

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TEMA:

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DEL SEMI-PROCESADO DE BRÓCOLI DE LA EMPRESA PRO FLORET UBICADA EN EL BARRIO RUMIPAMBA CENTRAL DEL CANTÓN SALCEDO PERIODO 2015”.

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE**

AUTOR:

PILATUÑA BASTIDAS BYRON RODRIGO

DIRECTOR:

Dr. POLIVIO MORENO.

LATAACUNGA – ECUADOR

JULIO 2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Byron Byron Rodrigo Pilatuña Bastidas con cedula N 050188910-9; declaro libremente que el trabajo de tesis titulado **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DEL SEMI-PROCESADO DE BRÓCOLI DE LA EMPRESA PRO FLORET UBICADA EN EL BARRIO RUMIPAMBA CENTRAL DEL CANTÓN SALCEDO PERIODO 2015”** es auténtica personal por lo que me responsabilizo, ya que es el resultado de mi investigación realizada en las diferentes fuentes bibliográficas citadas, así como el trabajo de campo. A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual a lo desarrollado en el presente trabajo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

POSTULANTE:

Byron Rodrigo Pilatuña Bastidas

C.C 050188910-9

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Dr. Polivio Moreno, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la Presente Tesis de Grado: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DEL SEMI-PROCESADO DE BRÓCOLI DE LA EMPRESA PRO FLORET UBICADA EN EL BARRIO RUMIPAMBA CENTRAL DEL CANTÓN SALCEDO PERIODO 2015”**.

De autoría del Señor Byron Rodrigo Pilatuña Bastidas, de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente.

CERTIFICO: Que ha sido prolijamente realizadas las correcciones emitidas por el Tribunal de Tesis. Por lo tanto Autorizo la presentación de este empastado; mismo que está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, vigente.

Salache, Junio 2015

Dr. Polivio Moreno.

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

LATACUNGA-COTOPAXI- ECUADOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de miembros del tribunal por el acto de Defensa de Tesis de la Señor. Postulante. Pilatuña Bastidas Byron Rodrigo con el tema: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DEL SEMI-PROCESADO DE BRÓCOLI DE LA EMPRESA PRO FLORET UBICADA EN EL BARRIO RUMIPAMBA CENTRAL DEL CANTÓN SALCEDO PERIODO 2015”**. Se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutadas a entera satisfacción, por lo que autorizamos a continuar con el trámite correspondiente.

Ing. Alexandra Tapia Borja
Presidenta del Tribunal
CC.050266175-4

Ing. Alicia Porras Angulo
Opositora del Tribunal
CC.050227947-4

Ing. Ivonne Endara Campaña
Miembro del Tribunal
CC.050224867-7



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **PILATUÑA BASTIDAS BYRON RODRIGO**, cuyo título versa **“DETERMINACION DE LA CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DEL SEMI PROCESADO DE BRÓCOLI DE LA EMPRESA PRO FLORET UBICADA EN EL BARRIO RUMIPAMBA CENTRAL DEL CANTÓN SALCEDO PERIODO 2015”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Junio del 2015

Atentamente,


Msc. Alison Mena Bartheloty
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 050180125-2

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de graduación principalmente a Dios, a mi Madre, por ser el ser que me dio la vida y me apoyo en mis primeras etapas de educación.

A mis hermanos Daniela que me presto ayuda incondicional quitándole tiempo con su familia, a Iván que me dieron fuerzas de apoyo así como en muchas otras instancias para culminar mis estudios.

A mi familia Marcia Moya Madre de mis tres hijos que supo comprenderme por robarle valiosos momentos con mi familia y apoyarme incondicionalmente.

A mis tres hijos Axl Enmanuelle, Jeremy David y Byron Israel Pilatuña Moya por entenderme al robarles muchas horas de tiempo con ellos y dedicarlos al estudio pero el sacrificio tuvo éxito y es por ellos que lo hice.

Byron Rodrigo Rodrigo Pilatuña Bastidas

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a mi Universidad Técnica de Cotopaxi y en especial a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, que me dio la oportunidad para culminar una meta más en mi vida.

Un agradecimiento especial al Dr Polivio Moreno Director de tesis, quien con su apoyo incondicional, ha hecho posible el desarrollo de esta investigación.

A todos los docentes que directa e indirectamente fueron baluartes para mi formación académica durante mi vida universitaria, y a los miembros del tribunal que me guiaron y me indicaron el camino para el culmino de mi carrera.

¡Gracias! y un dios les pague

El Autor.

TEMA DE TESIS

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DEL SEMI-PROCESADO DE BRÓCOLI DE LA EMPRESA PRO FLORET UBICADA EN EL BARRIO RUMIPAMBA CENTRAL DEL CANTÓN SALCEDO PERIODO 2015”.

AUTOR: BYRON RODRIGO PILATUÑA BASTIDAS

DIRECTOR: Dr POLIVIO MORENO

RESUMEN

En el presente trabajo investigativo realizado en los predios de la empresa Pro Floret, la misma que tomando en cuenta los resultados veraces y concretos obtenidos del estudio de laboratorio se ha planteado una propuesta para el manejo y mejoramiento de la calidad de agua residual de la empresa, en el mismo que se propone la aplicación de métodos de tratamiento primario, secundario y terciario para mejorar la calidad de agua residual en un tiempo determinado para la depuración del efluente generado, para lo cual se realizó un cálculo de acuerdo al caudal generado y de acuerdo con la carga contaminante detectada en ella. La propuesta y el diseño de una planta depuradora de agua residual generada por el proceso productivo de la empresa, se han tomado en cuenta los criterios establecidos según el caudal de diseño Lozano-Rivas, **2012** y está enfocada a la reducción de la carga contaminante del agua residual, tomando en cuenta todos los parámetros que para su diseño amerita. El cálculo del caudal se lo hizo superior al generado siendo éste mayor que el existente, con la finalidad de prever futuros incrementos dentro del proceso que puedan afectar el volumen del agua, con esto evitaríamos complicaciones del funcionamiento de la planta depuradora; la propuesta realizada queda a consideración del propietario de la empresa Pro Floret para que pueda llevarse a cabo el momento que el estime conveniente.

TOPIC

“DETERMINATION OF RESIDUAL WATER TO SEMI BROCCOLI PROCESS IN PRO FLORET ENTERPRISE LOCATED IN RUMIPAMBA NEIGHBORHOOD IN SALCEDO CANTON IN THE PERIOD 2015”.

AUTHOR: PILATUÑA BASTIDAS BYRON RODRIGO

DIRECTOR: Dr POLIVIO MORENO

ABSTRACT

The present researching was done in Pro Floret enterprise taking account the real results obtained in a laboratory study; where a worked job has been showed for a best quality use in a residual water in the enterprise, in this is applied methods to first, second and third treatment to improve the residual water in a specific time for the purification of effluent generated according with the polluted load found in it. For the proposal and design to a purification station to residual water produced by the productive process in the enterprise; it will be considered the established parameters according to the volume to design Lozano-Rivas 2012; and it is focused to reduce the polluted load in residual water. The bill for the volume was made the above being generated a bigger than the existing one, with an objective to see the future to increase in the process that affect the water volume, with it will avoid problems in the management in the purification station; the proposal is down to consideration of the owner of the company Pro Floret, so that it can be carried out to consider suitable.

INDICE

Contenido

| | |
|---|------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA..... | ii |
| AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS..... | iii |
| CERTIFICACIÓN..... | iv |
| DEDICATORIA..... | vi |
| AGRADECIMIENTO..... | vii |
| TEMA DE TESIS..... | viii |
| “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DEL SEMI- PROCESADO DE BRÓCOLI DE LA EMPRESA PRO FLORET UBICADA EN EL BARRIO RUMIPAMBA CENTRAL DEL CANTÓN SALCEDO PERIODO 2015”..... | viii |
| AUTOR: BYRON RODRIGO PILATUÑA BASTIDAS..... | viii |
| DIRECTOR: Dr POLIVIO MORENO..... | viii |
| RESUMEN..... | viii |
| TOPIC..... | ix |
| “DETERMINATION OF RESIDUAL WATER TO SEMI BROCCOLI PROCESS IN PRO FLORET ENTERPRISE LOCATED IN RUMIPAMBA NEIGHBORHOOD IN SALCEDO CANTÓN IN THE PERIOD 2015”..... | ix |
| INDICE..... | x |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xvi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xvii |
| I. PROBLEMATIZACIÓN..... | xix |
| II. JUSTIFICACIÓN..... | xxi |
| III. OBJETIVOS..... | xxii |
| OBJETIVO GENERAL..... | xxii |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | xxii |

| | |
|--|----------|
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1. MARCO TEÓRICO..... | 1 |
| 1.1 AGUA | 1 |
| 1.1.1 Definición..... | 1 |
| 1.1.2 Estructura del Agua | 2 |
| 1.1.3 Propiedades del Agua | 2 |
| 1.1.3.1 Acción Disolvente: | 3 |
| 1.1.3.2 Elevada Fuerza de Cohesión: | 3 |
| 1.1.3.3 Calor Específico: | 3 |
| 1.1.3.4 Elevado Calor de Vaporización: | 3 |
| 1.1.3.5 Ionización del Agua: | 3 |
| 1.1.3.6 Conductividad Eléctrica: | 4 |
| 1.1.4 Distribución del Agua En la Tierra | 4 |
| 1.1.5 Ciclo Hidrológico del Agua | 6 |
| 1.1.6 Importancia del Agua para la Vida. | 7 |
| 1.1.7 Usos Del Agua..... | 7 |
| 1.1.7.1 Uso doméstico del Agua..... | 7 |
| 1.1.7.2 El Agua en la Agricultura | 10 |
| 1.1.7.3 El uso del Agua en la Industria..... | 11 |
| 1.1.7.4 El Agua como Transmisor de Calor | 12 |
| 1.1.7.5 Procesamiento de Alimentos | 13 |
| 1.1.7.6 Aplicaciones Químicas..... | 14 |
| 1.1.7.7 El Agua empleada como Disolvente | 15 |
| 1.2 CALIDAD DE AGUA..... | 16 |
| 1.2.1 Definición..... | 16 |
| 1.2.2 Deterioro De La Calidad De Agua | 17 |

| | |
|---|----|
| 1.2.3 Contaminación del Agua | 20 |
| 1.3 AGUAS RESIDUALES | 21 |
| 1.3.1 Clasificación de las Aguas Residuales..... | 21 |
| 1.3.1.1 Aguas Residuales Urbanas | 22 |
| 1.3.1.2 Aguas Residuales Industriales | 24 |
| 1.3.1.3 Tipos de Vertidos Industriales | 24 |
| 1.3.1.4 Clasificación de las Industrias según sus Vertidos..... | 25 |
| 1.3.2 Olores Generados Por Las Aguas Residuales | 26 |
| 1.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO | 27 |
| 1.4.1 El sistema de Alcantarillado Sanitario | 27 |
| 1.4.2 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. | 28 |
| 1.4.3 Etapas de Tratamiento | 29 |
| 1.4.3.1 Tratamiento Preliminar | 29 |
| 1.4.3.2 Tratamiento Primario | 29 |
| 1.4.3.3 Tratamiento Secundario..... | 30 |
| 1.4.3.4 Tratamiento Terciario..... | 33 |
| 1.5 CULTIVO DE BRÓCOLI | 36 |
| 1.5.1 Generalidades | 36 |
| 1.5.2 Clima..... | 37 |
| 1.5.3 Suelo..... | 37 |
| 1.5.4 Manejo de la Plantación | 38 |
| 1.5.5 Plagas y enfermedades..... | 39 |
| 1.5.6 Cosecha | 39 |
| 1.6 LEGISLACIÓN VIGENTE..... | 41 |
| 1.6.1 Constitución de la República del Ecuador..... | 41 |
| 1.6.2 Tratados Internacionales del Agua | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 1.6.3 Leyes..... | 43 |
| 1.6.4 Normas | 44 |
| 1.6.4.1 Normas de descarga de Efluentes al Sistema de Alcantarillado público | 45 |
| 1.7 MARCO CONCEPTUAL..... | 49 |
| CAPÍTULO II | 53 |
| 2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 53 |
| 2.1 DISEÑO METODOLÓGICO | 53 |
| 2.1.1 Tipos De Investigación..... | 53 |
| 2.1.2 Métodos y Técnicas | 54 |
| 2.1.2.1 Métodos | 54 |
| 2.1.2.2 Técnicas | 55 |
| 2.1.3. Materiales y Equipos | 55 |
| 2.1.3.1 Materiales | 55 |
| 2.1.3.2 Equipos..... | 55 |
| 2.1.4 Metodología | 56 |
| 2.1.4.1 Recolección De Información: | 56 |
| 2.1.4.2 Muestreo De Agua: | 56 |
| 2.1.4.3 Toma de Muestra simple | 57 |
| 2.1.4.4 Procedimiento para recolección de las Muestras..... | 57 |
| 2.1.4.5 Para la conservación de las muestras | 59 |
| 2.1.4.6 Identificación y registros de las muestras..... | 60 |
| 2.1.4.7 Identificación de las muestras de Pro Floret..... | 60 |
| 2.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... | 61 |
| 2.2.1 Descripción Del Área De Estudio | 61 |
| 2.2.1.1 Ubicación | 62 |
| 2.2.1.2. Límites | 62 |

| | |
|--|----|
| 2.2.1.3. <i>Coordenadas</i> | 63 |
| 2.2.1.4 <i>Servicios básicos</i> | 63 |
| 2.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 63 |
| 2.3.1 <i>Descripción Del Proceso Productivo De la Empresa Pro Floret</i> | 63 |
| 2.3.2 <i>Resultados del Análisis en laboratorio del Agua Residual Tomada en la Empresa Pro Floret</i> | 68 |
| 2.3.2.1 <i>Diagnóstico de los resultados</i> | 74 |
| CAPÍTULO III | 75 |
| 3. PROPUESTA DEL DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA RESIDUAL DEL SEMI PROCESADO DE BRÓCOLI EN LA FLORETEADORA PRO FLORET. | 75 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN | 75 |
| 3.1.1 <i>Implantación del proyecto</i> | 76 |
| 3.2 JUSTIFICACIÓN | 77 |
| 3.3 OBJETIVO..... | 77 |
| 3.3.1 <i>Objetivo</i> | 77 |
| 3.3.1.1 <i>Resultados esperados</i> | 78 |
| 3.3.1.2 <i>Fundamentos teóricos</i> | 78 |
| 3.4 CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA RESIDUAL DE LA EMPRESA PRO FLORET | 81 |
| 3.4.1 <i>Calculo del agua residual Generada por día</i> | 81 |
| 3.4.2.1 <i>Diseño del canal</i> | 82 |
| 3.4.2.2. <i>Rejillas Finas</i> | 85 |
| 3.4.3 <i>Tratamiento secundario Planta de retención de solidos disueltos</i> | 87 |
| 3.4.3.1 <i>Aspectos teóricos</i> | 87 |
| 3.4.3.2. <i>Consideraciones que se debe tomar en cuenta para la implementación de una planta</i> | 87 |

| | |
|---|-----|
| 3.4.3.3 <i>Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa “Pro Floret”</i> | 89 |
| 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 99 |
| 4.1.CONCLUSIONES..... | 99 |
| 4.2 RECOMENDACIONES..... | 101 |
| 5 BIBLIOGRAFÍA..... | 102 |
| 5.1 BIBLIOGRAFÍA CITADA..... | 102 |
| 5.2 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA..... | 104 |
| 5.3 LINGÜÍSTICA..... | 104 |
| ANEXOS..... | 106 |
| ANEXO 1..... | 107 |
| ANEXO 2..... | 110 |
| ANEXO 3..... | 113 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| GRÀFICO N°1 COMPOSICION DEL AGUA..... | 4 |
| GRÀFICO N° 2 DISTRIBUCIÒN DEL AGUA EN LA TIERRA..... | 5 |
| GRÁFICO N° 3 CICLO HIDROLÓGICO DEL AGUA..... | 6 |
| GRÁFICO N° 4 NIVELES DE NITRATOS: CONCENTRACIONES EN LA DESEMBOCADURA DE LOS RÍOS..... | 19 |
| GRÁFICO N° 5 UBICACIÓN..... | 62 |
| GRÁFICO N° 6 VISTA SUPERIOR DE LA PLANTA..... | 94 |
| GRÁFICO N° 7 VISTA LATERAL..... | 95 |
| GRÀFICO N° 8 MALLAS PARA LA PLANTA..... | 96 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA Nº 1 CONSUMO APROXIMADO DE AGUA POR PERSONA DIA... | 9 |
| TABLA Nº 2 FLUJOGRAMA DE PROCESO DE BRÒCOLI EN LA SALA DE CORTE PRO FLORET..... | 40 |
| TABLA Nº3 LÌMITES DE DESCARGA AL SITEMA DE ALCANTARILLADO PÙBLICO TABLA 11..... | 46 |
| TABLA Nº4 FLUJOGRAMA DE PROCESO DE BRÒCOLI EN LA SALA DE CORTE PRO FLORET..... | 64 |
| TABLA Nº5 RESULTADOS DEL ANÀLISIS FÌSICO DE LA PRIMERA MJUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET..... | 69 |
| TABLA Nº6 RESULTADOS DEL ANÀLISIS QUÌMICO DE LA PRIMERA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET..... | 69 |
| TABLA Nº 7 RESULTADOS DEL ANÀLISIS FÌSICO DE LA SEGUNDA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET..... | 70 |
| TABLA Nº 8 RESULTADO DEL ANÀLISIS QUÌMICO DE LA SEGUNDA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET..... | 70 |
| TABLA Nº 9 RESULTADO DEL ANÀLISIS FÌSICO DE LA TERCERA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET..... | 71 |
| TABLA Nº 10 RESULTADO DEL ANALISIS QUÌMICO DE LA TERCERA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET..... | 71 |
| TABLA Nº11 INTERPRETACION DEL ANÀLISIS FÌSICO DE LA PRIMERA MUESTRA LA MAS CRÌTICA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET..... | 72 |
| TABLA Nº12 INTERPRETACION DEL ANÀLISIS QUÌMICO DE LA PRIMERA MUESTRA LA MAS CRITICA DEL AGUA RESISUAL DE PRO FLORET..... | 73 |
| TABLA Nº13 ITEMS PARA CALCULAR EL CAUDAL DE DISEÑO..... | 89 |
| TABLA Nº14 DIMENSIONES PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO..... | 92 |
| TABLA Nº15 CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA PLANTA..... | 93 |

| | |
|--|----|
| TABLA N°16 PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE EFLUENTES..... | 98 |
|--|----|

I. PROBLEMATIZACIÓN

De acuerdo al Banco Mundial, menos del 5% de las aguas de alcantarillado de las ciudades reciben tratamiento, con la ausencia de tratamiento, las aguas negras son por lo general vertidas en aguas superficiales, creando un riesgo obvio para la salud humana, la ecología y los animales.

