excel.

## CAPÍTULO 3

### 3. PROPUESTA

Luego de un exhaustivo análisis y en base a lo expuesto en los capítulos 1 y 2 con información de tipo documental y de campo del presente trabajo de investigación, la propuesta tecnológica que se hace para este proyecto es la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en el campus de la Universidad Estatal de Milagro, que en referencia a lo expuesto será de lecho fijo aireado, por las cualidades que aporta ya que según los resultados es de mayor factibilidad y aplicación al entorno acorde al espacio donde se llevará a cabo el trabajo.

El funcionamiento del sistema para el tratamiento de aguas residuales está representado en el siguiente diagrama de flujo, donde se encontrará que sus procesos siguen una secuencia, si pasan la valoración de la existencia de sólidos, se realiza la recirculación del agua a la estación de tratamiento primario, caso contrario se continúa con el proceso, de tratamiento secundario; para continuar se prosigue con otro cuestionamiento, si cumple o no los parámetros de campo, cuando la respuesta es SI se produce la experimentación, de NO ser así se realiza recirculación del agua.

#### Cálculos para el diseño

##### Parámetros

H relleno = 500 mm

Ø relleno = 200 mm

Demanda biológica de oxígeno (DBO5) = 200 g/m<sup>3</sup>

Demanda química de oxígeno (DQO) = 500 g/m<sup>3</sup>

Nitrógeno total Kjeldahl (NTK) = 40 g/m<sup>3</sup>

Determinación de caudal para que BNTK, 1era etapa ≤ 0,2 Kg\*NTK/m<sup>3</sup>\*d

$$BNTK = \frac{Q * [NTK]}{V \text{ relleno}} \quad \rightarrow \quad Q = \frac{V \text{ relleno} * BNTK}{NTK}$$
$$Q = \frac{\left[ \frac{\pi * (\text{Ø relleno})^2}{4} * H \text{ relleno} \right] * BNTK}{NTK}$$

$$Q = \frac{\left[ \frac{\pi * (0,2)^2}{4} * 0,5 \right] m^3 * 0,2 \frac{Kg NTK}{m^3 d}}{0,040 \frac{Kg NTK}{m^3}} = 0,0785 \frac{m^3}{d} \rightarrow 3,27 \frac{l}{h}$$

**Procedimiento:**

Se realizará el cálculo de caudal (Q) cumpliendo la condición de que el resultado sea  $\leq$  a  $0,2 \text{ Kg*NTK/m}^3\text{*d}$ .

Se presenta la fórmula de BNTK a la cual se le realiza un proceso de despeje con el fin de hallar el valor del caudal (Q).

Se reemplazan valores en la formula y como resultado:

$$Q = 0,0785 \frac{m^3}{d} \text{ lo que transformado a litros sobre horas es } 3,27 \frac{l}{h}$$

**Carga DBO5/DQO**

**Primera etapa**

$$DBO1 = \frac{Q * [DBO]}{Vr1} = \frac{0,0785 \frac{m^3}{d} * 0,2 \frac{Kg}{m^3}}{\left( \left( \frac{\pi * 0,2^2}{4} \right) * 0,5 \right) m^3}$$

$$DBO1 = \frac{1 \text{ Kg DBO5}}{m^3 d}$$

$$DQO1 = \frac{Q * [DQO]}{Vr1} = \frac{0,0785 \frac{m^3}{d} * 0,5 \frac{Kg}{m^3}}{\left( \left( \frac{\pi * 0,2^2}{4} \right) * 0,5 \right) m^3}$$

$$DQO1 = \frac{2,5 \text{ Kg DQO}}{m^3 d}$$

**Procedimiento:**

Se procede al cálculo de la cantidad de DBO5 Y DQO presentes en la primera etapa para lo cual nos ayudamos de la formulas presentadas, los parámetros utilizados son el caudal ya calculado con anterioridad, el valor de DBO5 y DQO respectivamente definidos y el volumen de relleno. Al reemplazar en las fórmulas se obtienen los siguientes resultados.

$$DBO1 = \frac{1 \text{ Kg DBO5}}{m^3 d} \text{ y } DQO1 = \frac{2,5 \text{ Kg DQO}}{m^3 d}$$

### Carga global

$$DBO \text{ Global} = \frac{Q * [DBO]}{4 * Vr1} = \frac{0,0785 \frac{m^3}{d} * 0,2 \frac{Kg}{m^3}}{(4 * 0,015)m^3} = \frac{0,25 \text{ Kg DBO5}}{m^3 d}$$

$$DQO \text{ Global} = \frac{Q * [DQO]}{4 * Vr1} = \frac{0,0785 \frac{m^3}{d} * 0,5 \frac{Kg}{m^3}}{(4 * 0,015)m^3} = \frac{0,625 \text{ Kg DQO}}{m^3 d}$$

### Procedimiento:

En esta parte del proceso una vez obtenidos la carga inicial de DBO5 y DQO en la primera etapa se calculará la global en los 4 reactores, la fórmula es muy similar la única diferencia es el factor de multiplicación 4 por la cantidad de reactores en la planta.

Una vez reemplazados los valores correspondientes se obtienen los siguientes resultados:

$$DBO \text{ Global} = \frac{0,25 \text{ Kg DBO5}}{m^3 d} \text{ y } DQO \text{ Global} = \frac{0,625 \text{ Kg DQO}}{m^3 d}$$

### Bombas dosificadoras

$$\text{Alimentación} = 2 * 3,27 \frac{l}{h} \geq 6,5 \frac{l}{h} \rightarrow 10 \frac{l}{h}$$

$$\text{Recirculación(Máximo 4Q)} = 3,27 * 4 = 13,08 \frac{l}{h} \rightarrow 2 * 13,08 = 26,2 \frac{l}{h} \rightarrow 40 \frac{l}{h}$$

### Procedimiento:

En esta ocasión se calcula el caudal (Q) que deberán suministrar las bombas utilizadas en el proyecto.

En la primera parte tenemos para fase de alimentación donde se multiplica el valor del caudal (Q) ya calculado por 2 esto por normativa establecida, obteniendo como resultado  $\text{Alimentación} = 6,5 \frac{l}{h}$  y se lo aproxima a  $10 \frac{l}{h}$  por motivos comerciales.

En la segunda parte tenemos la etapa de recirculación lo cual se calcula multiplicando el valor del caudal (Q) ya calculado por 4 debido a la cantidad de reactores utilizados, a este resultado se lo multiplica por 2 debido a un factor de seguridad ya que se deberá

experimentar con algunas variaciones en los caudales es decir poseeremos una cierta holgura para esta experimentación.

### Calculo para H2=70cm

$$\frac{H2}{H1} = \frac{70}{50} = 1,40 \rightarrow H2 = 1,40 H1$$

$$V1 = \frac{\pi * (\varnothing1)^2}{4} * H1 \text{ YA CALCULADO}$$

$$V2 = \frac{\pi * (\varnothing2)^2}{4} * H2 = \frac{\pi * (\varnothing2)^2}{4} * 1,40 H1 = 1,40 V1$$

### Procedimiento:

En esta etapa se realiza una relación entre H2 y H1 obteniendo un factor de 1,40H1, la cual utilizamos para el cálculo del V2, lo cual dio como resultado 1,40 V1.