En Latinoamérica, muchas corrientes son receptoras de descargas sean estas domésticas e industriales, la región presenta intenso interés en la preservación y protección del medio ambiente, además cabe mencionar una preocupación por el aumento en la producción de las aguas residuales, la población urbana de Latinoamérica tiene acceso a servicios de recolección de aguas de alcantarillado, pero existe una gran variación entre los países de la región.

La mayor parte de las aguas negras no han recibido tratamiento, aun sucediendo esto en las grandes ciudades, el tratamiento de aguas residuales en Latinoamérica la identificación del problema como la Ciudad de México y São Paulo se encuentran a menudo altamente contaminadas, es difícil generalizar acerca de cualquier condición en Latinoamérica, debido a la diversidad económica, social, ambiental y técnicas de la región, tanto entre país y país como dentro de una misma nación, por tal motivo una gran inquietud, es la gente pobre que vive en áreas urbanas y habita en colonias y áreas que no son adecuadas para el desarrollo. Por ende limitan la implementación de alternativas de recolección de aguas residuales para su tratamiento y mantener las condiciones salubres.

El estado actual del tratamiento de las aguas residuales y domésticas y municipales en el Ecuador es preocupante, salvo algunos municipios grandes que poseen alguna tecnología, por lo cual no hay un adecuado tratamiento y no existe un suficiente manejo de tecnologías aplicadas al tratamiento de aguas residuales.

El servicio de alcantarillado es deficiente, existiendo en muchos sectores carencia de este, razón por la cual se utilizan pozos sépticos especialmente en los sectores rurales, determinado ineficiencia del sistema, a tornando que las aguas residuales sean un problema a nivel nacional para la salud por lo que podemos determinar que el estado actual del tratamiento de aguas residuales necesita implementar mejoras en el sistema saneamiento de aguas residuales.

Las aguas residuales en la provincia de Cotopaxi, el problema que han generado y según estudios realizados por, la Secretaría Nacional de Agua, el Instituto Nacional del Riego de Cotopaxi y otras entidades demuestran que el Cutuchi es un río “muerto” por los altos niveles de contaminación, en sus aguas con alta presencia de boro, químico que causa trastornos neurológicos y tumores malignos, debido a la descarga adicional de las 41 industrias, metalúrgicas, curtiembres, molineras, talleres, aglomerados, floricultoras, ubicadas cerca del afluente.

Siendo específicos y tomando en cuenta la problemática del Cantón Salcedo, las aguas residuales del sistema de alcantarillado de la ciudad y sumándose a esto las aguas residuales de las industrias existentes se descargan directamente por el sistema de alcantarillado, en varios puntos del río Cutuchi y la quebrada Compadre Guayco, generando malos olores, contaminación del suelo y del agua, , se convertía en un problema grave de salud para la ciudadanía salcedense y el deterioro de sus recursos naturales

II. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad realizar una propuesta con medidas correctivas para disminuir la contaminación producida por el agua residual del semi-procesado del brócoli la misma que es vertida directamente al alcantarillado, previniendo de esta manera que el sistema de alcantarillado del barrio Rumipamba colapse en un futuro por taponamiento debido a los residuos orgánicos que esta acarrea, pudiendo provocar diversos impactos negativos, es por ello que se diseñará una propuesta de medidas de tratamiento de sus aguas residuales.

Esta investigación tiene una relevancia social donde no solo se beneficiara la empresa Pro Floret sino también la comunidad del sector, ya que con los resultados de los análisis del agua residual de la empresa servirá para plantear la propuesta y el tipo de medidas correctivas para mejorar la calidad del agua residual, antes de ser vertida al alcantarillado público. Siendo la primera empresa de esta índole en el sector que instala una medida correctiva de sus efluentes por lo cual cabe recalcar que este estudio se convierte en una alternativa fundamental para dar solución al problema de la contaminación por aguas residuales colaborando con la población y la protección de la salud humana.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Determinar la calidad de agua residual del semi-procesado de brócoli para el diseño de una planta de tratamiento en la empresa Pro Floret Ubicada en el barrio Rumipamba Central del Cantón Salcedo, período 2015.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar la situación actual del agua residual generada en el semi-procesado de brócoli de la empresa Pro Floret
- Caracterizar el agua residual de la empresa Pro Floret mediante un análisis físico químico en laboratorio.
- Elaborar el diseño de la planta de tratamiento del agua residual en la floreteadora Pro floret.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 AGUA

1.1.1 Definición

Según: RODIER, Jean. (2011). “El agua es una sustancia incolora, inodora, e insípida, fundamental para la vida y presente en la mayoría de los componentes que integran la tierra”. p.58

Este compuesto, según su fórmula, está constituido por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Puede hallarse en diferentes estados: líquido, es el agua de lluvia, que se encuentra en los ríos, mares, lagos, etc; sólido, es decir, en forma de hielo; y gaseoso, aunque cotidianamente llamamos agua al estado líquido de la misma; proviene del latín (aqua) y dice que es la sustancia formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, es líquida, inodora, insípida en cantidades pequeñas es incolora y toma un color verdosa o azulada en grandes masas.

1.1.2 Estructura del Agua

Según RAMIREZ, Francisco. (2005). Manifiesta “La molécula de agua está formada por dos átomos de H unidos a un átomo de O por medio de dos enlaces covalentes”. p. 34

El ángulo entre los enlaces H-O-H es de $104'5''$. El oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno y atrae con más fuerza a los electrones de cada enlace, el resultado es que la molécula de agua aunque tiene una carga total neutra, presenta una distribución asimétrica de sus electrones, lo que la convierte en una molécula polar, alrededor del oxígeno se concentra una densidad de carga negativa, mientras que los núcleos de hidrógeno quedan parcialmente desprovistos de sus electrones y manifiestan, por tanto, una densidad de carga positiva.

Según SEOANES, Mario. (2005). Dice por ello se dan interacciones dipolo-dipolo entre las propias moléculas de agua, formándose enlaces por puentes de hidrógeno, la carga parcial negativa del oxígeno de una molécula ejerce atracción electrostática sobre las cargas parciales positivas de los átomos de hidrógeno de otras moléculas adyacentes. p. 48

Aunque son uniones débiles, el hecho de que alrededor de cada molécula de agua se dispongan otras cuatro moléculas unidas por puentes de hidrógeno permite que se forme en el agua (líquida o sólida) una estructura de tipo reticular, responsable en gran parte de su comportamiento anómalo y de la peculiaridad de sus propiedades fisicoquímicas.

1.1.3 Propiedades del Agua

Según RAMIREZ, Francisco. (2005). Manifiesta que el agua tiene las siguientes propiedades:

1.1.3.1 Acción Disolvente:

El agua es el líquido que más sustancias disuelve, por eso decimos que es el disolvente universal. La capacidad disolvente es la responsable de que sea el medio donde ocurren las reacciones del metabolismo.

1.1.3.2 Elevada Fuerza de Cohesión:

Los puentes de hidrógeno mantienen las moléculas de agua fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi incompresible. Al no poder comprimirse puede funcionar en algunos animales como un esqueleto hidrostático.

1.1.3.3 Calor Específico:

El agua puede absorber grandes cantidades de "calor" que utiliza para romper los puentes de hidrógeno por lo que la temperatura se eleva muy lentamente. Esto permite que el citoplasma acuoso sirva de protección ante los cambios de temperatura, así se mantiene la temperatura constante.

1.1.3.4 Elevado Calor de Vaporización:

Para evaporar el agua, primero hay que romper los puentes y posteriormente dotar a las moléculas de agua de la suficiente energía cinética para pasar de la fase líquida a la gaseosa.

Para evaporar un gramo de agua se precisan 540 calorías, a una temperatura de 20° C y presión de 1a atmósfera.

1.1.3.5 Ionización del Agua:

El agua pura tiene la capacidad de disociarse en iones, por lo que en realidad se puede considerar una mezcla de:

- Agua molecular
- Protones hidratados
- Iones hidroxilo

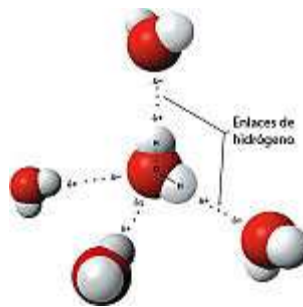
1.1.3.6 Conductividad Eléctrica:

Cuando esta pura es relativamente baja, pero ese valor se incrementa significativamente con la disolución de una pequeña cantidad de material iónico, como el cloruro de sodio.p.36, 37

1.1.4 Distribución del Agua En la Tierra

Según: MARIN Rafaél. (2003). El agua, al mismo tiempo que constituye el líquido más abundante en la tierra, representa el recurso natural más importante y la base de toda forma de vida, el agua puede ser considerada como un recurso renovable cuando se controla cuidadosamente su uso, tratamiento, liberación, circulación, de lo contrario es un recurso no renovable en una localidad determinada. p.34

GRÁFICO N° 1. COMPOSICIÓN DEL AGUA



FUENTE: PNUMA Vital Water Graphics.

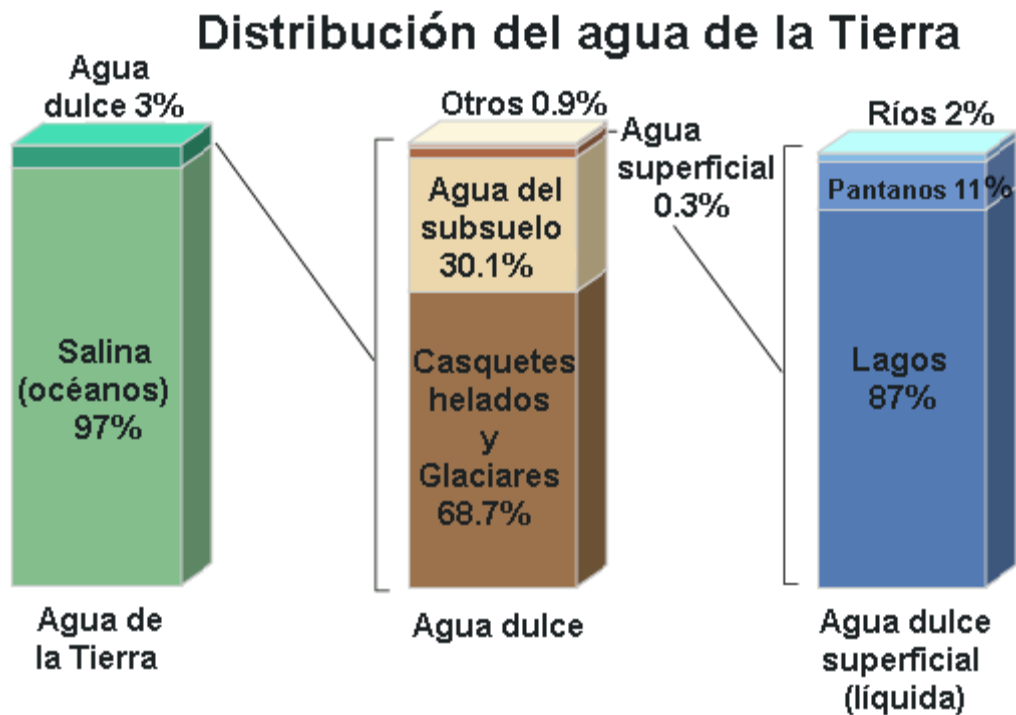
En nuestro planeta las aguas ocupan una alta proporción en relación con las tierras emergidas, y se presentan en diferentes formas:

- ***Mares y Océanos***, que contienen una alta concentración de sales y que llegan a cubrir un 71% de la superficie terrestre;

- *Aguas Superficiales*, que comprenden ríos, lagunas y lagos;
- *Aguas del Subsuelo*, también llamadas aguas subterráneas, por fluir por debajo de la superficie terrestre.

Aproximadamente 97% del agua del planeta es agua salina, en mares y océanos; apenas 3% del agua total es agua dulce y de esa cantidad un poco más de dos terceras partes se encuentra congelada en los glaciares y casquetes helados en los polos y altas montañas.p.36

GRÁFICO N° 2. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA



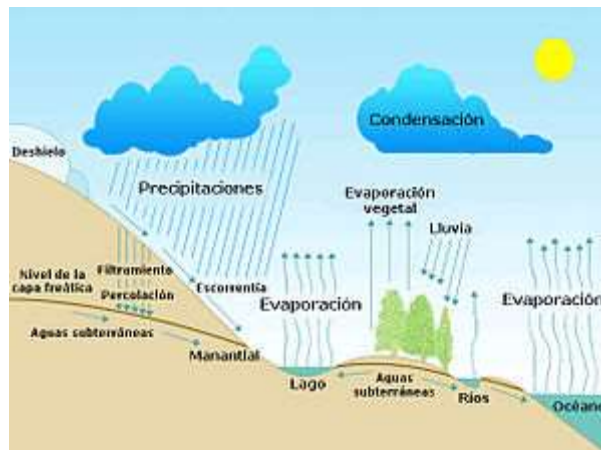
FUENTE: Servicio Geológico de Estados Unidos

1.1.5 Ciclo Hidrológico del Agua

Según RAMIREZ, Francisco. (2005). Dice que:

Desde los mares, ríos, lagos, e incluso desde los seres vivos, se evapora agua constantemente hacia la atmósfera, hasta que llega un momento en que esa agua se precipita de nuevo hacia el suelo, de esta agua que cae una parte se evapora, otra se escurre por la superficie del terreno hasta los ríos, lagos, lagunas y océanos, y el resto se infiltra en las capas de la tierra, y fluye subterráneamente hacia ríos, lagos y océanos, esta agua subterránea es la que utilizan las plantas, las cuales la devuelven después de nuevo a la atmósfera, al volver el agua a la atmósfera se completa un ciclo, que se denomina ciclo hidrológico o del agua, de esta manera la naturaleza garantiza que el agua no se pierda y pueda volver siempre a ser utilizada por los seres vivos.p.39

GRÁFICO N° 3. CICLO HIDROLÓGICO DEL AGUA



FUENTE: ONU-Agua, marzo 2011

1.1.6 Importancia del Agua para la Vida.

Según: SIERRA Carlos. (2011). La vida en la Tierra ha dependido siempre del agua, las investigaciones han revelado que la vida se originó en el agua, y que los grupos zoológicos que han evolucionado hacia una existencia terrestre, siguen manteniendo dentro de ellos su propio medio acuático, encerrado, y protegido contra la evaporación excesiva.p.58

Según: SIERRA Carlos. (2011). “El agua constituye más del 80% del cuerpo de la mayoría de los organismos, e interviene en la mayor parte de los procesos metabólicos que se realizan en los seres vivos”. p.59

Desempeña de forma especial un importante papel en la fotosíntesis de las plantas y, además, sirve de hábitat a una gran parte de los organismos, dada la importancia del agua para la vida de todos los seres vivos, y debido al aumento de las necesidades de ella por el continuo desarrollo de la humanidad, el hombre está en la obligación de proteger este recursos y evitar toda influencia nociva sobre las fuentes del preciado líquido.

El agua dulce es un recurso renovable pero la disponibilidad de agua fresca limpia, no contaminada, está disminuyendo de manera constante, en muchas partes del mundo, la demanda de agua ya excede el abastecimiento; a medida que aumenta la población mundial, así también aumenta la demanda de agua limpia.

1.1.7 Usos Del Agua

Según: MARIN Rafaél. (2003).

1.1.7.1 Uso doméstico del Agua

Además de precisar los seres humanos el agua para su existencia utilizan el agua para su propio aseo y la limpieza, se ha estimado que los humanos consumen,

directamente o indirectamente alrededor de un 54% del agua dulce superficial disponible en el mundo.

Este porcentaje se desglosa en:

- Un 20%, utilizado para mantener la fauna y la flora, para el transporte de bienes (barcos) y para la pesca.
- El 34% restante, utilizado de la siguiente manera: El 70% en irrigación, un 20% en la industria y un 10% en las ciudades y los hogares.

El consumo humano representa un porcentaje reducido del volumen de agua consumido a diario en el mundo, se estima que un habitante de un país desarrollado consume alrededor de 5 litros diarios en forma de alimentos y bebidas, estas cifras se elevan dramáticamente si consideramos el consumo industrial doméstico, un cálculo aproximado de consumo de agua por persona/día en un país desarrollado, considerando el consumo industrial doméstico arroja los siguientes datos: p.64

TABLA N° 1. CONSUMO APROXIMADO DE AGUA POR PERSONA

| Consumo aproximado de agua por persona/día | |
|---|------------------------|
| Actividad | Consumo de agua |
| Lavar la ropa | 60-100 litros |
| Limpiar la casa | 15-40 litros |
| Limpiar la vajilla a máquina | 18-50 litros |
| Limpiar la vajilla a mano | 100 litros |
| Cocinar | 6-8 litros |
| Darse una ducha | 35-70 litros |
| Bañarse | 200 litros |
| Lavarse los dientes | 30 litros |
| Lavarse los dientes (cerrando el grifo) | 1,5 litros |
| Lavarse las manos | 1,5 litros |
| Afeitarse | 40-75 litros |
| Afeitarse (cerrando el grifo) | 3 litros |
| Lavar el coche con manguera | 500 litros |
| Descargar la cisterna | 10-15 litros |
| Media descarga de cisterna | 6 litros |
| Regar un jardín pequeño | 75 litros |
| Riego de plantas domésticas | 15 litros |
| Beber | 1,5 litros |

FUENTE: Water Quality for Ecosystems and Human Health

Según AGUILAR, M. (2002).Estos hábitos de consumo señalados y el aumento de la población en el último siglo ha causado a la vez un aumento en el consumo del agua, ello ha provocado que las autoridades realicen campañas por el buen uso del agua, actualmente, la concienciación es una tarea de enorme importancia para garantizar el futuro del agua en el planeta.p.85

Como tal es objeto de constantes actividades tanto a nivel nacional como municipal, por otra parte las enormes diferencias entre el consumo diario por persona en países desarrollados y países en vías de desarrollo señalan que el modelo hídrico actual no es sólo ecológicamente inviable, también lo es desde el punto de vista humanitario, por lo que numerosas ONGs se esfuerzan por incluir el derecho al agua entre los Derechos humanos.

Durante el V Foro Mundial del agua, convocado el 16 de marzo de 2009 en Estambul (Turquía), Loic Fauchon (Presidente del Consejo Mundial del Agua) subrayó la importancia de la regulación del consumo en estos términos.

"La época del agua fácil ya terminó...desde hace 50 años las políticas del agua en todo el mundo consistieron en aportar siempre más agua. Tenemos que entrar en políticas de regulación de la demanda"

1.1.7.2 El Agua en la Agricultura

Según RAMALHO, Rubén. (2003). La mayor parte del agua se destina a la agricultura, y es utilizada para irrigar los cultivos, la agricultura es la actividad que más agua demanda. p.61

Datos de la UNESCO dicen que menos del 20% de este total llega a la planta; el resto es un inmenso desperdicio que, además, transporta residuos con sustancias tóxicas que inevitablemente van a parar a los ríos, la relación directa entre recursos hídricos y producción de alimentos es crítica por tanto para una

población humana en constante crecimiento, la irrigación absorbe hasta el 90% de los recursos hídricos de algunos países en desarrollo.

Según: SIERRA Carlos. (2011). “La agricultura es un sistema de producción tan antiguo que se ha sabido adaptar a los diferentes regímenes hídricos de cada país”. p.63

Así, en zonas donde se den abundantes precipitaciones suelen realizarse cultivos de regadío, mientras que en zonas más secas son comunes los cultivos de secano, más recientemente, y en entornos más adversos como el desierto se ha experimentado con nuevas formas de cultivo, centradas en minimizar el consumo de agua, en la actualidad una de las vertientes más activas de la investigación genética intenta optimizar las especies que el hombre usa como alimento, también se ha empezado a hablar de agricultura espacial para referirse a los experimentos destinados a difundir la agricultura por otros planetas.

Según: SIERRA Carlos. (2011). Manifiesta Actualmente la agricultura supone una importante presión sobre las masas naturales de agua, tanto en cantidad como en calidad, así el agua que precisan los regadíos supone una disminución de los caudales naturales de los ríos y un descenso de los niveles de las aguas subterráneas. p.64

Ocasionan un efecto negativo en los ecosistemas acuáticos, por ejemplo, en España se riegan 3,4 millones de hectáreas que supone el 7% de la superficie nacional y emplea el 80% de los recursos hídricos disponibles.

1.1.7.3 El uso del Agua en la Industria

Según AGUILAR, M. (2002). Manifiesta La industria precisa el agua para múltiples aplicaciones, para calentar y para enfriar, para producir vapor de agua o como disolvente, como materia prima o para limpiar, la mayor parte, después de su uso, se elimina devolviéndola nuevamente a la naturaleza”. p. 86-87

Estos vertidos a veces se tratan pero otras el agua residual industrial vuelve al ciclo del agua sin tratarla adecuadamente, la calidad del agua de muchos ríos del mundo se está deteriorando y está afectando negativamente al medio ambiente acuático por los vertidos industriales de metales pesados, sustancias químicas o materia orgánica, también se puede producir una contaminación indirecta: residuos sólidos pueden llevar agua contaminada u otros líquidos, que se acaban filtrando al terreno y contaminando acuíferos si los residuos no se aíslan adecuadamente.

En algunos países desarrollados y sobre todo en Asia Oriental y en el África subsahariana, el consumo industrial de agua puede superar ampliamente al doméstico.

El agua es utilizada para la generación de energía eléctrica, la hidroelectricidad es la que se obtiene a través de la energía hidráulica, la energía hidroeléctrica se produce cuando el agua embalsada previamente en una presa cae por gravedad en una central hidroeléctrica, haciendo girar en dicho proceso una turbina engranada a un alternador de energía eléctrica, este tipo de energía es de bajo coste, no produce contaminación, y es renovable.

El agua es fundamental para varios procesos industriales y maquinarias, como la turbina de vapor, el intercambiador de calor, y también su uso como disolvente químico. El vertido de aguas residuales procedentes de procesos industriales causan varios tipos de contaminación como: la contaminación hídrica causada por descargas de solutos y la contaminación térmica causada por la descarga del refrigerante.

1.1.7.4 El Agua como Transmisor de Calor

El agua y el vapor son usados como transmisores de calor en diversos sistemas de intercambio de calor, debido a su disponibilidad, por su elevada capacidad calorífica, y también por su facultad de enfriar y calentar, el vapor condensado es un calentador eficiente debido a su elevado calor de vaporización, una desventaja

del agua y el vapor es que en cierta manera son corrosivos, en la mayoría de centrales eléctricas, el agua es utilizada como refrigerante, la cual posteriormente se evapora y en las turbinas de vapor se genera energía mecánica, permitiendo el funcionamiento de los generadores que producen electricidad.

En la industria nuclear, el agua puede ser usada como moderador nuclear, en un reactor de agua a presión, el agua actúa como refrigerante y moderador, esto aumenta la eficacia del sistema de seguridad pasivo de la central nuclear, ya que el agua ralentiza la reacción nuclear, manteniendo la reacción en cadena.

1.1.7.5 Procesamiento de Alimentos

El agua desempeña un papel crucial en la tecnología de alimentos, el agua es básica en el procesamiento de alimentos y las características de ella influyen en la calidad de los alimentos, los solutos que se encuentran en el agua, tales como las sales y los azúcares, afectan las propiedades físicas del agua y también alteran el punto de ebullición y de congelación del agua, un mol de sacarosa aumenta el punto de ebullición del agua a 0.52 °C, y un mol de cloruro de sodio aumenta el punto de ebullición a 1.04 °C a la vez que disminuye del mismo modo el punto de congelamiento del agua.

Los solutos del agua también afectan la actividad de esta, y a su vez afectan muchas reacciones químicas y el crecimiento de microorganismos en los alimentos, se denomina actividad del agua a la relación que existe entre la presión de vapor de la solución y la presión de vapor de agua pura, los solutos en el agua disminuyen la actividad acuosa, y es importante conocer esta información debido a que la mayoría del crecimiento bacteriano cesa cuando existen niveles bajos de actividad acuosa, el crecimiento de microbios no es el único factor que afecta la seguridad de los alimentos, también existen otros factores como son la preservación y el tiempo de expiración de los alimentos.

Otro factor crítico en el procesamiento de alimentos es la dureza del agua, ya que esta puede afectar drásticamente la calidad de un producto a la vez que ejerce un

papel en las condiciones de salubridad, la dureza del agua mide la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, especialmente carbonato de calcio y magnesio, la dureza del agua se clasifica en:

- Agua blanda, ≤ 17 mg/l
- Moderadamente dura, ≤ 120 mg/l
- Agua dura, ≤ 180 mg/l

La dureza del agua puede ser alterada o tratada mediante el uso de un sistema químico de intercambio iónico, el nivel de pH del agua se ve alterado por su dureza, jugando un papel crítico en el procesamiento de alimentos, por ejemplo, el agua dura impide la producción eficaz de bebidas cristalinas, la dureza del agua también afecta la salubridad; de hecho, cuando la dureza aumenta, el agua pierde su efectividad desinfectante, algunos métodos populares utilizados en la cocción de alimentos son: la ebullición, la cocción al vapor, y hervir a fuego lento, estos procedimientos culinarios requieren la inmersión de los alimentos en el agua cuando esta se encuentra en su estado líquido o de vapor.

Según MADRID, Vicente. (2012).

1.1.7.6 Aplicaciones Químicas

Las reacciones orgánicas generalmente se tiempla con agua o con una solución acuosa que puede estar compuesta por ácido, por una base o por un tampón químico, el agua es generalmente eficaz para eliminar sales inorgánicas, en las reacciones inorgánicas el agua es un solvente común, debido a que no disuelve los reactivos en su totalidad, también es anfótera y nucleófila, sin embargo, estas propiedades a veces son deseadas, también se ha observado que el agua causa una aceleración en la reacción de Diels-Alder, los fluidos supercríticos están siendo investigados en la actualidad, ya que el agua supercrítica (saturada en oxígeno) hace combustión en los contaminantes de manera eficiente.

1.1.7.7 El Agua empleada como Disolvente

El agua es descrita muchas veces como el solvente universal, porque disuelve muchos de los compuestos conocidos, sin embargo no llega a disolver todos los compuestos, en términos químicos, el agua es un solvente eficaz porque permite disolver iones y moléculas polares. La inmensa mayoría de las sustancias pueden ser disueltas en agua, cuando el agua es empleada como solvente se obtiene una disolución acuosa; por lo tanto, a la sustancia disuelta se la denomina soluto y al medio que la dispersa se lo llama disolvente, en el proceso de disolución, las moléculas del agua se agrupan alrededor de los iones o moléculas de la sustancia para mantenerlas alejadas o dispersadas.

Cuando un compuesto iónico se disuelve en agua, los extremos positivos (hidrógeno) de la molécula del agua son atraídos por los aniones que contienen iones con carga negativa, mientras que los extremos negativos (oxígeno) de la molécula son atraídos por los cationes que contienen iones con carga positiva, un ejemplo de disolución de un compuesto iónico en agua es el cloruro de sodio (sal de mesa), y un ejemplo de disolución de un compuesto molecular en agua es el azúcar.

Las propiedades del agua son esenciales para todos los seres vivos, su capacidad como solvente le convierte en un componente necesario de los fluidos vitales como el citoplasma de la sangre, la savia de las plantas, entre otros, de hecho, el citoplasma está compuesto en un 90% de agua, las células vivas tienen un 60 a 90% de agua, y las células inactivas de un 10% a un 20%.

La solvatación o la suspensión se emplean a diario para el lavado tales como vestimenta, pisos, alimentos, mascotas, automóviles y el cuerpo humano. Los residuos humanos.

1.2 CALIDAD DE AGUA

1.2.1 *Definición*

Según MARIN. Rafaél. (2003). “Dice que, es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito”. p. 57

Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra las cuales puede evaluarse el cumplimiento, los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable.

La calidad de agua sea superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana, dentro de los factores naturales se puede visualizar la erosión de los suelos, evapotranspiración, mientras que en los factores humanos se evidencia las actividades no sólo industriales que se desarrollan en las sociedades sino que además se debe considerar las actividades que el ser humano desarrolla a nivel cotidiano, para poder determinar la calidad del agua se procede a comparar las características físicas y químicas de una muestra de agua con las directrices de calidad del agua o estándares ya preestablecidos.

Según MARIN, Rafaél. (2003).“El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático”. p.58

creando la expectativa de una posible Guerra Mundial a causa de la falta del líquido vital, el deterioro de la calidad del agua se ha visto en todos los sectores del planeta, ocasionando no solo la disminución del líquido vital sino que además

se ha visto una afección en la salud humana y una disminución de la diversidad biológica.

Según RAMALHO, Rubén. (2003). La calidad del agua está dentro de los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), ya que se pretende garantizar una sostenibilidad medioambiental, en este sentido, la calidad del agua ayuda a demostrar los progresos hacia la consecución de las metas planteadas por los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). p.87

La calidad del agua se puede medir y observar en los siguientes parámetros:

- Calidad del agua para la preservación tanto de flora como de fauna.
- Calidad del agua para la agricultura.
- Calidad del agua para usos pecuarios.
- Calidad del agua para uso potable.

1.2.2 Deterioro De La Calidad De Agua

Según WEBER, Walter. (2003) Dice: “Es una práctica acostumbrada el ubicar industrias y asentamientos humanos a la orilla de las corrientes de agua, para utilizar dicho líquido y, al mismo tiempo verter los residuos del proceso industrial y de la actividad humana”. p.55

Esto trae como consecuencia la contaminación de las fuentes de agua y, por consiguiente la pérdida de grandes volúmenes de este recurso, actualmente muchos países que se preocupan por la conservación, prohíben esta práctica y exigen el tratamiento de los residuos hasta llevarlos a medidas admisibles para la salud humana.

Es un deber de todos cuidar nuestros recursos hidrológicos, así como crear la conciencia de que el agua es uno de los recursos más preciados de la naturaleza, por el papel que desempeña en la vida de todos los seres vivos.

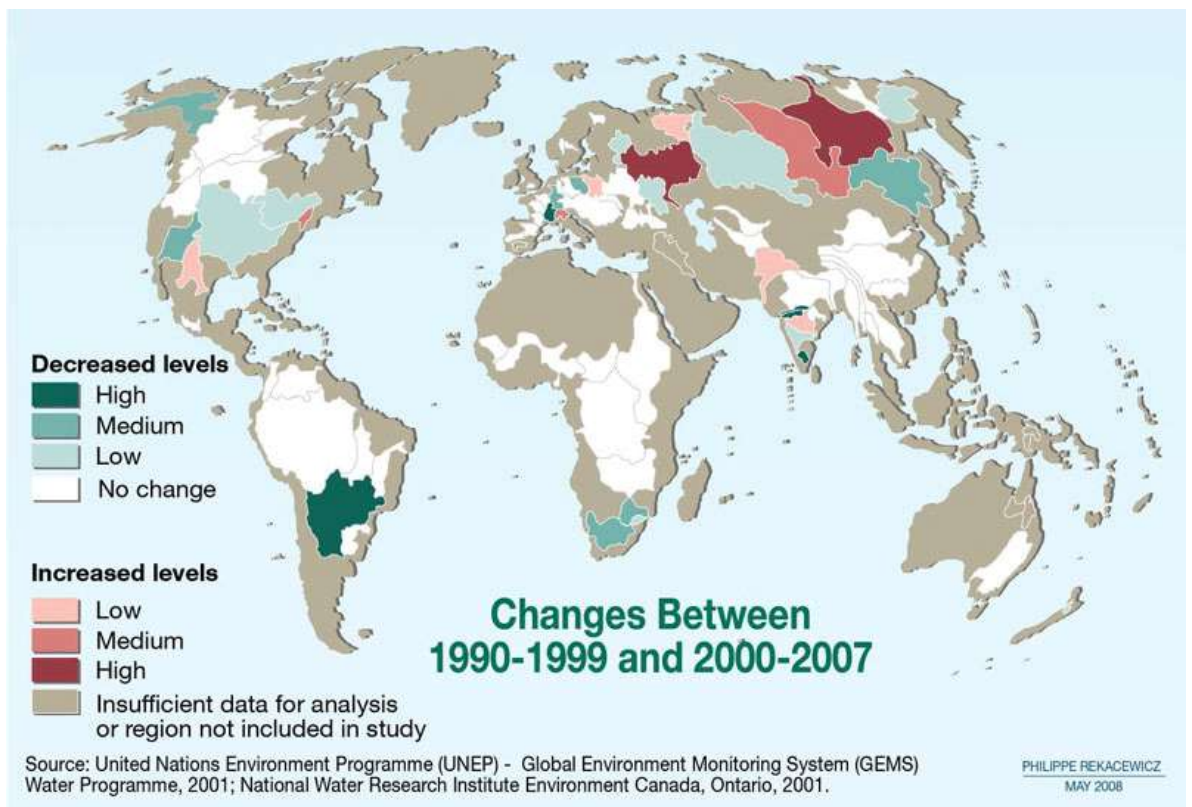
Según: SIERRA Carlos. (2011). Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua.

Por lo general la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares, en el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano, de este modo, proteger la salud de las personas, estas normas se basan generalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos. p.65

A nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes (generalmente fósforo y nitrógeno) y afecta sustancialmente a los usos del agua, las mayores fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales domésticas que son una fuente de contaminación microbiana, de efluentes industriales y emisiones a la atmósfera procedentes de la combustión de combustibles fósiles y de los incendios forestales, los lagos y los pantanos son especialmente susceptibles a los impactos negativos de la eutrofización debido a su complejo dinamismo, con un periodo de residencia del agua relativamente largo, y al hecho de que concentran los contaminantes procedentes de las cuencas de drenaje.

Las concentraciones de nitrógeno superiores a 5 miligramos por litro de agua a menudo indican una contaminación procedente de residuos humanos o animales o provenientes de la escorrentía de fertilizantes de las zonas agrícolas, cabe apuntar que es cada vez mayor la preocupación acerca del impacto en los ecosistemas acuáticos, por los productos cosméticos y farmacéuticos como las píldoras anticonceptivas, analgésicos y antibióticos, poco se sabe de sus efectos a largo plazo sobre los humanos y los ecosistemas, aunque se cree que algunos pueden suplantar las hormonas naturales en los humanos y otras especies.

GRÁFICO N° 4. NIVELES DE NITRATOS: CONCENTRACIONES EN LA DESEMBOCADURA DE LOS RÍOS.



FUENTE: PNUMA Gráficos vitales de Agua.

La baja calidad del agua afecta directamente sobre la cantidad de agua de diversas maneras. El agua contaminada que no puede utilizarse para consumo, para baño,

para la industria o la agricultura reduce de forma efectiva la cantidad de agua disponible en una determinada zona.

1.2.3 Contaminación del Agua

Según AGUILAR, M. (2002). “Por contaminación se entiende generalmente una presencia de sustancias químicas o de otra naturaleza en concentraciones superiores a las condiciones naturales”. p.88

Entre los contaminantes más importantes se encuentran los microbios, los nutrientes, los metales pesados, los químicos orgánicos, aceites y sedimentos; el calor también puede ser un agente contaminante, al elevar la temperatura del agua.

Los contaminantes constituyen la principal causa de la degradación de la calidad de agua en el mundo.