Determinación de caudal para que BNTK, 1era etapa  $\leq 0,2 \text{ Kg} * \text{NTK} / \text{m}^3 * \text{d}$

$$Q1 = \frac{\left[ \pi * \frac{(Q1)^2}{4} * H1 \right] * [\text{NTK}]}{B[\text{NTK}]} \text{ YA CALCULADO}$$

$$Q2 = \frac{\left[ \pi * \frac{(Q1)^2}{4} * H2 \right] * [\text{NTK}]}{B[\text{NTK}]} = \frac{\pi * \frac{(Q1)^2}{4} * 1,40 H1 * [\text{NTK}]}{B[\text{NTK}]}$$

$$\frac{Q1}{Q2} = \frac{H1}{1,40 H1} \rightarrow Q2 = 1,40 Q1 = 0,0785 * 1,4 = 0,11 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} = 4,6 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$Q \text{ recirculación} \leq 4Q$$

$$Q \text{ recirculación} \leq 4 * 4,6 = 18,32 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

Tenemos ahora el cálculo de Q2 el cual se lo realiza mediante una relación de caudales (Q1 y Q2) y realizando el respectivo despeje de la incógnita a obtener, dando como resultado  $Q2 = 1,40 Q1$  realizando la multiplicación por Q1 tenemos  $0,11 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$  lo que transformado a litros obre horas es  $4,6 \frac{\text{l}}{\text{h}}$

### Bomba 1

$$\text{Alimentación} \rightarrow 2Q = Q_{\text{máx}} \rightarrow Q \equiv 10 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

## Bomba 2

$$\text{Recirculación} = 4Q_{\text{máx}} \rightarrow Q \equiv 40 \frac{l}{h}$$

Por último, tenemos el cálculo de los caudales para las bombas a utilizar el proceso de alimentación será de  $Q \equiv 10 \frac{l}{h}$  y el de recirculación resulta de la multiplicación del Q máximo por 4 obteniendo un  $Q \equiv 40 \frac{l}{h}$

## Cálculo del Aire

### Dimensiones finales

$$C1 = \text{Diámetro Unitario Reactor adoptado (m)} = 0,20$$

$$C2 = \text{Altura Relleno adoptada (m)} = 0,70$$

$$B6 = \text{Volumen Anóxico (L)} = 21,99$$

$$B7 = \text{Volumen Aerobio Total (L)} = 65,97$$

$$C3 = \frac{V_{\text{Anóxico}}}{V_{\text{Aerobio}}} = 0,33$$

$$B8 = \text{Número de Reactores Aerobios adoptados} = 3$$

### Necesidades de oxígeno NO $\left(\frac{g}{d}\right)$

$$NO = A1 * (B1 * (A2 - B2) + (B3 * A3))$$

$$NO = 0,055 \frac{m^3}{d} \left( 1,2 \frac{gO}{gDBO} * \left( 47 \frac{mg}{L} - 25 \frac{mg}{L} \right) + \left( 4,5 \frac{gO}{gN} * 68,6 \frac{mg}{L} \right) \right)$$

$$NO = 18,40 \frac{g}{d}$$

$$A1 = \text{Caudal diseño de agua residual} \left(\frac{m^3}{d}\right) = 0,055$$

$$B1 = \text{Coeficiente de Oxidación DBOC} \left(\frac{gO}{gDBO}\right) = 1,2$$

$$A2 = \text{DBO afluente reactor aerobio} \left(\frac{mg}{L}\right) = 47$$

$$B2 = \text{DBO efluente} \left(\frac{mg}{L}\right) = 25$$

$$A3 = \text{Coeficiente de Oxidación DBON} \left(\frac{gO}{gN}\right) = 4,5$$

$$B3 = \text{Nitrificación requerida} \left( \frac{mg}{L} \right) = 68,6$$

**Procedimiento:**

Se realizará el cálculo de la necesidad de oxígeno  $NO \left( \frac{g}{d} \right)$  para nuestro Sistema que está dado por diferentes factores que interviene dentro del proceso:

Los factores que interviene en el proceso son  $DBO$  *afluente reactor aerobio*  $\left( \frac{mg}{L} \right)$  menos el  $DBO$  *efluente*  $\left( \frac{mg}{L} \right)$  y el resultado de esto se multiplicara por el *Coficiente de Oxidación DBOC*  $\left( \frac{gO}{gDBO} \right)$  a esto se le sumará el producto entre el *Coficiente de Oxidación DBON*  $\left( \frac{gO}{gN} \right)$  y la *Nitrificación requerida*  $\left( \frac{mg}{L} \right)$ .