- Cada día, 2 millones de toneladas de aguas residuales y otros efluentes desembocan en las aguas del mundo.
- Cada año mueren más personas a causa de un agua insalubre que por muerte violenta, incluida la guerra.
- La fuente más importante de contaminación del agua es la falta de gestión y tratamiento adecuados de los residuos humanos, industriales y agrícolas.
- La calidad del agua necesaria para cada uso humano varía, al igual que los criterios utilizados para evaluarla, por ejemplo, para el agua potable se exigen altos estándares de calidad, mientras que se admite una menor calidad para su uso en los procesos.

1.3 AGUAS RESIDUALES

Según BELTRAN, Jesús. (2004). Puede definirse como agua de composición variada proveniente de las descargas de usos industriales, comerciales, servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos y, en general, de otro uso, que por su naturaleza no puede utilizarse nuevamente en el proceso que la generó y, al ser vertida en cuerpos receptores, que implica alteración a los ecosistemas acuáticos o afectar la salud humana. p. 128

De acuerdo con la procedencia del agua residual es posible hacer una predicción del tipo de contaminantes que contendrá el agua. Sin embargo, para poder caracterizar con precisión el tipo de contaminante descargada, más aún la concentración con que se descarga, es necesario llevar a cabo muestreos y determinaciones analíticas.

Las descargas de aguas residuales crudas en los cuerpos receptores pueden tener efectos negativos, todo cuerpo de agua tiene la capacidad de depurar asimilar y transformar cierta cantidad de contaminantes, especialmente los orgánicos. Sin embargo, dicha capacidad es fácilmente sobrepasada por la cantidad y variedad de contaminantes que los grandes asentamientos humanos y las industrias pueden verter en cuerpos receptores.

1.3.1 Clasificación de las Aguas Residuales

Para MENDONCA (1987), Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual. p.45

Según RUSELL, David. (2012). “Aquella que procede de haber utilizado un agua natural o de la red en un uso determinado, las aguas residuales cuando se desaguan se denominan vertidos y éstos pueden clasificarse en función”. p. 44

- Del uso prioritario u origen
- De su contenido en determinados contaminantes

Los vertidos residuales arrastran compuestos con los que las aguas han estado en contacto, estos compuestos pueden ser:

a) Según su Naturaleza:

- Conservativos: Su concentración en el río depende exactamente de la ley de la dilución del caudal del vertido al del río.

Generalmente: Compuestos Inorgánicos y estables (C1, SO4)

- No Conservativos: Su concentración en el río no está ligada directamente a la del vertido. Son todos los compuestos orgánicos e inorgánicos que pueden alterarse en el río por vía Física, Química o Biológica (NH₄, fenoles, Materia Orgánica).

1.3.1.1 Aguas Residuales Urbanas

Según MADRID, Vicente. (2012). Se clasifican de acuerdo:

a) Procedencia de la Contaminación en los núcleos Urbanos:

- Servicios domésticos y públicos
- Limpieza de locales
- Drenado de Aguas Pluviales

b) Tipos de Contaminantes:

- Materia Orgánica en suspensión y disuelta
- N, P, NaCl y otras sales minerales
- Micro contaminantes procedentes de nuevos productos
- Las aguas residuales de lavado de calles arrastran principalmente materia sólida inorgánica en suspensión, además de otros productos (fenoles, plomo - escape vehículos motor-, insecticidas -jardines) p.29

c) Características Físico-Químicas

Según MARIN Rafaél (2003). La temperatura de las aguas residuales oscila entre 10-20 °C (15 °C) · Además de las cargas contaminantes en materias en suspensión y materias orgánicas, las aguas residuales contienen otros muchos compuestos como nutrientes (N y P), cloruros, detergentes, cuyos valores orientativos de la carga por habitante y día son:

- N amoniacal: 3-10 gr/hab/d
- N total: 6.5-13 gr/hab/d
- P (PO_4^{3-}) ; 4-8 gr/hab/d
- Detergentes : 7-12 gr/hab/d

En lugares donde existen trituradoras de residuos sólidos las aguas residuales urbanas están mucho más cargadas (100 % más)

d) Características Biológicas

En las aguas residuales van numerosos microorganismos, unos patógenos y otros no, entre los primeros cabe destacar los virus de la Hepatitis, el tracto intestinal del hombre contiene numerosas bacterias conocidas como organismos coliformes, que aunque no son dañinos, se utilizan como indicadores de contaminación debido a que su presencia indica la posibilidad de que existan gérmenes patógenos de más difícil detección. p.59

1.3.1.2 Aguas Residuales Industriales

Según MADRID, Vicente. (2012). Son las que proceden de cualquier taller o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de refrigeración. p. 30

Tenemos:

a) Líquidos Residuales

Los que se derivan de la fabricación de productos, siendo principalmente disoluciones de productos químicos tales como lejías negras, los baños de curtido de pieles, las melazas de la producción de azúcar, los alpechines.

b) De Proceso

Se originan en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa, que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales, generalmente su contaminación es <10% de la de los líquidos residuales aunque su volumen es 10-50 veces mayor.

c) Aguas de Refrigeración Indirecta

No han entrado en contacto con los productos y por tanto la única contaminación que arrastran es su temperatura, hoy día hay que considerar también la existencia de productos que evitan problemas de explotación (estabilizantes contra las incrustaciones y corrosiones, alguicidas) que pueden ser contaminantes. p. 30

1.3.1.3 Tipos de Vertidos Industriales

Según RAMALHO, Rubén. (2003). existen los siguen tipos:

a) Continuos: Proviene de procesos en los que existe una entrada y una salida continua de agua (Procesos de Transporte, lavado, refrigeración).

b) Discontinuos: Proceden de operaciones intermedias, son los más contaminados (Baños de decapado, baños de curtidos, lejías negras, emulsiones).

1.3.1.4 Clasificación de las Industrias según sus Vertidos

Se clasifican en 5 grupos de acuerdo con los contaminantes específicos que arrastran las aguas residuales.

a) Industrias con efluentes principalmente Orgánicos

- Papeleras
- Azucareras
- Mataderos
- Curtidos
- Conservas (vegetales, carnes, pescado).
- Lecherías y subproductos (leche en polvo, mantequilla, queso).
- Fermentación (fabricación de alcoholes, levaduras).
- Preparación de productos alimenticios (aceites y otros)
- Bebidas
- Lavanderías

b) Industrias con fluentes Orgánicos e Inorgánicos

- Refinerías y Petroquímicas
- Coquerías
- Textiles
- Fabricación de productos químicos, varios

c) Industrias con efluentes principalmente Inorgánicos

- Limpieza y recubrimiento de metales
- Explotaciones mineras y salinas

- Fabricación de productos químicos, inorgánicos.

d) Industrias con efluentes con materias en Suspensión

- Lavaderos de mineral y carbón
- Corte y pulido de mármol y otros minerales
- Laminación en caliente y colada continúa.

e) Industrias con efluentes de Refrigeración

- Centrales térmicas
- Centrales nucleares. P: 90- 93

1.3.2 Olores Generados Por Las Aguas Residuales

Según AGUILAR, M. (2002). “Los olores característicos de las aguas residuales son causados por los gases formados en el proceso de descomposición anaerobia”.
.p.45

Principales tipos de olores:

- Olor a moho: razonablemente soportable: típico de agua residual fresca
- Olor a huevo podrido: “insoporable”; típico del agua residual vieja o séptica, que ocurre debido a la formación de sulfuro de hidrógeno que proviene de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos.
- Olores variados: de productos descompuestos, como repollo, legumbres, pescado, de materia fecal, de productos rancios, de acuerdo con el predominio de productos sulfurados, nitrogenados, ácidos orgánicos, etc.

1.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Según RUSELL, David L. (2012). El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos químicos y biológicos resentes en el agua ya sea para uso humano o uso agrícola”. p.44 – 45

El sistema de tratamiento de aguas residuales tiene como función crear un hábitat cómodo y saludable para los habitantes de una ciudad que les proporcione bienestar y calidad de vida, además protege el medio ambiente al permitir un proceso de tratamiento para las aguas residuales y devolver así a la naturaleza agua limpia, sin contaminantes y en mejores condiciones.

1.4.1 El sistema de Alcantarillado Sanitario

Está compuesto por las redes alcantarillado que recolectan las aguas residuales desde su fuente de origen, colectores y la planta de tratamiento de aguas residuales.

Los sistemas de alcantarillado que trasportan descargas de aguas sucias y aguas de precipitación conjuntamente son llamados sistemas de alcantarillas combinado, él agua de lluvia puede arrastrar, a través de los techos y la superficie de la tierra, varios contaminantes incluyendo partículas del suelo, metales pesados, compuestos orgánicos, basura animal, aceites y grasa.

Algunas jurisdicciones requieren que el agua de lluvia reciba algunos niveles de tratamiento antes de ser descargada al ambiente, ejemplos de procesos de tratamientos para el agua de lluvia incluyen tanques de sedimentación, humedales y separadores de vórtice (para remover sólidos gruesos). El sitio donde el proceso es conducido se llama residuales, el diagrama de flujo de una planta de tratamiento de aguas residuales es generalmente el mismo en todos los países.

1.4.2 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Según SEOANAEZ. Mario. (2005). El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. p.50

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Para eliminar metales disueltos se utilizan reacciones de precipitación, que se utilizan para eliminar plomo y fósforo principalmente. A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. El efluente final puede ser descargado o reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Según RUSELL. David. (2012).”En el tratamiento de aguas residuales se pueden distinguir hasta cuatro etapas que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos”. p. 47- 48

1.4.3 Etapas de Tratamiento

1.4.3.1 Tratamiento Preliminar

Destinado a la eliminación de residuos fácilmente separables y en algunos casos un proceso de pre-aireación.

1.4.3.2 Tratamiento Primario

El tratamiento primario es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Este paso está enteramente hecho con maquinaria, de ahí que se conoce también como tratamiento mecánico.

a) Remoción de Sólidos o Cribado

La remoción de los sólidos habitualmente se realiza mediante el cribado. Los sólidos que se remueven son de gran tamaño, por ejemplo, botellas, palos, bolsas, balones, llantas, etc. Con esto se evita tener problemas en la planta de tratamiento de aguas, ya que si no se remueven estos sólidos pueden llegar a tapar tuberías o dañar algún equipo.

b) Remoción de Arena

Esta etapa (también conocida como escaneo o maceración) típicamente incluye un canal de arena donde la velocidad de las aguas residuales es cuidadosamente controlada para permitir que la arena y las piedras de ésta tomen partículas, pero todavía se mantiene la mayoría del material orgánico con el flujo. Este equipo es llamado colector de arena. La arena y las piedras necesitan ser quitadas a tiempo en el proceso para prevenir daño en las bombas y otros equipos en las etapas restantes del tratamiento. Algunas veces hay baños de arena (clasificador de la arena) seguido por un transportador que transporta la arena a un contenedor para la deposición. El contenido del colector de arena podría ser alimentado en el incinerador en un procesamiento de planta de fangos, pero en muchos casos la arena es enviada a un terraplén.

c) Investigación y Maceración

El líquido libre de abrasivos es pasado a través de pantallas arregladas o rotatorias para eliminar material flotante y materia grande como trapos; y partículas pequeñas como chícharos y maíz. Los escaneos son recolectados y podrán ser regresados a la planta de tratamiento de fangos o podrán ser dispuestos al exterior hacia campos o incineración. En la maceración, los sólidos son cortados en partículas pequeñas a través del uso de cuchillos rotatorios montados en un cilindro revolvente, es utilizado en plantas que pueden procesar esta basura en partículas. Los maceradores son, sin embargo, más caros de mantener y menos fiables que las pantallas físicas.

d) Sedimentación

Muchas plantas tienen una etapa de sedimentación donde el agua residual se pasa a través de grandes tanques circulares o rectangulares. Estos tanques son comúnmente llamados clarificadores primarios o tanques de sedimentación primarios. Los tanques son lo suficientemente grandes, tal que los sólidos fecales pueden situarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden levantarse hacia la superficie y desnatarse. El propósito principal de la etapa primaria es producir un líquido homogéneo capaz de ser tratado biológicamente y unos fangos o lodos que pueden ser tratados separadamente. Los tanques primarios de asentamiento se equipan generalmente con raspadores conducidos mecánicamente que llevan continuamente los fangos recogidos hacia una tolva en la base del tanque donde, mediante una bomba, se pueden llevar hacia otras etapas del tratamiento.

1.4.3.3 Tratamiento Secundario

Según. RAMIREZ. Francisco. (2005). El tratamiento secundario está diseñado para degradar sustancialmente el contenido biológico del agua residual, el cual deriva los desechos orgánicos provenientes de residuos humanos, residuos de alimentos, jabones y detergentes.p.38

La mayoría de las plantas municipales utilizan procesos biológicos aeróbicos para este fin.

a) Desbaste

Consiste habitualmente en la retención de los sólidos gruesos del agua residual mediante una reja, manual o autolimpiable, o un tamiz, habitualmente de menor paso o luz de malla. Esta operación no solo reduce la carga contaminante del agua a la entrada, sino que permite preservar los equipos como conducciones, bombas y válvulas, frente a los depósitos y obstrucciones provocados por los sólidos, que habitualmente pueden ser muy fibrosos: tejidos, papeles, etc.

b) Fangos Activados o Lodos Activados

Las plantas de fangos activos usan una variedad de mecanismos y procesos para usar oxígeno disuelto y promover el crecimiento de organismos biológicos que remueven substancialmente materia orgánica. También puede atrapar partículas de material y puede, bajo condiciones ideales, convertir amoniaco en nitrito y nitrato, y en última instancia a gas nitrógeno.

c) Camas Filtrantes (Camas de Oxidación)

En plantas más viejas y plantas receptoras de cargas variables, se utilizan camas filtrantes de goteo, en las que el licor de las aguas residuales es rociado en la superficie de una profunda cama compuesta de coque (carbón), piedra caliza o fabricada especialmente de medios plásticos. Tales medios deben tener altas superficies para soportar las biopelículas que se forman. El licor es distribuido mediante unos brazos perforados rotativos que irradian de un pivote central, el licor distribuido gotea en la cama y es recogido en drenes en la base. Estos drenes también proporcionan un recurso de aire que se infiltra hacia arriba de la cama, manteniendo un medio aerobio. Las películas biológicas de bacterias, protozoarios y hongos se forman en la superficie del medio y se comen o reducen los contenidos orgánicos. Esta biopelícula es alimentada a menudo por insectos y gusanos.

d) Placas rotativas y Espirales

En algunas plantas pequeñas son usadas placas o espirales de revolvimiento lento que son parcialmente sumergidas en un licor. Se crea un flóculo biótico que proporciona el substrato requerido.

e) Reactor Biológico de Cama Móvil

El reactor biológico de cama móvil (MBBR, por sus siglas en inglés) asume la adición de medios inertes en vasijas de fangos activos existentes para proveer sitios activos para que se adjunte la biomasa. Esta conversión hace como resultante un sistema de crecimiento, las ventajas de los sistemas de crecimiento adjunto son:

- Mantener una alta densidad de población de biomasa
- Incrementar la eficiencia del sistema sin la necesidad de incrementar la concentración del licor mezclado de sólidos (MLSS)
- Eliminar el costo de operación de la línea de retorno de fangos activos (RAS).

f) Filtros Aireados Biológicos

Filtros aireados (o anóxicos) biológicos (BAF) combinan la filtración con reducción biológica de carbono, nitrificación o desnitrificación. BAF incluye usualmente un reactor lleno de medios de un filtro. Los medios están en la suspensión o apoyados por una capa en el pie del filtro. El propósito doble de este medio es soportar altamente la biomasa activa que se une a él y a los sólidos suspendidos del filtro. La reducción del carbón y la conversión del amoniacó ocurre en medio aerobio y alguna vez alcanzado en un solo reactor mientras la conversión del nitrato ocurre en una manera anóxica. BAF es también operado en flujo alto o flujo bajo dependiendo del diseño especificado por el fabricante.

g) Reactores Biológicos de Membrana

Es un sistema con una barrera de membrana semipermeable o en conjunto con un proceso de fangos. Esta tecnología garantiza la remoción de todos los contaminantes suspendidos y algunos disueltos, la limitación de los sistemas MBR es directamente proporcional a la eficaz reducción de nutrientes del proceso de fangos activo, el coste de construcción y operación de MBR es usualmente más alto que el de un tratamiento de aguas residuales convencional de esta clase de filtros.

h) Sedimentación Secundaria

El paso final de la etapa secundaria del tratamiento es retirar los flóculos biológicos del material de filtro, y producir agua tratada con bajos niveles de materia orgánica y materia suspendida, en una planta de tratamiento rural, se realiza en el tanque de sedimentación secundaria. p. 39

1.4.3.4 Tratamiento Terciario

Según RUSELL, David L. (2005). “El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor” (mar, río, lago, etc.).p. 48

Más de un proceso terciario del tratamiento puede ser usado en una planta de tratamiento, si la desinfección se practica siempre en el proceso final, es siempre llamada pulir el efluente.

a) Filtración

La filtración de arena retiene gran parte de los residuos de materia suspendida. El carbón activado sobrante de la filtración retiene las toxinas residuales.

b) Lagunaje

El tratamiento de lagunas proporciona sedimentación y mejora biológica adicional por almacenaje en charcos o lagunas artificiales. Se trata de una imitación de los procesos de autodepuración que un río o un lago somete las aguas residuales de

forma natural. Estas lagunas son altamente aerobias y se da a menudo la colonización por macrófitos nativos, especialmente cañas. Los invertebrados de alimentación del filtro pequeño tales como Daphnia y especies de Rotifera ayudan eficazmente al tratamiento reteniendo partículas finas.

El sistema de lagunaje es barato y fácil de mantener pero presenta los inconvenientes de necesitar gran cantidad de espacio y de ser poco capaz para depurar las aguas de grandes núcleos.

c) Humedales Artificiales:

Según SEOANEZ, Mario. (2005). Los humedales artificiales incluyen camas de caña o una serie de métodos similares que proporcionan un alto grado de mejora biológica aerobia y pueden utilizarse a menudo en lugar del tratamiento secundario para las poblaciones pequeñas, también para la fitorremediación.p.61

d) Remoción de Nutrientes:

Las aguas residuales pueden contener también altos niveles de los nutrientes nitrógeno y fósforo. Eso en ciertas formas puede ser tóxico para peces e invertebrados en concentraciones muy bajas (por ejemplo amoníaco) o puede crear condiciones insanas en el ambiente de recepción (por ejemplo: mala hierba o crecimiento de algas). Las algas pueden producir toxinas, y su muerte y consumo por bacterias (decaimiento) pueden agotar el oxígeno en el agua y asfixiar peces y otra vida acuática, cuando se recibe una descarga de los ríos a los lagos o a los mares bajos, los nutrientes agregados pueden causar pérdidas entrópicas severas perdiendo muchos peces sensibles a la contaminación en el agua.

La remoción del nitrógeno se efectúa con la oxidación biológica del nitrógeno del amoníaco a nitrato (nitrificación que implica nitrificar bacterias tales como Nitrobacter y Nitrosomonus), y entonces mediante la reducción, el nitrato se convierte en nitrógeno gaseoso (desnitrificación), que se envía a la atmósfera. Estas conversiones requieren condiciones cuidadosamente controladas para

permitir la formación adecuada de comunidades biológicas. Los filtros de arena, las lagunas y las camas de lámina se pueden utilizar para reducir el nitrógeno.

La oxidación anaeróbica se define como aquella en que la descomposición se ejecuta en ausencia de oxígeno disuelto y se usa el oxígeno de compuestos orgánicos, nitratos y nitritos, los sulfatos y el CO₂, como aceptador de electrones. En el proceso conocido como desnitrificación, los nitratos y nitritos son usados por las bacterias facultativas, en condiciones anóxicas, condiciones intermedias, con formación de CO₂, agua y nitrógeno gaseoso como productos finales.

La retirada del fósforo se puede efectuar biológicamente en un proceso llamado retiro biológico realizado del fósforo. En este proceso, bacterias específicas llamadas organismos acumuladores de polifosfato, se enriquecen y acumulan selectivamente grandes cantidades de fósforo dentro de sus células. Cuando la biomasa enriquecida en estas bacterias se separa del agua tratada, los biosólidos bacterianos tienen un alto valor del fertilizante. La retirada del fósforo se puede alcanzar también, generalmente por la precipitación química con las sales del hierro (por ejemplo: cloruro férrico) o del aluminio (por ejemplo: alumbre). El fango químico que resulta, sin embargo, es difícil de operar, y el uso de productos químicos en el proceso del tratamiento es costoso. Aunque esto hace la operación difícil y a menudo sucia, la eliminación química del fósforo requiere una huella significativamente más pequeña del equipo que la de retiro biológico y es más fácil de operar.

e) Desinfección:

El propósito de la desinfección en el tratamiento de las aguas residuales es reducir substancialmente el número de organismos vivos en el agua que se descargará nuevamente dentro del ambiente

- La desinfección con cloro sigue siendo la forma más común de desinfección de las aguas residuales su bajo historial de costo y del largo plazo de la eficacia, una desventaja es que la desinfección con cloro del

material orgánico residual puede generar compuestos orgánicamente clorados que pueden ser carcinógenos o dañinos al ambiente. La clorina o las "cloraminas" residuales puede también ser capaces de tratar el material con cloro orgánico en el ambiente acuático natural. Además, porque la clorina residual es tóxica para especies acuáticas, el efluente tratado debe ser químicamente desclorinado, agregándose complejidad y costo del tratamiento.

- La luz ultravioleta (UV) se está convirtiendo en el medio más común de la desinfección, la radiación ultravioleta se utiliza para dañar la estructura genética de las bacterias, virus, y otros patógenos, haciéndolos incapaces de la reproducción. Las desventajas dominantes de la desinfección ultravioleta son la necesidad del mantenimiento y del reemplazo frecuentes de la lámpara y la necesidad de un efluente altamente tratado para asegurarse de que los microorganismos objetivo no están blindados de la radiación ultravioleta.
- El ozono (O_3) se genera al pasar oxígeno (O_2) por un potencial de alto voltaje, lo que añade un tercer átomo de oxígeno y forma O_3 . El ozono es muy inestable y reactivo y oxida la mayoría del material orgánico con que entra en contacto, de tal manera que destruye muchos microorganismos causantes de enfermedades, una desventaja de la desinfección del ozono es el alto costo del equipo de la generación del ozono, y que la cualificación de los operadores deben ser elevada. p. 61

1.5 CULTIVO DE BRÓCOLI

1.5.1 Generalidades

Según BOLER, José. (2001). "El brócoli (*Brassica oleracea*) es una hortaliza perteneciente a la familia de las crucíferas que tiene un ciclo de cultivo de menos de 90 días". p. 43

El brócoli posee un gran tamaño más que la coliflor, y el repollo con hojas lobuladas y pecioladas de 40 a 50 centímetros de largo, los tallos florados son gruesos y carnosos, estos brotan de las axilas foliares formando una inflorescencia central de mayor tamaño y otras secundarias, la parte comestible está formada por yemas florales, tallo y cierta porción de hojas.

Las etapas de desarrollo tecnológico del brócoli se son:

- Germinación: se inicia aproximadamente de 6 a 10 días cuando surgen las primeras hojas, el brócoli se transplanta en un periodo de 5 a 6 semanas de desarrollo en semillero.
- Inicio de floración y desarrollo del botón floral: se inicia alrededor del día 70 a partir del trasplante de las plántulas al campo.
- Cosecha: Se inicia a partir de los 80 a 90 días a partir del trasplante.

1.5.2 Clima

Según Enciclopedia Práctica De Agricultura Y Ganadería. (2002)

Al igual que el repollo y la coliflor, las variedades de brócoli que se siembran en el país, requieren de clima frío, la temperatura óptima requerida debe oscilar entre 15°C y 20°C, con máxima de 24°C, aunque soporta ligeramente las heladas la presencia de estas pueden causar el apareamiento de manchas de color marrón en las inflorescencias.

1.5.3 Suelo

Este cultivo se siembra en gran diversidad de suelos, los mejores resultados se obtienen en suelos francos, profundos y buen contenido de materia orgánica buena humedad del suelo y con un pH entre 5,5 y 6,5.

1.5.3.1 Preparación del suelo

El cultivo requiere de suelos sueltos, la preparación de terreno puede realizarse con maquinaria, tracción animal o a mano y se recomienda una arada profunda y dos pases de rastra, en la mayoría de los casos, el brócoli se siembra en rotación con otras hortalizas o papa, en terrenos con pendientes fuertes, se deben hacer trabajos de conservación de suelos para reducir los efectos de la erosión, la siembra se hace en camellones anchos aunque también se siembra en surcos.

1.5.3.2 Siembra

El brócoli se propaga por semilla, para establecer una hectárea, se hace un semillero de aproximadamente 150 m² y se utilizan entre 250 y 300 gramos de semilla, posteriormente el trasplante se hace cuando las plántulas han desarrollado entre tres y cuatro hojas verdaderas, lo que ocurre aproximadamente treinta días después de la siembra; si las plantas se trasplantan más desarrolladas, pueden haber serias pérdidas en el rendimiento, ya que muchas plantas no formarán cabezas.

La siembra se puede hacer en lomillos distanciados 40 cm y entre plantas 40 cm, o bien en eras de 0,75 m de ancho y 1 m entre centros, en las que se siembran dos hileras separadas 30 cm y entre plantas 25 cm. p.587-588

1.5.4 Manejo de la Plantación

Según GOTTER, Enrique. (2008).

1.5.4.1 Fertilización

Se han observado buenos resultados con la aplicación de 12 g de fertilizante fórmula 10-30-10 en el trasplante y 10 gramos de nitrato de amonio a cada planta, treinta días después del trasplante.

Se recomienda la aplicación de fertilizante foliar, principalmente de los elementos boro, magnesio, azufre.

1.5.4.2 Combate de Malezas

El combate de las malezas se hace en forma manual, cuando se hace la deshierba se aprovecha para realizar la fertilización nitrogenada y la aporca,

1.5.5 Plagas y enfermedades

1.5.5.1 Plagas

Las principales plagas que afectan a un cultivo de brócoli se encuentran en el suelo y en el follaje así tenemos:

- Gusano trozador (*Agrotis Sp*)
- Pulgón (*Brevicoryne brassicae*)
- Gusano minador (*Plutella xylostella*)

1.5.5.2 Enfermedades

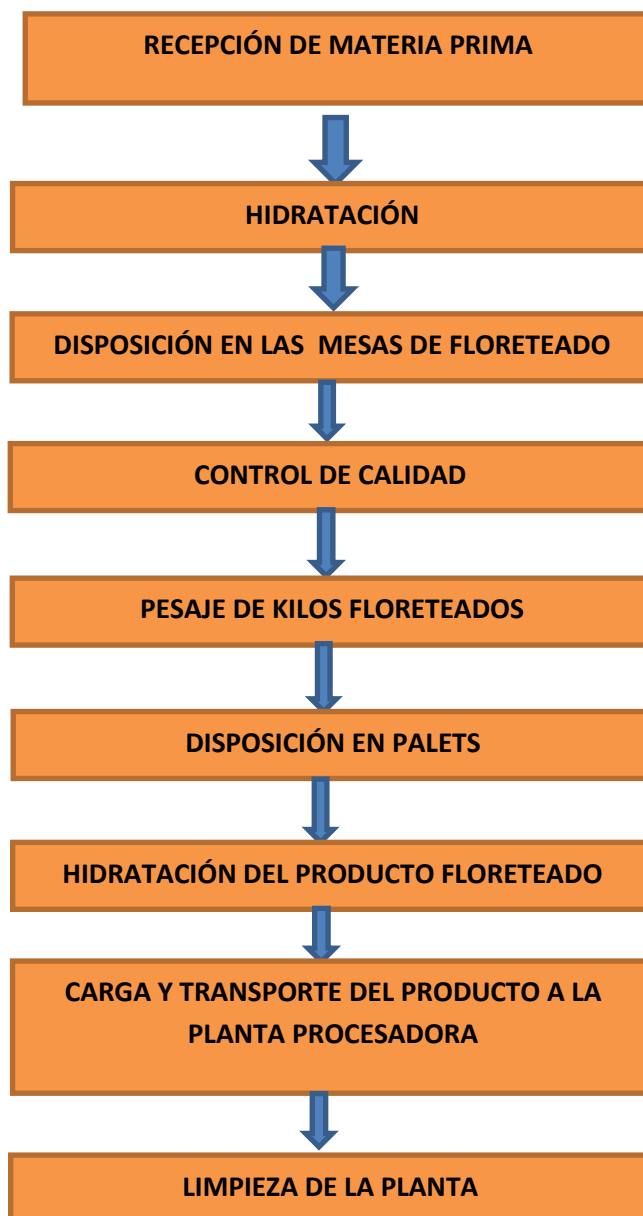
Entre las principales enfermedades que afectan a este cultivo tenemos:

- Mildium veloso (*Peronospera parasítica*)
- Damping off
- Alternaria (*Añlternaria brassicae*)

1.5.6 Cosecha

El número de días a cosecha, varía según el cultivar y el sitio de siembra, después del trasplante la cosecha se inicia cuando las inflorescencias han logrado un buen desarrollo, siendo este cuando el diámetro de la pella sea mayor de 13 cm y antes de que los botones florales se abran, esta se la realiza de una forma manual con los recipientes adecuados (gavetas plásticas) para luego ser colocadas en los camiones para su trasplante a la planta procesadora. p. 65 -67

TABLA N° 2. FLUJOGRAMA DE PROCESO DEL BRÓCOLI EN LA SALA DE CORTE PRO FLORET



ELABORADO POR: El Investigador (2015)

1.6 LEGISLACIÓN VIGENTE

1.6.1 Constitución de la República del Ecuador

Con respecto a la constitución citaremos los capítulos y artículos que determinan el buen Vivir así tenemos:

1.6.1.1 Capítulo Segundo derechos del buen vivir sección primera: Agua y Alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, Inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

1.6.1.2 Capítulo Segundo Derechos del Buen Vivir Sección Segunda: Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

1.6.2 Tratados Internacionales del Agua

Podemos mencionar los siguientes:

- En septiembre de 2000, los dirigentes del mundo asumieron una amplia gama de compromisos en la Declaración del Milenio. Los temas eran la paz, la seguridad, los derechos humanos y el medio ambiente, y se establecieron varias metas de desarrollo, con plazos fijos para alcanzarlas. Esas metas se configuraron posteriormente en ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). El objetivo 7 es reducir a la mitad, para 2015, la proporción de la población que carece de un acceso sostenible a agua potable y servicios básicos de saneamiento.

El Equipo de Tareas del Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas sobre recursos hídricos y saneamiento ha afirmado que el acceso al agua potable es un derecho humano y ha puesto de relieve su importancia para alcanzarla mayoría de los ODM.

Para obtener más información pueden consultarse las siguientes obras:

Reivindicar los objetivos de desarrollo del Milenio: un enfoque de derechos humanos.

- El Mandato del Agua de los Directores Generales del Pacto Mundial, en julio de 2007, el Secretario General de las Naciones Unidas, en colaboración con dirigentes empresariales internacionales, lanzó el Mandato del Agua de los Directores Generales bajo los auspicios del Pacto Mundial de las Naciones Unidas. Esta iniciativa nació del entendimiento de que el sector privado, a través de la producción de bienes y servicios, tiene un impacto en los recursos hídricos. Los directores generales que suscribieron la iniciativa reconocen que, para operar de manera sostenible y contribuir al logro del objetivo último del Pacto Mundial y de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, tienen que dar prioridad a la gestión de los recursos hídricos y colaborar con los gobiernos, los organismos de las Naciones Unidas, las ONG y otros interesados en esta tarea.

Se estima que para 2025 aproximadamente dos tercios de la población mundial —alrededor de 5.500 millones de personas— podrían vivir en zonas afectadas por estrés por déficit hídrico de moderado a grave. El 25% de la población de África está expuesta a un estrés por déficit hídrico crónico elevado: el 13% experimenta ese estrés en relación con una sequía una vez por generación, y el 17% carece de una fuente de agua renovable.

1.6.3 Leyes

Tomaremos como referencia la Ley de Recursos Hídricos, que fue creada mediante Decreto Ejecutivo 1088 del 15 de mayo del 2008, el mismo que entró en vigencia el 27 de mayo, con su publicación en el Registro Oficial N° 346.

Así tenemos:

1.6.3.1 Título II De la Conservación y Contaminación de las Aguas

a) Capítulo I De la Conservación

Art. 20.- A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, prevendrá, en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes, las concesiones y planes de manejo de las fuentes y cuencas hídricas deben contemplar los aspectos culturales relacionados a ellas, de las poblaciones indígenas y locales.

Art. 21.- El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

b) Capítulo II De la contaminación

Art. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición.

Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua, la denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

1.6.4 Normas

Las normas tienen por objeto la prevención y control de la contaminación ambiental, en lo referente al agua, por eso analizaremos la Norma de Calidad Ambiental.

Tenemos las TULMAS, en las cuales nos da las regulaciones y especificaciones para la descarga de efluentes y los parámetros permisibles para su descarga:

1.6.4.1 Normas de descarga de Efluentes al Sistema de Alcantarillado público

a) Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa, esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:

- Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).
- Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.
- Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.
- Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.
- Fosgeno, cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno, sustancias comprobadamente tóxicas.

b) El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma.

El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma.

c) Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos a continuación (ver tabla 11).

**TABLA N° 3. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PÚBLICO TABLA 11 TULMAS**

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite máximo permisible |
|--|-------------------------------|---------------|--|
| Aceites y Grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 100 |
| Alkil mercurio | | mg/l | No detectable |
| Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamable | | mg/l | Cero |
| Aluminio | Al | mg/l | 0.5 |
| Arsénico total | As | mg/l | 0.1 |
| Bario | Ba | mg/l | 5.0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0.02 |
| Carbonatos | CO ₃ | mg/l | 0.1 |
| Caudal máximo | | mg/l | 1.5 veces el caudal promedio horario del sistema del |

| | | | |
|---|--|------|----------------|
| | | | alcantarillado |
| Cianuro total | CN | mg/l | 1.0 |
| Cobalto total | Co | mg/l | 0.5 |
| Cobre | Cu | | 1.0 |
| Cloroformo | Extracto de carbón cloroformo (ECC) | mg/l | 0.1 |
| Cloro Activo | Cl | mg/l | 0.5 |
| Cromo hexavalente | Cr+6 | mg/l | 0.5 |
| Compuestos fenólicos | Fenol | mg/l | 0.2 |
| Demanda bioquímica de oxígeno(5 días) | DBO 5 | mg/l | 250 |
| Demanda Química de Oxígeno | DQO | mg/l | 500 |
| Dicloroetileno | Dicloroetileno | mg/l | 1.0 |
| Fosforo total | P | mg/l | 15 |
| Hierro total | Fe | mg/l | 25.0 |
| Hidrocarburos totales de petróleo | TPH | mg/l | 20 |
| Manganeso total | Mn | mg/l | 10.0 |
| Materia flotante | Visible | mg/l | Ausencia |
| Mercurio total | Hg | mg/l | 0.01 |

| | | | |
|-----------------------------|--|------|------|
| Níquel | Ni | mg/l | 2.0 |
| Nitrógeno total | N | mg/l | 40 |
| Kjedahl | | mg/l | |
| Plata | Ag | mg/l | 0.5 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0.5 |
| Potencial hidrogeno | PH | mg/l | 5-9 |
| Solidos sedimentables | | ml/l | 20 |
| Solidos suspendidos Totales | | mg/l | 220 |
| Solidos totales | | mg/l | 1600 |
| Selenio | Se | mg/l | 0.5 |
| Sulfatos | SO4 | mg/l | 400 |
| Sulfuros | S | mg/l | 1.0 |
| Temperatura | °C | mg/l | <40 |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 2.0 |
| Tricloroetileno | Tricloroetileno | mg/l | 1.0 |
| Tetracloruro de carbono | Tetracloruro de carbono | mg/l | 1.0 |
| Sulfuro de carbono | Sulfuro de carbono | mg/l | 1.0 |

| | | | |
|--|--|------|-----|
| Compuestos órgano clorados (totales) | Concentración de órganos clorados totales | | |
| Órgano Fosforados y carbamatos (totales) | Concentración de órgano fosforados y carbamatos totales | | |
| Vanadio | V | mg/l | 5.0 |
| Zinc | Zn | mg/l | 10 |

FUENTE: (TULAS) libro VI Anexo 11.