Entonces la necesidad de oxígeno se la calcula mediante el producto del *Caudal diseño de agua residual que se estimo*  $\left( \frac{m^3}{d} \right)$  por los factores anteriormente hallados.

Esto da un resultado de:

$$NO = 18,40 \frac{g}{d}$$

Es decir 18,40 gramos por día lo cual es el estimado del oxígeno requerido para el sistema.

**Necesidades de Aire de Oxidación (Solo para volumen AEROBIO)  $NAO \left( \frac{L}{h} \right)$**

$$NAO = \frac{A4}{1000 * 24 * B4} * \frac{1}{\frac{B5}{100}}$$

$$NAO = \frac{18,40 \frac{g}{d}}{1000 * 24 * 0,286} * \frac{1}{\frac{8}{100}}$$

$$NAO = 0,03351 \frac{m^3}{h} * \frac{1L}{1000m^3}$$

$$NAO = 33,51 \frac{L}{h}$$

$$A4 = \text{Necesidad de Oxígeno} \left( \frac{g}{d} \right) = 18,40$$

$$B4 = \text{Necesidad de oxígeno por } m^3 \left( \frac{g}{m^3} \right) = 0,286$$

$$B5 = \text{Eficacia de difusores}(\%) = 80$$

**Procedimiento:**

Para poder calcular las Necesidades de Aire de Oxidación  $NAO \left(\frac{L}{h}\right)$  que lo utilizaremos solo para nuestro volumen AEROBIO será necesario primero encontrar y conocer la necesidad de oxígeno para nuestro sistema el cual se dividirá para el producto entre las constantes 1000 y 24 por la *Necesidad de oxígeno por  $m^3 \left(\frac{g}{m^3}\right)$*  como se muestra en la formula, a esto se le multiplicara la relación entre la unidad y la *Eficacia de difusores(%)* que como viene dada en porcentaje se la dividirá para 100 para su posterior resolución.

Esto resultado 33,51 litros por hora nos permite conocer el volumen para que nuestro sistema funcione correctamente y no presente irregularidades al momento de su funcionamiento.

**Cálculo de Volúmenes (L)****Volumen Anóxico (L)**

$$V_{Anóxico} = \frac{\pi * (C1)^2}{4} * \frac{C2}{1000}$$

$$V_{Anóxico} = \frac{\pi * (0,2 m)^2}{4} * \frac{0,7 m}{1000}$$

$$V_{Anóxico} = 21,99 L$$

**Procedimiento:**

El volumen Anóxico se calcula con la fórmula de Volumen de un cilindro utilizando como diámetro el *adoptado como Diametro del reactor (m)* y para la altura la *adoptada para el relleno (m)* y posteriormente se lo procede a transformar en litros dividiéndolo para 1000.

**Volumen Aerobio Total (L)**

$$V_{Aerobio} = \frac{\pi * (C1)^2}{4} * \frac{C2 * B8}{1000}$$

$$V_{Aerobio} = \frac{\pi * (0,2 m)^2}{4} * \frac{0,7 m * 3}{1000}$$

$$V_{Aerobio} = 65,97 L$$

**Procedimiento:**

Para el volumen Aerobio se calcula de la misma forma que el volumen Anóxico pero se le multiplica por el *Número de Reactores Aerobios adoptados* que en este caso serán 3.