1.7 MARCO CONCEPTUAL

Análisis.- el principal objetivo es proporcionar datos de análisis cualitativos y cuantitativos realizados a muestras biológicas, con fines de contribuir a la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades humanas.

Alcantarilla: Es una tuberilla o conducto, en general cerrado, que normalmente fluye a medio llenar, transportando aguas residuales.

Calidad.- Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

Contaminación.- Presencia de un agente infeccioso en la superficie de cualquier cuerpo, apósitos u otros objetos inanimados o sustancias, incluyendo el agua y los alimentos.

Convencional.- Que resulta o se establece en virtud de precedentes o de costumbres.

Correctivas.- adjetivo que corrige o atenúa.

Descargas.- volumen de fluido que pasa por una conducción cerrada.

Diagnostico.- Resultado de diagnosticar algo.

Efluentes.- Líquido provenientes de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

Eliminación.- Es el retiro de un residuo de las instalaciones del laboratorio para su disposición final.

Estándar.- Proceso mediante el cual las opciones del individuo o cosa sus ideas y modos de comportamiento son simplificados según su patrón común creado por los actuales medios propagandísticos e informativos.

Filtración.- Separación de las partículas sólidas que se hallan en un medio líquido, o de las sólidas o líquidas que se hallan en un medio gaseoso.

Infiltración.- Introducción o penetración paulatina de un líquido entre los poros de un sólido.

Infiltrar.- introducir una substancia líquida entre los poros de un cuerpo sólido.

Medición.- La medición es un proceso básico de la ciencia que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir para ver cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud.

Microorganismo.-Toda entidad microbiológica, celular o no, capaz de reproducirse o de transferir material genético.

Muestra.-Es el procedimiento mediante el cual seleccionamos una muestra representativa de la población objeto de estudio.

Muestreo.- Es la técnica para recoger una muestra partir de una población o un subgrupo de esta el objetivo es estimar parámetros por ejemplo, medidas, prevalecías etc. Permite inferir sobre la población basándose en la información de la muestra.

Magnitud.- Es toda propiedad de los cuerpos que pueda ser medida.

Partículas.- Existen cosas flotando en el aire. La mayoría de ellas no pueden ser vistas. Estas cosas flotantes son un tipo de contaminación del aire llamadas partículas. De hecho, las partículas pueden ser lo que más comúnmente afecte la salud de las personas.

Patógenos.- Organismos, gralte, microorganismos, capaces de producir infecciones en el cuerpo de animales y plantas.

Peligro.- Todo aquello que puede producir un daño o un deterioro de la calidad de vida individual o colectiva de las personas.

Procedimientos.- Métodos utilizados para ejecutar algunas cosas.

Proliferación.- Reproducirse en una forma similar y multiplicarse abundantemente.

Receptor.- cuerpo que recepta o recibe algo.

Residuo.- parte o porción que resulta de un todo.

Riesgo.- Probabilidad de que ante un determinado peligro se produzca un cierto daño, pudiendo por ello cuantificarse.

Sedimentación.- Proceso mediante el cual se depositan en zonas superficiales los materiales a partir de los cuales se forman sedimentos por acción de la gravedad.

Tratamiento.- Un tratamiento es un conjunto de medios que se utilizan para aliviar o curar una enfermedad, llegar a la esencia de aquello que se desconoce o transformar algo.

Vertedero.- por el cual se arroja desperdicios a un depósito.

CAPÍTULO II

2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1 DISEÑO METODOLÓGICO

2.1.1 Tipos De Investigación

Para el desarrollo del presente trabajo se decidió utilizar los siguientes tipos de investigación que ameritan para el caso:

Por el conocimiento la investigación es **descriptiva**, ya que permitió detallar las características de los fenómenos cualitativos y cuantitativos que determinan la calidad de agua residual de la empresa Pro Floret resultado del proceso productivo del semi-procesado de brócoli.

Esta investigación por el problema planteado es de **laboratorio** ya que por la necesidad del análisis de las muestras tomadas del agua residual generada, requiere ser analizada en un ambiente controlado es decir en un laboratorio, para

evitar posibles alteraciones en los resultados que por medio de técnicas y equipos determinará la calidad del agua residual del semi-procesado del brócoli.

La investigación es de **campo** ya que para la recolección de las muestras, se las realizo in situ para luego ser trasladadas al lugar de análisis para la generación de los resultados requeridos.

Es **experimental** ya que al no tener la empresa Pro Floret un sistema para manejo de aguas residuales se considerara un modelo para solucionar el problema de las mismas por medio de los resultados obtenidos de los análisis de las muestras.

2.1.2 Métodos y Técnicas

2.1.2.1 Métodos

Se utilizó el método **deductivo** ya que en este método indica se debe partir de las características generales del problema para llegar a una conclusión particular por medio de los resultados arrojados en el laboratorio de las muestras tomadas in situ.

También se utilizó el método **analítico** ya que permitió realizar la desmembración de un todo en este caso el agua residual analizando sus componentes para conocer las causas y los posibles efectos de la misma para dar una solución al problema del agua residual, que se genera por el proceso productivo del semi procesado de brócoli.

El método de **muestreo** se utilizó porque ayudó a identificar en que parte podíamos tomar la muestra de agua para el estudio correspondiente con relación al análisis del agua residual generada en la empresa Pro Floret, se las realizara según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98, que redacta acerca de las técnicas para el muestreo, en nuestro caso de las aguas residuales, y la norma NTE INEN 2169:98.que redacta acerca del manejo y conservación de las muestras tomadas in situ.

Se utilizó la **muestra simple** ya que indicó la porción de agua a tomarse en un punto determinado y en un tiempo corto teniendo las debidas precauciones y cuidados de acuerdo con los parámetro requeridos para nuestro análisis.

2.1.2.2 Técnicas

a) Observación: Permitió tener una visión clara de la realidad con la simple apreciación del problema de estudio de una manera directa con el objeto de estudio para nuestra investigación, realizando el reconocimiento del lugar establecido para identificar donde se genera el problema y enfocarnos en el sitio para la recolección de la muestra que va a ser analizada, para que con los resultados que se generen tomar la mejor decisión de diseño de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en Pro Floret .

b) Medición: Esta técnica de investigación ayudó a decidir de qué forma y la cantidad requerida de las muestras a ser recolectada objeto de nuestra investigación y al igual dar facilidad a la lectura los resultados arrojados del análisis de las muestras del agua residual de Pro Floret.

2.1.3. Materiales y Equipos

Los materiales y equipos que se ha requerido y utilizado para llevar a cabo y obtener resultados se ha considerado los siguientes por ser indispensables para nuestro estudio.

2.1.3.1 Materiales

a) Fichas de laboratorio: Para la identificación de las muestras para el laboratorio.

2.1.3.2 Equipos

a) Equipos de protección personal (EPP):

- ✓ Casco
- ✓ Overol

- ✓ *Mascarilla*
- ✓ *Guantes quirúrgicos*
- ✓ *Visor*
- ✓ *Botas de caucho*

b) Equipos de muestreo

- ✓ *Caja térmica:* Utilizada para el traslado de la muestra.
- ✓ *Envases plásticos:* usados para la recolección de la muestra.
- ✓ *Pilas refrigerantes:* Utilizadas para mantener la temperatura dentro de la caja térmica.

2.1.4 Metodología

Para la realización y desarrollo de la presente investigación, teniendo las debidas precauciones se procedió de la siguiente manera:

2.1.4.1 Recolección De Información: Durante las visitas a la fuente, se realizaron diversas observaciones puntuales para la obtención de la información, en el desarrollo del proceso productivo, durante el cual se genera el agua residual como resultado del semi procesado de brócoli, con esto poder definir el sitio en el cual se realizara la toma de las muestras, se decidió que la recolección de las muestras se debe realizar en la salida a la caja de revisión, al termino del canal de recolección del agua de la sala de corte, debido a que la planta utiliza un solo proceso para el floreteado dentro la empresa Pro Floret, la misma que está ubicada en el barrio Rumipamba Central.

2.1.4.2 Muestreo De Agua: Para la realización del muestreo de agua se tomó en cuenta las normas técnicas determinadas por el INEN así tenemos.

a) Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98, que redacta acerca de las técnicas de muestreo.

Teniendo en cuenta las técnicas se cogió la muestra la cual fue representativa, es decir, la variable en la muestra fueron de igual valor que las del cuerpo de agua en el lugar y momento del muestreo. Por tanto el cuerpo de agua fue completamente mezclado en el lugar de muestreo.

Este objetivo implicó que la proporción o concentración relativa de todos los componentes será la misma en la muestra que el caudal de proceder, y que la muestra será manejada de tal forma que no se produzca alteraciones en los resultados.

La muestra de agua fue tomada al final del proceso del semi floreteado del brócoli, se la hizo con el siguiente protocolo.

2.1.4.3 Toma de Muestra simple

Consistió en tomar una porción de agua del punto determinado para el muestreo (Salida del agua a la caja de revisión antes de su ingreso al sistema de alcantarillado), teniendo los debidos cuidados y criterios de acuerdo con los parámetros a ser analizados, la muestra se tomó en un periodo de tiempo muy corto en segundos, así esta muestra representan un aislamiento tanto en tiempo y espacio para que los contaminantes no sufran alteraciones por la posible contaminación de la muestra, asegurando de esta manera la calidad de los resultados.

2.1.4.4 Procedimiento para recolección de las Muestras

a) Muestra N° 1

- Siendo las 16:00 pm nos trasladamos a las instalaciones de la empresa Pro Flored para la realización de la toma de muestra de agua residual en el punto determinado para la toma con los implementos y materiales indispensables, así como el EPP idóneo. (Ver anexo N°1)

- La muestra se tomó por debajo de la superficie, creando para esto un ambiente para la toma de la muestra, el mismo que se lo adecuó colocando

un recipiente en la caja de revisión hasta que el volumen de agua nos permita introducir el recipiente a ser llenado para la muestra, con la finalidad de tener una muestra homogénea del agua residual. (Ver anexo N°1)

- Una vez obtenido el volumen de agua se realizó una remoción del agua en círculo y destapando en una forma rápida se introdujo el recipiente el mismo que se lo oriento en sentido contrario a la corriente creada y se lo lleno del líquido residual con la cantidad adecuada , llenándolo $\frac{3}{4}$ partes para permitir la agitación de la muestra. (Ver anexo N°1)
- Adicional se tomó una muestra directa del chorro de agua del canal que llega a la caja de revisión como especificación del técnico de laboratorio. (Ver anexo N°1)
- Una vez terminada la recolección de la muestra de una manera eficiente se procedió a la aplicación de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98, que redacta acerca de los métodos de manejo y conservación de las muestras. (Ver anexo N°1)

b) Muestra N°2

- A las 10:00 horas de la mañana del 2 de junio del presente año se realizó la segunda recolección de la muestra de agua residual generada en pro floret tomando todas las precauciones, y con el equipo de protección personal idóneo realizándola en el mismo punto de la muestra anterior debido a que el agua residual es resultado de un solo proceso productivo.
- Se tomó en cuenta y se realizó la misma metodología de recolección de la muestra N°1 ya que el tipo de muestreo es el mismo diferenciando en hora y fecha de recolección únicamente.

c) Muestra N° 3

- A las 17 horas del día 3 de junio del año en traspaso se procede a la recolección de la última muestra del agua residual de Pro Floret al igual que la toma de las muestras N°1 y N°2 se la realiza tomando en cuenta las precauciones necesarias y el equipo de protección personal indispensable para la recolección de las muestras.

- Al igual que las muestras tomadas con anterioridad la muestra N° 3 se la realiza siguiendo la misma metodología los mismos recursos y materiales para la actividad, cabe recalcar que el muestreo es similar en el mismo punto difiriendo en la fecha y hora de muestreo.

2.1.4.5 Para la conservación de las muestras

Una vez realizado los procedimientos de las técnicas de muestreo procedimos al manejo y conservación de las muestras teniendo en cuenta la:

a) Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98, del manejo y conservación de las muestras.

Procediendo de la siguiente manera.

- Terminada la toma de muestras se procedió al resguardo de las muestras en un recipiente óptimo que nos brinde sombra y temperatura baja para evitar la alteración de las muestras (caja térmica). (Ver anexo N°1)

- Dispuesta las muestras de una forma segura las trasladamos del sitio de la toma (Pro Floret) y las conservamos a una temperatura de aproximadamente 5° c (Ver anexo N°1)

- Al día siguiente a primeras horas de la mañana se procedió a trasladar las muestras correspondientes al laboratorio certificado para la realización de los análisis correspondientes. (Ver anexo N°1)

- Las muestras 2 y 3 se las realizo inmediatamente después de la toma de las mismas hacia el laboratorio para su respectivo análisis con las respectivas medidas y precauciones de conservación.

2.1.4.6 Identificación y registros de las muestras

Las muestras fueron registradas de acuerdo conforme señala la Norma Técnica Ecuatoriana **NTE INEN 2176:98**

2.1.4.7 Identificación de las muestras de Pro Floret

Las muestras fue identificada con los siguientes datos informativos para un fácil manejo e identificación en el laboratorio y fue con los siguientes datos para la muestra tomada diferenciándose en el día y la hora de recolección (Ver anexo N°1).

- a) Pro Floret barrio Rumipamba Central
- b) Dedicada al semi procesado de brócoli
- c) 07/04/2015
- d) Muestra simple
- e) 16.00 pm
- f) Byron Pilatuña Bastidas
- g) Humedad 60% temperatura 16°C
- h) Ninguna
- i) Ninguno
- j) Turbia , grisáceo

2.1.4.8. Traslado al laboratorio

Las muestras de agua se trasladaron al laboratorio tomando todas las precauciones que estipula la norma NTE INEN 2169:98, del manejo y conservación de las muestras.

- a) El traslado de la muestra N°1 se lo realizo en una caja térmica adicionalmente con pilas térmicas conjuntamente con la muestra de agua conservando la temperatura, el viaje duro aproximadamente 90 minutos de tiempo de transporte

hasta el laboratorio ubicado en el sector de Tambillo provincia de Pichincha y se lo realizo en las primeras horas de la mañana. (Ver anexo N°1)

b) La muestra N°2 Se la hizo inmediatamente después de la recolección en situ, se lo realizo en una caja térmica adicional con pilas térmicas para ayudar a conservar la temperatura y se la traslado a la ciudad de Ambato Provincia de Tungurahua, con una duración de viaje aproximado de 40 minutos.

c) La tercera muestra al igual que la segunda muestra se la realizo inmediatamente después de la toma de la misma en una caja térmica y con las pilas térmicas para mantener la temperatura y fue llevada a la ciudad de Ambato Provincia de Tungurahua con una duración de viaje de aproximado 40 minutos.

2.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.2.1 Descripción Del Área De Estudio

Pro Floret es una empresa salcedense formada por gente del cantón, la misma que fue creada un 6 de diciembre del año 2006 tomando como nombre Flor Mich siendo su propietario el Ing Agroindustrial Ivan Pilatuña, contando al principio con una quincena de trabajadores siendo en su mayoría mujeres, la empresa desde sus inicios se dedica al semi-procesado de brócoli para exportación.

A partir del 17 de mayo del año 2012 la empresa toma el nombre de Pro Floret continuado con las actividades para las cuales fue creada, en la actualidad la empresa cuenta con 35 trabajadores mayormente mujeres, siendo Pro floret una empresa que se dedica al floreteado del brócoli el mismo que es utilizado para el consumo humano por tal motivo tiene que cumplir normas y estándares de calidad durante el proceso del mismo, tiene que contar con el ambiente optimo tanto en instalaciones de la planta como en el equipamiento del personal que labora dentro de ella así como con la higiene indispensables cumpliendo así con las buenas prácticas de manufactura para las actividades encomendadas.

2.2.1.1 Ubicación

GRÁFICO N° 5. UBICACIÓN DE PRO FLORET



FUENTE: Google Heart

En los primeros años de vida la empresa funcionaba en el sector de Illuchi, debido a que era un local en modo de arrendamiento no contaba con las adecuaciones para el trabajo, razón por la cual presentaba incomodidad para el proceso de manufactura, a pesar que se realizaron cambios en la estructura de la construcción para tratar de darle un ambiente idóneo para las labores, por tal motivo la empresa decide construir una planta propia con las prestaciones óptimas para el proceso de semi floreteado de brócoli trasladándose a sus propios predios.

La empresa se encuentran ubicada al norte del Cantón Salcedo; Barrio Rumipamba Central provincia de Cotopaxi, Ecuador.