**Necesidades de Aire Mezcla/Lavado  $NAML \left(\frac{m^3}{h}\right)$**

$$NAML = A5 * \frac{B6 + B7}{1000}$$

$$NAML = 2 \frac{\frac{m^3}{h}}{\frac{m^3}{m^3}} * \frac{21,99 L + 65,97 L}{1000}$$

$$NAML = 0,18 \frac{m^3}{h}$$

$$A5 = \text{Energía de Mezcla/Lavado} \left(\frac{\frac{m^3}{h}}{\frac{m^3}{m^3}}\right) = 2$$

$$B6 = \text{Volumen Anóxico (L)} = 21,99$$

$$B7 = \text{Volumen Aerobio Total (L)} = 65,97$$

**Procedimiento:**

La Necesidad de Aire Mezcla/Lavado  $NAML \left(\frac{m^3}{h}\right)$  se la calculara mediante el producto entre *Energía de Mezcla/Lavado*  $\left(\frac{\frac{m^3}{h}}{\frac{m^3}{m^3}}\right)$  por una relación entre la suma de *Volumen Anóxico (L)* y *Volumen Aerobio Total (L)* dividido para 1000.

Este resultado permite apreciar la cantidad de  $m^3$  de aire por h que necesita para el sistema lo cual es:

$$NAML = 0,18 \frac{m^3}{h}$$

**Necesidad de aire por difusor**

$$ND = \frac{A6}{B8}$$

$$ND = \frac{0,18 \frac{m^3}{h}}{5 \frac{m^3}{h}}$$

$$ND = 0,035$$

$$A6 = \text{Caudal de Aire Adoptado} \left(\frac{m^3}{h}\right) = 0,18$$

$$B8 = \text{Caudal Unitario Difusor} \left(\frac{m^3}{h}\right) = 5$$

**Procedimiento:**

La cantidad de difusores viene dada por la relación entre *Caudal de Aire Adoptado*  $\left(\frac{m^3}{h}\right)$  y *Caudal Unitario Difusor*  $\left(\frac{m^3}{h}\right)$  lo cual nos da como resultado 0,035 que significa la cantidad de aire requerida por cada difusor.

**Caudal de aire adoptado**  $\left(\frac{m^3}{h}\right)$

Sera:

$$CA = 0,176 \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

### **Software usado AutoCAD y AutoCAD Plant**

Para la realización del diseño se usó programas como AutoCAD y AutoCAD Plant, que son habitualmente usados para crear dibujos técnicos, más usados por ingenieros, tecnólogos y personas dedicadas a diseño gráfico.

En el caso de AutoCAD es usado para diseñar, CAD en inglés quiere decir Computer Aid Design, en el programa se pueden crear una variedad de diseños técnicos, en 2d y 3d, planos, objetos, etc.

Por su parte el AutoCAD Plant es un software 3D para el diseño, modelado y desarrollo de procesos de plantas industriales. AutoCAD Plant 3D es un recurso muy útil que permite de la manera más moderna hacer diseños en 3D, esta herramienta es comúnmente utilizada en el área de ingeniería y diseño.

### **Pasos para la elaboración del diseño**

Una vez conocida el área que la Universidad facilitó para el desarrollo de este proyecto, que cuenta con un espacio de 25m<sup>2</sup> metros cuadrados, se procedió a iniciar el **diseño de la planta de tratamiento de aguas a escala piloto**, colocando como primer punto los cimientos que soportaran la estructura metálica de la instalación, además se procedió a colocar riostras que serán el soporte del cercado metálico que tendrá el proyecto, cerrando de esa manera contorno de la planta con bloques.

A un lado de los cimientos se agregó el pozo de agua existente en el alma mater, el cual en la actualidad cumple funciones como tratamiento primario de aguas residuales, siendo este el único sistema de tratamiento que tiene UNEMI para aguas residuales. Este pozo servirá como fuente principal de abastecimiento de aguas residuales que serán tratadas con la nueva planta a escala piloto con filtro de lecho fijo aireado.

Se colocó encima de las bases o riostras una estructura que será la parte externa la cual estará encargada de cubrir toda el área de las instalaciones, principalmente se usó perfiles metálicos como UPN -80.