2.2.1.2. Límites

Al Norte: EL barrio la Cangahua

Al sur: El Barrio la Tebaida,

Al Este: El Barrio Rumipamba la Universidad

Al Oeste: El Barrio San Pedro

2.2.1.3. Coordenadas

UTM

WGS 84

768476 Latitud Este

9887250 Longitud Norte

2.2.1.4 Servicios básicos

a) Agua potable

El sistema de agua potable pertenece a la red municipal del Cantón Salcedo.

b) Luz eléctrica

El servicio de luz eléctrica es dotado por el sistema de red pública.

c) Servicio de alcantarillado

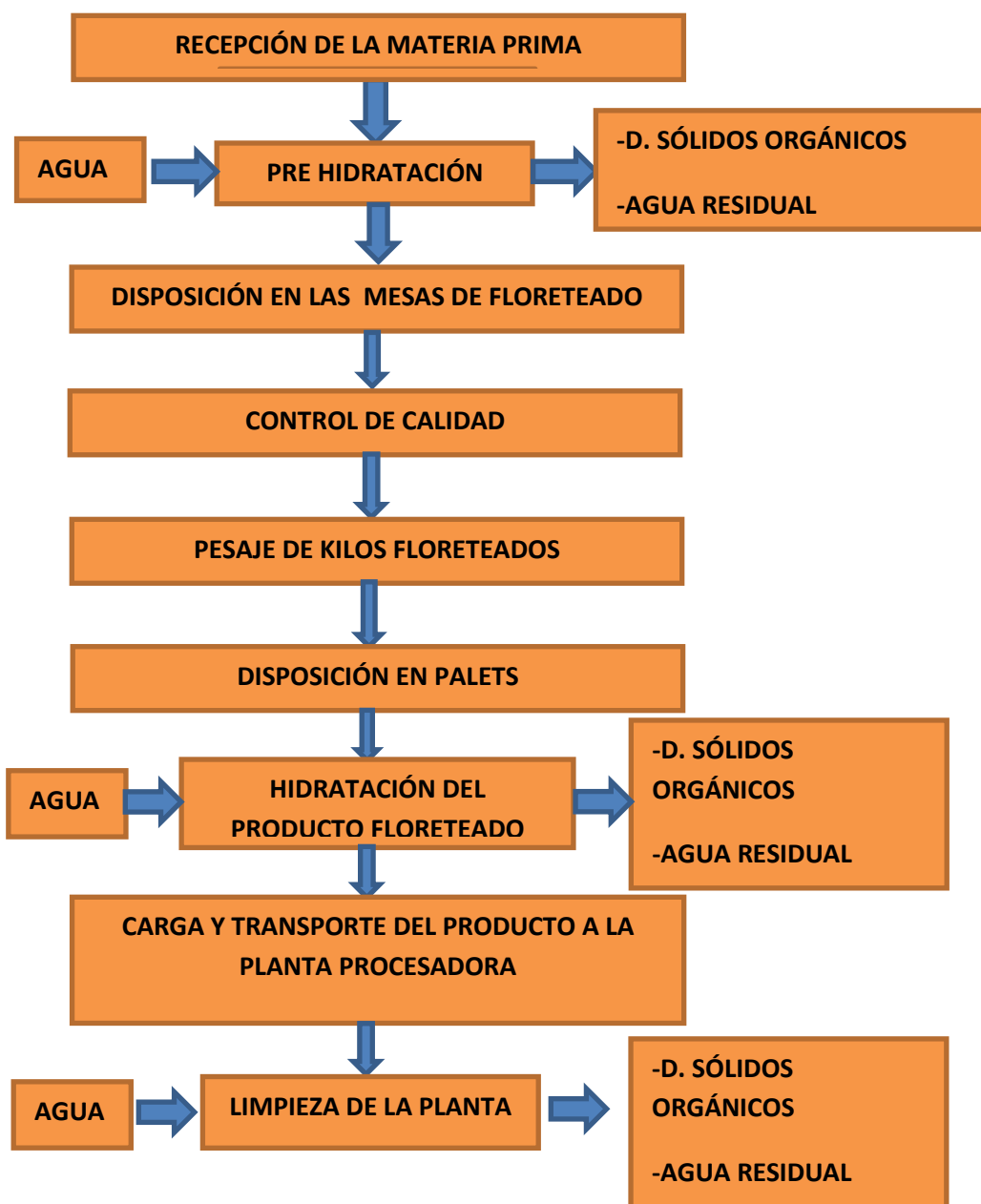
La empresa tiene el sistema de alcantarillado perteneciente a la red pública del Cantón Salcedo.

2.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.3.1 Descripción Del Proceso Productivo De la Empresa Pro Floret

Para interpretación de resultados se ha creído conveniente tomar en cuenta y describir el proceso productivo en Pro-Floret, y lo detallaremos de la siguiente manera.

TABLA N° 4. FLUJOGRAMA DE PROCESO DEL BRÓCOLI EN LA SALA DE CORTE PRO FLORET



ELABORADO POR: El Investigador (2015)

Etapa I:

Recepción de Materia Prima

Como primer paso dentro del proceso productivo del semi-procesado de brócoli tenemos la recepción de la materia prima (Brócoli) el mismo que es enviado desde la planta procesadora Provefrut que está ubicada en el sector de la Brigada de Fuerzas especiales Patria, dicha materia prima una vez pasado el control de calidad, la hidratación previa al igual que el lavado por duchas, es enviada a la planta de Pro Floret para la realización del floreteado de la pella, el mismo que es transportado en camión plataforma y en bins de plástico para evitar su maltrato. Siendo el desembarque en la planta con la utilización de un montacargas debido al peso de los bins con la materia prima. (Ver anexo N°2)

La cantidad de brócoli a procesar dentro de la planta es variable dependiendo del calibre a cortarse, de acuerdo al requerimiento de los distintos clientes que van siendo un total variable desde 17000 kilos en pella a 11000 kilos por día, teniendo como media unos 14000 kilos por cinco días laborables.

Etapa II

Pre Hidratación

Una vez realizado la descarga de la materia prima y dentro de la planta pro floret se realiza una primera hidratación por la posible pérdida de agua del brócoli durante su transporte, es realizada de forma manual con una manguera. Teniendo un promedio de 200 litros (Ver anexo N° 2)

Etapa III

Disposición en las mesas de Floreteado

Una vez descargado el producto y puesto bajo la sombra en el interior de la planta de proceso se dispone el producto en las mesas de floreteado para el trabajo correspondiente (floreteado de la pella), que consiste en realizar cortes de floret más pequeños de acuerdo al calibre (tamaño de floret), que los clientes lo requieran de acuerdo con las especificaciones de cada uno de ellos. Al igual que la colocación

de las pellas en las mesas, el corte se lo realiza de una manera manual ya que es la única forma de llegar a cumplir las expectativas de los clientes. (Ver anexo N°2)

Cabe mencionar que para el trabajo las obreras utilizan tanto los materiales así como el EPP correspondiente para su labor, retirando todo objeto extraño a las labores (aretes, anillos, relojes, maquillaje, entre otros) cumpliendo así con las buenas prácticas de manufactura para los procesos alimenticios. (Ver anexo N°2)

Etapa IV

Control de Calidad

Durante el proceso del corte de floreteado es indispensable realizar un monitoreo constante del mismo, ya que como es realizado de una forma manual se deben hacer las mediciones de calibre del producto floreteado a cada una de las chicas trabajadoras, cumpliendo así con los estándares de calidad de los distintos clientes, debido a que el corte se lo realiza para distintos tipos de mercado y cada uno tiene sus patrones de calidad del producto. (Ver anexo N°2)

Etapa V

Pesaje de los Kilos Floreteados

Realizado y aprobado por el control de calidad se procede al pesaje de los kilos cortados el mismo que está dispuesto en gavetas de plástico perforado para mejor manejo y conservación del producto terminado, el mismo que se dispone palets plásticos idóneos para la carga y el transporte de producto, el pesaje es sumamente necesario para cumplir con la cantidad kilos cortados requeridos por los clientes, y otros registros internos de la empresa Pro Floret. (Ver anexo N°2)

Etapa VI

Disposición en Palets

Realizado el pesaje del producto terminado en su respectiva gaveta es colocado en los palets plásticos a razón de treinta gavetas por pale y dispuestas en cinco columnas de seis gavetas. (Ver anexo N°2)

Etapa VII

Hidratación del producto Floreteado

Este es el último tratamiento que se le da al producto procesado dentro de la planta Pro Floret, el mismo que es indispensable para la recuperación de líquido perdido por el producto dentro del proceso mismo de la planta de proceso, y que el producto llegue en buenas condiciones para el proceso de lavado, cocción y congelado en la planta de Provefrut.

Esta labor se la realiza de forma manual y directa agua y vertiéndolas sobre las Gavetas dispuestas en los palests con el `producto terminado utilizándose para esta labor 200 litro de agua a un promedio de 2 camiones de corte. (Ver anexo N°2)

Etapa VIII

Carga y transporte del producto a la planta Procesadora de Provefrut

Por ultimo tenemos el transporte del producto el mismo que es transportado en camiones cubiertos y para garantizar su seguridad y es cargado con el uso de un montacargas por el peso que estos implican y el tiempo que con esto se minimiza. (Ver anexo N°2)

Etapa IX

Limpieza final de la Planta de Proceso

Una vez terminado el día de labores se realiza la limpieza general de la sala de corte para lo cual se realiza primeramente una recolección de todos los desechos orgánicos del piso por medio de un barrido con escobas de cerdas plásticas con esto se recolecta todos los desechos sólidos de mayor tamaño para posteriormente realizar el trapeado del piso de la sala para dicha actividad se utiliza una cantidad de 500 litros de agua promedio. (Ver anexo N°2)

Terminado con la descripción de cada una de las diferentes etapas dentro del proceso productivo hacemos un análisis podemos notar que el uso del agua durante el proceso es utilizado especialmente durante la etapa II en la pre

hidratación, en la etapa VII la hidratación del producto floreteado y en la limpieza final en mayor cantidad siendo esta última la etapa más crítica por ser en la cual se utiliza más agua y la mayor concentración de residuos sólidos orgánicos.

2.3.2 Resultados del Análisis en laboratorio del Agua Residual Tomada en la Empresa Pro Floret

Con la obtención del resultado de las muestras de agua tomadas en la empresa Pro floret se procedió registrarlos tomando en cuenta una elaboración de una base de datos en Excel para hacer una representación gráfica del resultante de la muestra, así lo detallamos a continuación en los siguientes cuadros.

TABLA N° 5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO DE LA PRIMERA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET

| Análisis físico | | | Tulsa | |
|---------------------------|----------|-------------|-------------------|--------|
| Parámetro | Unidades | Muestra n°1 | Límite mx per | Cumple |
| Color | U.PT-Co | 1510 | Inapreciable 1:20 | si |
| Olor | *** | Fétido | No objetable | Si |
| PH | | 4,52 | 5 -9 | No |
| Turbidez | FTU | 294 | *** | Si |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 827 | 1600 | Si |
| Sólidos disueltos | mg/l | 593 | No objetable | Si |
| Sólidos suspendidos | mg/l | 234 | 220 | No |
| Sólidos Sedimentales | mg/l | | 20 | Si |

ELABORADO POR: El Investigador

El análisis del resultado del agua residual después del proceso tenemos que los sólidos suspendidos sobrepasan el límite permitido del TULMAS que es 220 mg y el resultado da 234 teniendo 14 gramos más de lo establecido por la tabla 11, el PH de 4.52 siendo lo estipulado de un 5-9.

TABLA N° 6. RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PRIMERA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET

| Análisis químico | | | Tulsa | |
|------------------|-----------------|-------------|----------------|--------|
| Parámetro | Unidades | Muestra n°1 | Límite max per | Cumple |
| DBO5 | mg/l | 245 | 250 | si |
| DQO | mg/l | 509 | 500 | no |
| Oxígeno Disuelto | % de Saturación | 3,8 | >80 | si |

ELABORADO POR: El Investigador

El análisis de las pruebas químicas del agua residual se tiene un DQO de 509 mg/l siendo el parámetro establecido de 500mg/l el mismo que se encuentra sobre la norma con 9 mg/l.

TABLA N ° 7. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO DE LA SEGUNDA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET

| Análisis físico | | | Tulasma | |
|---------------------------|----------|-------------|-------------------|--------|
| Parámetro | Unidades | Muestra n°2 | Límite mx per | Cumple |
| Color | U.PT-Co | 15 | Inapreciable 1:20 | Si |
| Olor | *** | | No objetable | Si |
| PH | | 7.51 | 5 -.9 | Si |
| Turbidez | FTU | 3.73 | *** | Si |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 763 | 1600 | Si |
| Sólidos disueltos | mg/l | 583 | No objetable | Si |
| Sólidos suspendidos | mg/l | 180 | 220 | Si |
| Sólidos Sedimentales | mg/l | 8 | 20 | Si |

ELABORADO POR: El Investigador

Del resultado del análisis físico de la segunda muestra arroja que todos los parámetros se encuentran dentro del límite permitido por la tabla 11 del TULMAS.

TABLA N° 8. RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA SEGUNDA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET

| Análisis químico | | | Tulasma | |
|------------------|-----------------|-------------|----------------|--------|
| Parámetro | Unidades | Muestra n°2 | Límite max per | Cumple |
| DBO5 | mg/l | 98 | 250 | Si |
| DQO | mg/l | 225 | 500 | Si |
| Oxígeno Disuelto | % de Saturación | 0.8 | >80 | Si |

ELABORADO POR: El Investigador

En el análisis químico de la segunda muestra del agua residual da como resultado que todos los parámetros se encuentran dentro de la norma establecida por el TULMAS.

TABLA N° 9. RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICO DE LA TERCERA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET

| Análisis físico | | | Tulmas | |
|---------------------------|----------|-------------|-------------------|--------|
| Parámetro | Unidades | Muestra n°3 | Límite mx per | Cumple |
| Color | U.PT-Co | 15 | Inapreciable 1:20 | Si |
| Olor | *** | | No objetable | Si |
| PH | | 7.46 | 5 -.9 | Si |
| Turbidez | FTU | 389 | *** | Si |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 740 | 1600 | Si |
| Sólidos disueltos | mg/l | 583 | No objetable | Si |
| Sólidos suspendidos | mg/l | 180 | 220 | Si |
| Sólidos Sedimentales | mg/l | 9 | 20 | Si |

ELABORADO POR: El investigador

El análisis de los resultados de la tercera muestra del agua residual de pro floret señala que los valores están dentro de los establecidos en la tabla 11 del TULMAS.

TABLA N° 10. RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA TERCERA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET

| Análisis químico | | | Tulmas | |
|------------------|-----------------|-------------|----------------|--------|
| Parámetro | Unidades | Muestra n°3 | Límite max per | Cumple |
| DBO5 | mg/l | 114 | 250 | Si |
| DQO | mg/l | 249 | 500 | Si |
| Oxígeno Disuelto | % de Saturación | 0.6 | >80 | Si |

ELABORADO POR: El Investigador

Los resultados obtenidos del análisis químico de la tercera muestra dan que todos los valores no sobrepasan y están dentro de la tabla 11 del TULMAS.

TABLA N° 11. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO DE LA PRIMERA MUESTRA LA MÁS CRÍTICA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET

| PARÁMETRO | LIM MAX PER | UNIDAD | VALOR ANÁLISIS | OBSERVACIONES |
|---------------------------|-------------------|---------|----------------|---|
| Color | Inapreciable 1:20 | U.PT-Co | 1510 | El color no estipula dentro de la tabla 11 del TULMAS para la descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público |
| Olor | no objetable | *** | Fétido | El olor no está dentro de las normas de la tabla 11 para la descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público |
| pH | 5-,9 | | 4.52 | Se encuentra un nivel muy ácido por lo que no cumple con la norma establecida en la tabla 11 |
| Turbidez | *** | FTU | 294 | Este parámetro no estipula dentro de la tabla 11 para la descarga de efluentes al sistema de alcantarillado. |
| Sólidos totales disueltos | 1600 | mg/l | 827 | De acuerdo con la tabla 11 del TULMAS el valor se encuentra dentro de los límites permisibles. |
| Sólidos disueltos | | mg/l | 593 | Realizando una revisión se nota que este parámetro no estipula en la tabla 11 del TULMAS. |
| Sólidos suspendidos | 220 | mg/l | 234 | Del resultado obtenido el valor se encuentra sobre norma de los límites permitidos por la tabla 11 del TULMAS, por lo tanto, el tratamiento debe ser aplicado antes de la descarga del efluente |
| Sólidos sedimentales | 20 | mg/l | | Con el resultado generado del análisis tenemos que el valor no sobrepasa con la tabla 11 del TULMAS. |

ELABORADO POR: El investigador

TABLA N° 12. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PRIMERA MUESTRA LA MÁS CRÍTICA DEL AGUA RESIDUAL DE PRO FLORET

| PARÁMETRO | LIM MAX PER | UNIDAD | VALOR ANÁLISIS | OBSERVACIONES |
|------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|--|
| DBO5 | 250 | mg/l | 245 | Realizando una comparación con la tabla 11 TULMAS, el valor de la muestra no sobrepasa el parámetro permitido. |
| DQO | 500 | mg/l | 509 | De acuerdo con la tabla 11 del TULMAS, como resultado la muestra sobrepasa las normas establecidas por tal motivo el tratamiento debe ser aplicado |
| Oxígeno disuelto | >80 | % de saturación | 3.8 | De acuerdo con la tabla 11 del TULMAS nos da que el valor de la muestra no sobrepasa el parámetro permitido estipulado. |

ELABORADO POR: El Investigador

2.3.2.1 Diagnóstico de los resultados

Con las observaciones registradas en las tablas con los resultados de las muestras del agua residual da una información que permitirá generar la debida propuesta para las medidas correctivas que la empresa Pro Floret, deberá realizar para el mejoramiento de las aguas residuales, tomando en cuenta los ítems que se encuentran sobre la norma para descarga de las aguas a la red de alcantarillado.

Una vez realizado el diagnóstico de los análisis de las muestras realizadas, haciendo una comparación de los resultados de las tres muestras tenemos, que en las muestras dos y tres, ninguno de los parámetros analizados sobrepasan la norma establecida en la tabla N° 11 del TULMAS, por tal motivo se tomara en cuenta los resultados de la muestra N° 1 ya que en esta muestra nos da los mayores resultados de los ítems estudiados siendo estos los más críticos, entre ellos tenemos ph, solidos suspendidos, y el DQO, puesto que estos son los datos que sobrepasan la norma establecida en la tabla 11 del TULMAS.

Con el resultado y realizado el diagnostico nos servirá como base para la elaboración de una propuesta de medidas correctivas del agua residual generada por Pro Floret, la misma que se elaborara en el capítulo tres.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA DEL DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA RESIDUAL DEL SEMI PROCESADO DE BRÓCOLI EN LA FLORETEADORA PRO FLORET.

3.1 INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se utilizó como base estudio que se realizó en la empresa Pro Floret la misma que se dedica al semi-procesado de brócoli para exportación, por tal motivo el estudio se lo realizo para la “**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DEL SEMI-PROCESADO DE BRÓCOLI DE LA EMPRESA PRO FLORET UBICADA EN EL BARRIO RUMIPAMBA CENTRAL DEL CANTÓN SALCEDO PERIODO 2015**”, una vez concluida con la investigación y con los resultados obtenidos del análisis correspondiente y los datos generados deducimos.

La no existencia de un parque industrial en el cantón hace que las empresas existentes descarguen sus aguas residuales directamente en el sistema de alcantarillado público por lo que se considera indispensable que todas las empresas tengan un sistema de tratamiento de las mencionadas aguas que son generadas durante su proceso productivo, razón por la cual se ha planteado

realizar el diseño de una planta de tratamiento de las aguas residuales que son generadas mediante el proceso por parte de la empresa Pro Floret.