En el siguiente gráfico se observa como se ha procedido a colocar todo soporte o estructura interna de la planta de tratamiento a escala piloto, con la utilización de diferentes tipos de vigas y perfiles metálicos como son UPN-80, T-30x30mm, L-30x3mm, UPN-170 y placas soportes con espesor de 3mm que anclan las bases de la estructura al concreto.

A continuación, se realizó el diseño de los equipos que intervienen durante el proceso de tratamiento de agua.

Bombas de agua: las mismas serán utilizadas con dos fines, el primero será para la succión del agua residual que será llevada desde el pozo hasta el sistema de tratamiento, la segunda bomba tiene como fin la recirculación del cuerpo hídrico durante el procedimiento en la nueva planta a escala piloto.

Tablero eléctrico: su fin será controlar la parte eléctrica de las bombas para su adecuado funcionamiento.

Recipientes: Es una de las partes fundamentales del proceso, debido a que ahí se llevara a cabo el proceso de tratamiento de tratamiento biológico secundario, en el interior del recipiente se deberá encontrar un mallado especial que sirve para atrapar los sólidos de mayor tamaño y con esto evitar que se presenten atascamientos por solidos de mayor volumen dentro de los filtros del sistema de tratamiento, cabe recalcar que el atascamiento es uno de los principales inconvenientes que afectan dentro de los sistemas de tratamientos biológicos.

En la siguiente presentación se observa como los equipos previamente diseñados ya han sido colocados en su respectiva ubicación, adicionalmente se presenta como fue colocado el grating (piso metálico) de 1000x2000mm, sirviendo como base para el pasillo de la instalación

Se presenta un esquema gráfico del diseño de las conexiones de tuberías de agua que tendrá la planta de tratamiento de agua residual a escala piloto, las cuales están compuestas por tubos de PVC de ¼" de pulgada. Además, se observa la colocación de las válvulas de cierre rápido para el control óptimo del fluido dentro del proceso, sirviendo así las válvulas para la toma de muestras para la verificación de la calidad, proceso y también para purgar el sistema cuando sea necesario.

Para la parte final del diseño se procede a ubicar el cerramiento de las instalaciones, el mismo que estará compuesto de mallas electrosoldadas en todo el perímetro, también se observa el techado, el cual estará constituido de planchas de zinc, el diseño contiene una puerta de entrada hacia las instalaciones de la planta de tratamiento de agua residual a escala piloto la cual brindará más seguridad.

En la siguiente lamina, tenemos el diseño de la parte interior de los reactores el cual será construido con varilla de Ø5.5 mm con una altura de 700 mm que es la parte donde se concentrará el proceso biológico de nuestra planta.

Dentro de este cilindro se encontrarán ubicados pedazos de manguera de Ø ½", los cuales ayudarán a aumentar el área de contacto con los microorganismos que realizan la depuración.

Por la parte central pasará una manguera la cual se conecta a un tipo de flauta ubicada en la parte inferior del reactor con el fin de suministrar aire al proceso biológico. Todo esto podrá ser observado por los visores de las partes laterales de los reactores.

A continuación, se exponen tres diferentes tipos de vista del <sup>5</sup> diseño de la planta de tratamiento de agua a escala piloto.

### **Planos constructivos**

A continuación, observamos una vista isométrica de la línea 1 de ductería, la cual consta de 2 conexiones la primera va desde la toma de agua cruda del tanque séptico hacia la entrada de la bomba P1(ISO L1-1) y la segunda va desde la salida de la bomba P1 hacia la conexión al reactor R1 (ISO L1-2).

A continuación, observamos una vista isométrica de la línea 2 de ductería, la cual consta de 2 conexiones la primera va desde la toma de agua cruda del tanque séptico hacia la entrada de la bomba P2(ISO L2-1) y la segunda va desde la salida de la bomba P2 hacia la conexión al reactor R1 (ISO L2-2).

La siguiente lámina es la representación gráfica de la línea 3 de ductería la cual consta de 9 conexiones las cuales son:

ISO L3-1 → Conexión entre reactores R1 y R4.

ISO L3-2 → Conexión entre reactores R3 y R4.

ISO L3-3 → Conexión entre reactores R2 y R3.

ISO L3-4 → Conexión entre salida de reactor R3 y válvula.

ISO L3-5 → Conexión desde salida de válvula (Toma de muestra P3).

ISO L3-6 → Bifurcación entre conexión de reactores R2 y R3 a válvula.

ISO L3-7 → Conexión desde salida de válvula (Toma de muestra P2).

ISO L3-8 → Conexión entre salida de reactor R1 y válvula.

ISO L3-9 → Conexión desde salida de válvula (Toma de muestra P1).

Dentro de esta lámina está representada la línea 4 la cual posee 12 conexiones las cuales son:

ISO L4-1 → Conexión intermedia entre reactores R3 y R4.

ISO L4-2 → Conexión entre salida de reactor R3 y válvula.

ISO L4-3 → Bifurcación conexión de reactor R4 y válvula.

ISO L4-4 → Conexión intermedia de reactor R4.

ISO L4-5 → Conexión entre salida de reactor R4 y válvula.

ISO L4-6 → Conexión desde salida de válvula (punto de purga 1)

ISO L4-7 → Conexión intermedia entre reactores R1 y R2.

ISO L4-8 → Conexión entre salida de reactor R2 y válvula.

ISO L4-9 → Bifurcación conexión de reactor R1 y válvula.

ISO L4-10 → Conexión intermedia de reactor R1.

ISO L4-11 → Conexión entre salida de reactor R1 y válvula.

ISO L4-12 → Conexión desde salida de válvula (punto de purga 2)

### **Tablas de costos**

El siguiente apartado consta de dos tablas, en la primera se hace un desglose detallado de los materiales que se necesitan para la construcción de la planta de aguas residuales, en dicha tabla se hace la especificación de la cantidad que se usará, el costo por unidad y el costo total.

Es esta tabla se especifica el costo de la obra civil, la descripción de los materiales a usar, la cantidad, costo unitario y valor total.

### **Tabla comparativa de la eficiencia del sistema**

A continuación, se presenta una tabla donde se realiza un análisis comparativo entre la tecnología actual, los valores máximos permisibles según la normativa ecuatoriana vigente y los valores a obtener con la implementación de la tecnología propuesta; donde se evalúa el DBO, DQO, NTK y SST. Adicionalmente se detalla un factor de eficiencia del tratamiento propuesta frente al actual.

## CONCLUSIONES

Luego de realizar el análisis respectivo acorde a la problemática planteada en el campus universitario, se determinó proponer el <sup>5</sup> diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales a escala piloto con el objetivo de mejorar los vertidos hacia un cuerpo hídrico, en una línea de investigación que permitió generar desarrollo y seguridad en el aspecto industrial.

Para dar tratamiento a las aguas residuales, se tomaron en cuenta fundamentaciones teóricas, aplicadas en el país y también fuera del territorio nacional, esto nos ayudó a conocer las diferentes tecnologías <sup>4</sup> que se aplican al tratamiento de aguas residuales, emplear la más factible según el medio.

Una vez conocidos los tipos de tecnología por medio de un análisis exhaustivo, se determinó que el filtro de lecho fijo aireado está acorde a las necesidades que demanda la institución, este fue el sistema más favorable y adecuado para el lugar donde tendrá vida útil.

Antes de poner en marcha de manera física la planta, fue necesario realizar el diseño con planos constructivos, lo que permite ver de manera detallada cada una de los pasos a seguir en forma secuencial teniendo un orden específico, esto ayudará para que en el momento de ensamblar no existan equivocaciones y que en un futuro se puedan hacer en caso de necesitarlo una reingeniería por parte del personal sin ningún inconveniente.

## RECOMENDACIONES

Considerando cada uno de los aspectos importantes y que pueden ayudar al crecimiento del proyecto, es fundamental tomar en cuenta las recomendaciones que se presentan a continuación:

### **Aplicación**

- Se recomienda que se haga la implementación de este diseño planteado en el presente proyecto de titulación para que exista el debido tratamiento de aguas residuales en la Universidad Estatal de Milagro.

### **Investigaciones continuas**

- Es importante que se siga haciendo una investigación constante sobre este tipo de sistemas ya que ayudan y benefician al medio ambiente.

### **Revisión de los procesos**

- Es fundamental que el personal realice una revisión periódica de los planos donde se determinan los diferentes procesos que cumple la planta de lecho fijo aireado, con el fin de constatar si la planta sigue cumpliendo las funciones para las cuales fue creada, caso contrario se proceda con una reingeniería.

### **Actualización y crecimiento**

- Es factible que el proyecto no se solo aplicado a escala piloto, es decir a una escala reducida, sino que tenga un crecimiento a escala industrial y que pueda ser replicado en más instituciones del país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <sup>3</sup> Bofill-Mas, S., Clemente-Casares, P., Albiñana-Giménez, N., De Porta, C. M. M., Gonfa, A. H., & Llop, R. G. (2005). Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos. *Revista Espanola de Salud Publica*, 79(2), 253–269.
- Código orgánico del ambiente. (2017). Código orgánico del ambiente.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 Decreto Legislativo 0 Registro Oficial, 136.
- <sup>8</sup> Díaz, W. (2017). EVALUACION Y OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE TENA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.
- Fernández, I. (2008). Escuela Técnica Superior De Localidad De Guelatao De Juárez , Oaxaca.
- García, E. (1985). Aguas Residuales: Composicion. *Aguas Residuales. Composición*, 22.
- Halling, S. (1993). *The Removal of Nitrogen Compounds From Wastewater*.
- Heras, M. (2011). Universidad Estatal.
- Jacome, A. (2015). *LECHO AIREABLE SUMERGIDO FIJO*.
- <sup>7</sup> Ley de Gestión Ambiental. (2004). *Ley De Gestion Ambiental, Codificacion. Codificacion De La Ley De Gestion Ambiental* (Vol. 53).  
<sup>7</sup> <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Martínez, P. (2002). Universidad de Murcia. *Sapientia*, 57, 185.
- <sup>4</sup> Organismo de evaluación y fiscalización ambiental. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*.
- Pardo, C. F. (n.d.). Agua y desarrollo humano, 12–30.
- Prieto, L. (2013). Tesis\_Lucia\_del\_Pilar\_Prieto.
- Quispe, D. (2011). Universidad nacional del altiplano facultad de ciencias agrarias, 106.
- Segura, L. (2007). Estudio de los antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia.
- TULSMA. (2016). Anexo 1. *¿Nombres o Apellidos?* <https://doi.org/10.4000/books.ifea.4454>
- UNESCO. (2017). *Aguas residuales - El recurso no explotado*.
- <sup>1</sup> Valero Valero, D. M. (2014). Tratamiento de las aguas residuales de la industria de la almendra mediante técnicas electroquímicas. Estudio de la alimentación de los sistemas mediante energía fotovoltaica. *Universidad de Alicante*, 304.

Villacis, A. G. (2011). <sup>2</sup> Estudio de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales para reducir la contaminación de Río Ambato y los sectores aledaños, en el sector de Pisocucho, de la parroquia Izamba, del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, 254.

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

4%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE  
INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

FUENTES PRIMARIAS

---

1

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

1%

2

documents.mx

Fuente de Internet

1%

3

www.redalyc.org

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

5

www.ipn.edu.mx

Fuente de Internet

<1%

6

www.lamana.gob.ec

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to Universidad Politecnica Salesiana  
del Ecuador

Trabajo del estudiante

<1%

8

Submitted to Universidad Manuela Beltrán  
Virtual

Trabajo del estudiante

<1%

---

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 20 words

Excluir bibliografía

Apagado