En la investigación da como resultado que la presencia de sólidos suspendidos sobrepasan el límite permitido por el TULMAS, en el agua residual proveniente del semi procesado de brócoli según el análisis realizado, del vertido directo de las aguas residuales generadas en la empresa Pro Floret, debe existir una norma vigente en la ciudad que disponga que las industrias cuenten con una planta de tratamiento de aguas residuales, para disminuir el grado de contaminación que puede afectar directamente o indirectamente a los recursos hídricos y a los ecosistemas que se alimentan de estos.

El impacto ambiental que los vertidos industriales generan depende no sólo de sus características comunes, los mismos que pueden ser evaluados por parámetros de medición tales como demanda bioquímica de oxígeno (DBO)5 y la demanda química de oxígeno (DQO), mismos que evalúan contenidos de sustancias orgánicas e inorgánicas especialmente.

3.1.1 Implantación del proyecto

El presente proyecto deberá ser implantado en el sitio en el cual se origina el agua residual, es decir está dirigido a la empresa Pro Floret ya que es el sitio en el cual se genera el agua residual la misma que contiene especialmente sólidos suspendidos dentro de su composición.

3.2 JUSTIFICACIÓN

La propuesta del diseño que se plantea tomando en cuenta los parámetros establecidos por el TULMAS y con los resultados de las muestras de agua, considerando los parámetros que están fuera de norma y necesitan un tratamiento previo para la descarga al sistema de alcantarillado público, esta contempla tratamientos primarios, secundarios , terciarios.

El diseño de la planta está elaborada en base al resultado del análisis del agua residual generada por la empresa Pro Floret analizada en el laboratorio, la misma que en su interpretación indica que los parámetros que sobrepasan el límite permisible establecido en el TULMAS corresponde especialmente a los sólidos suspendidos (LMP 220mg/l, RL 234mg/l) y la demanda química de oxígeno DBO5(LMP 500mg/l, RL 509mg/l) adicional se pudo identificar un punto de descarga de aguas residuales que concluye en el sistema de alcantarillado tiene una longitud de 12m.

La planta de tratamiento está encaminada a la reducción de los sólidos suspendidos en el sitio de origen, cabe indicar que es necesario implementar actividades para la extracción de los sólidos mencionados debe realizarse antes de que las aguas residuales sean descargadas al sistema de alcantarillado, contribuyendo en cierta manera a la conservación del medio ambiente.

3.3 OBJETIVO

3.3.1 Objetivo

Diseñar una la planta de tratamiento para la reducción de los sólidos suspendidos en el agua residual, generado en el semi procesado de brócoli de la empresa Pro Floret,

3.3.1.1 Resultados esperados

- El resultado directo deseado es la reducción de la cantidad de sólidos suspendidos en las aguas residuales de la empresa Pro Floret mediante la instalación de un sistema de rejillas, tamiz y filtro.
- El resultado indirecto es que con la reducción de los sólidos disueltos dentro del agua residual aportar con la preservación del medio ambiente hídrico debido a la reducción de la carga contaminante.

3.3.1.2 Fundamentos teóricos

Los sólidos suspendidos son compuestos orgánicos o inorgánicos que debido a su procedencia pueden formarse de distintas sustancias químicas pero en su mayoría forman de carbono, hidrógeno y oxígeno, siendo la fuente más concentrada de energía en los alimentos.

Las industrias se han ido incrementando con el transcurso de los tiempos, con la finalidad de satisfacer las necesidades del ser humano; sin embargo, han contribuido a la contaminación y reducción del agua en su estado natural y útil, ya que la mayoría de las industrias demandan de este líquido para la ejecución de sus procesos productivos. Una alternativa para la reducción del uso del agua por la industria es la reutilización de la misma, sin embargo, la reutilización no es común ya que es necesario que las aguas sean tratadas y obtengan las condiciones óptimas, para que no se alteren sus procesos debido a las condiciones del líquido vital, por las alteraciones que presentase como por ejemplo los niveles altos de las sales ya que estas pueden dañar las maquinarias.

Un aspecto importante es que en el transcurso del tratamiento se presentan problemas en la eliminación de algunos parámetros, como la eliminación de ciertos tipos de contaminantes, por lo cual se hace que su tratamiento sea más dificultoso e implique más costo en su tratamiento, a diferencia de los sólidos suspendidos orgánicos que son de un tratamiento no muy complicado para su

eliminación, sin embargo muchas industrias dejan estos aspectos a un lado por el costo que para esto implica, tomándolo como un gasto y no como una inversión por los beneficios que con su tratamiento aportan con la preservación al medio ambiente.

a) Tratamientos

Una vez realizada la caracterización del agua residual de la empresa pro floret y notándose la presencia de sólidos dentro de la composición de los vertidos, siendo estos los principales causantes de la alteración en la composición tanto física como química del agua, se necesita la aplicación de un sistema de tratamiento de aguas que contemple tratamientos primarios, secundarios y terciarios, los mismos que detallaremos en nuestra propuesta.

➤ *Tratamiento primario*

Dentro del tratamiento tomaremos en cuenta la remoción de sólidos o cribado con la finalidad de retener, los sólidos gruesos para el cual se deberá realizar lo siguiente:

- ***Rejillas***

En los resultados del análisis de laboratorio se puede identificar, que los sólidos suspendidos, sobrepasan los límites permitidos por la tabla 11, para lo cual es necesaria la instalación de rejillas, que suspenderá o retendrá la mayor cantidad de sólidos, como resultante del corte del brócoli así tenemos residuos gruesos de tallos, florets de brócoli junto con el agua residual.

La rejilla es una parrilla que se hará con barras, formado por elementos rectos y planos, la misma que debe ser colocada en posición vertical a través del canal del efluente residual, y que serán limpiadas manualmente para lo que se recomienda hacerlas unas dos veces al día para evitar la obstrucción del paso del agua residual por el canal, y se deberá realizar de una forma manual.

El material utilizado para las rejillas de preferencia debe ser de acero inoxidable, tomando en cuenta el diámetro del material particulado, se colocará a un ángulo de inclinación de 30° de la vertical a través del canal de efluente,

➤ ***Tratamiento secundario***

En esta fase de tratamiento tomaremos en cuenta el desbaste que se lo realizara mediante un tamiz, habitualmente de menor paso o luz de malla, esta operación no solo reduce la carga contaminante del agua a la entrada, sino que permite preservar los equipos, y bajar el nivel de los sólidos suspendidos que están sobre el límite máximo permitido, el diseño será de un tamiz que ayude a la retención de los sólidos pequeños, como la materia orgánica que traspasen de las rejillas con esto reduciendo en un gran porcentaje la carga contaminante por los sólidos suspendidos en el efluente.

Las mallas de tamiz serán colocadas dentro del interior del tanque colector del agua residual que llega por medio del canal recolector de la sala de corte.

➤ ***Tratamiento terciario***

• ***Filtrado***

Este método está diseñado para eliminar definitivamente los sólidos de las aguas que trascienden del decantador o del tratamiento primario.

La aplicación de un filtro no asegura que la calidad de agua sea mejorada significativamente ya que las partículas o sólidos suspendidos quedarían encapsuladas en este.

Se ha estipulado que para esta fase de tratamiento se utilice un filtro prensa, el mismo que contiene láminas de polipropileno que será instalado a la salida del tanque que contiene los tamices.

3.4 CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA RESIDUAL DE LA EMPRESA PRO FLORET

3.4.1 *Calculo del agua residual Generada por día*

Para el cálculo respectivo procedimos a medir en un recipiente con medida para saber cuántos litros se captaba en un minuto dando el siguiente resultado.

En un minuto se obtuvo 19L

$$\frac{19 L}{min} * \frac{1 min}{60 Seg} = 0.316666666 \frac{L}{Seg}$$

Realizamos la respectiva verificación del cálculo

$$0.316666666 \frac{L}{Seg} * \frac{60 Seg}{1 min} = 19 \frac{L}{min}$$

Litros vertidos en la alcantarilla por hora

$$19 \frac{L}{min} * \frac{60min}{1H} = 1.140 \frac{L}{H}$$

Total de litros vertidos diariamente

$$1.140 \frac{L}{H} * \frac{8H}{1dia} = 9.120 \frac{L}{dia}$$

Metros cúbicos día

$$9.120 \frac{L}{dia} \div \frac{1m^3}{1000 L} = 9.12 \frac{m^3}{dia}$$

3.4.2 Tratamiento primario

3.4.2.1 Diseño del canal

Se diseñará el canal, con una eficiencia hidráulica que conducirá el caudal proveniente de las actividades del lavado del brócoli hacia la planta, esta tendrá una sección rectangular.

Para el cálculo del diseño del canal se debe tener en cuenta ciertos factores como son, tipo de material del cuerpo del canal, coeficiente de rugosidad, velocidad máxima y mínima permitidas, pendiente del canal, taludes.

Datos:

$$b = \text{Solera: } 0.35\text{cm}$$

$$c = \text{Calado: } 0.30\text{cm}$$

$$AH = \text{Área Hidráulica: ?}$$

$$Q = \text{Caudal: } \frac{9.120L}{\text{día}} = 1.14 \frac{L}{H} \div \frac{1H}{60\text{min}} = 0.019 \frac{L}{\text{min}}$$

Fórmula: 1

$$AH = b * c$$

a) Colocación de los datos

$$AH = 0,35\text{m} * 0,30\text{m}$$

$$AH = 0.10\text{m}^2$$

Adquirimos un área hidráulica de 0.10m^2 .

Calcular la velocidad, se realizó la ecuación de MANNING, que permite establecer la velocidad que se debe manejar dentro del canal.

b) Perímetro Mojado.

Fórmula: 2

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * \iota^{1/2}$$

Dónde:

$V =$ Velocidad :?

$R =$ Radio Hidráulico $\rightarrow R = \frac{AH}{X}$

$X =$ Perímetro mojado: ?

$\iota =$ Pendiente longitudinal del canal existente: 3‰ = 0.003

$n =$ Coeficiente de rugosidad de MANNING: 0.016 Hormigón Nuevo

Colocación de los datos:

$$X = h + b + h$$

$$X = (0.30 + 0.35 + 0.30)m$$

$$X = 0.95m$$

Resultado del perímetro mojado tenemos 0.95m.

c) Cálculos para determinar El Radio Hidráulico

Fórmula: 3

$$R = \frac{AH}{X}$$

$$R = \frac{0.10m^2}{0.95m}$$

$$R = 0.10m$$

Con los datos obtenidos se aplicara la ecuación para el cálculo de la velocidad.

$$v = \frac{1}{0.016} * 0.10m^{2/3} * 0.003^{1/2}$$

$$v = 62.5 * 0.20m * 0.054$$

$$v = 0.67 m/s$$

Una vez que se ha obtenido los datos necesarios, se procedió a calcular el caudal que transportará el canal existente.

Fórmula: 4

$$Q = AH * V$$

$$Q = 0.10m^2 * 0.67 m/s$$

$$Q = 0.067 m^3/s$$

El caudal fue calculado **mayor** que el caudal existente, el canal es eficiente para recoger el agua residual que resulta de las actividades de producción.

3.4.2.2. *Rejillas Finas*

Se diseñara unas rejillas, que logrará retener la mayor cantidad de solidos gruesos productos del proceso del lavado de los brócoli.

La rejilla consta de una parrilla de barras redondas, formado por elementos rectos y planos, que se colocará a un ángulo de inclinación de 30° de la vertical a través del canal de efluente, las mismas que serán limpiadas manualmente.

Para esto se realizó el cálculo del ancho y profundidad en la zona de la rejilla.

Fórmula: 5

$$P = Q * \frac{B + L}{\left(1 - \frac{30}{100}\right) * Vp * L * BR}$$

Dónde:

$$Q = 0.019m^3/min$$

$$BR = \text{Ancho del canal } 0.35m$$

$$L = \text{Luz espacio entre barrotes } 0.08m$$

$$B = \text{Ancho de barrotes } 0.06m$$

$$G = \text{Grado de colmatación } 30\%$$

$$Vp = \text{Velocidad de paso en la rejilla } 1.1 m/s$$

$$P = \text{Profundidad en la zona de la rejilla (m): ?}$$

$$AR = \text{Área util del canal =?}$$

Colocación de los datos.

$$P = 0.019 m^3/min * \frac{0,06m + 0.08m}{\left(1 - \frac{30}{100}\right) * 1,1m/s * 0.08m * 0,35m}$$

$$P = 0.12m$$

La profundidad en la zona de la rejilla será de 0.12 m.

a) cálculo del área útil del canal en la zona de la rejilla.

Fórmula: 6

$$AR = BR * \frac{L}{L + B} * \left(1 - \frac{G}{100}\right)$$

Colocación de datos.

$$AR = 0.35m * \frac{0.08m}{0.08m + 0.06m} * \left(1 - \frac{30}{100}\right)$$

$$AR = 0.13m^2$$

El área útil para la zona de la rejilla será de $0.13m^2$, a partir de este valor se calculara el número de barrotes.

Fórmula: 7

$$N = \frac{Br - L}{B + L}$$

Colocación de los datos.

$$N = \frac{0.35m - 0.08m}{0.06m + 0.08m}$$

$$N = 2$$

El número total de barrotes que se necesita es de 2 barrotes.

3.4.3 Tratamiento Secundario Planta de Retención de Sólidos Disueltos

3.4.3.1 Aspectos teóricos

La planta depuradora o trampa interceptora para los sólidos disueltos es un receptáculo ubicado entre las líneas de punto generador del agua residual y el punto receptor, esta permite la separación y recolección contaminantes (sólidos) del agua utilizada y evita que estos materiales ingresen a la red de alcantarillado público o a un cuerpo natural de agua.

Las trampas plantas depuradoras retardan el flujo del agua procedente de los desagües, dándonos un tiempo y espacio para poder separar los contaminantes y el agua reteniendo los sólidos disueltos en la laminas o mallas separadoras y logrando con esto que el agua quede con la mínima carga contaminante y el resto del agua pasa libremente al cuerpo receptor.

3.4.3.2. Consideraciones que se debe tomar en cuenta para la implementación de una planta

- Debe instalarse cerca del sitio donde se genera la carga contaminante.
- Se debe considerar el área disponible así como las dimensiones para que la planta depuradora funcione a cabalidad.
- Debe existir un espacio ideal para facilitar labores de inspección y mantenimiento.
- Tiene que ser ubicada en un lugar seguro y con las debidas medidas de seguridad y no expuestas a riesgos por derrames y que no presenten riesgos para terceros.
- La distancia total de las tuberías entre el punto generador más distante y la entrada a la planta depuradora nunca deberá ser mayor a 7 metros.

a) *Mantenimiento*

Para llevar a cabo el mantenimiento se hace necesario que el usuario que lo ejecuta tenga en cuenta las siguientes recomendaciones de seguridad y medio ambiente:

- El personal deberá utilizar el equipo de protección personal (EPP), (guantes, botas de goma y mascarillas así como un overol).
- No debe usar detergentes ni lejías.

b) Pasos para el Mantenimiento

- Previa inspección del contenido de los residuos en las mallas del tanque con una apreciación visual iniciar con el mantenimiento de remoción de los sólidos disueltos preferentemente se debe realizar la limpieza de las mallas diariamente de preferencia unas dos veces por día de trabajo.
- Remover los sólidos del fondo del tanque usando o herramientas idóneas que le permitan realizar esta labor.
- Recoger y transportar los residuos a un sitio designado para ser secadas y su posterior trasporte para la disposición final de los residuos.
- Una vez secos los residuos de preferencia deben ser transportados en lonas para su mejor manejo por la facilidad que prestan.
- La planta depuradora debe tener una limpieza total una vez por semana preferentemente los días que la empresa no labora para no interrumpir con el proceso ni el funcionamiento de la misma.

3.4.3.3 Diseño de un Sistema De Tratamiento de Aguas Residuales para La Empresa “Pro Floret”

El diseño expuesto en el presente documento, pueden ser considerados como referenciales ya que constituyen un prototipo base que se implanta en la mayoría de empresas que disponen del tratamiento de aguas residuales.

Del diseño propuesto, nos permite realizar un tratamiento de forma eficiente es decir permite que el proceso fluya naturalmente y la descarga de las aguas tratadas no quede contrapendiente.

a) Cálculos para el diseño de nuestra planta de efluentes

Según Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012.

1 Paso

Para estimar el caudal de diseño (Qd) de la planta, deben tenerse en cuenta las unidades de gasto de cada artefacto sanitario que se conectará a la unidad en nuestro caso lo identificamos de la siguiente manera

TABLA N° 13. ITEMS PARA CALCULAR EL CAUDAL DE DISEÑO

| PARA ESTIMAR EL CAUDAL DEL DISEÑO (Qd) | | | | |
|---|-----------------|---------------|--------------------------|----------------------------|
| PERIODO | CANTIDAD | GRIFOS | UNIDADES DE GASTO | Total = [1]*[2]*[3] |
| FASE II | 4 | 2 | 2 | 16 |
| FASE VIII | 3 | 2 | 2 | 10 |
| LIMPIEZA | 3 | 2 | 1 | 6 |
| Unidades Totales de Gasto | | | | 32 |

Deben asumirse las unidades de gasto, por cada grifo de cada artefacto sanitario.
Una vez se tenga la contabilidad, se aplicará la siguiente expresión:

$$Qd = 0,3 \cdot \sqrt{U}$$

$$= 0,3 \cdot \sqrt{32}$$

$$= 1,69 \frac{L}{Seg}$$

Una vez conocido nuestro caudal de diseño (Qd) transformamos a metros cúbicos día

$$1,69 \frac{L}{Seg} * \frac{m^3}{1000 L} * \frac{60 Seg}{1min} * \frac{60min}{1 H} * \frac{24H}{1dia} = 146 \frac{m^3}{dia}$$

Para obtener nuestro Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) debemos calcular nuestra **Área planta** (AP) más el volumen de los estanques para la retención de los sólidos disueltos (VP).

$$AT = \frac{Qd \text{ Caudal de Diseño}}{Cs \text{ Carga Superficial}}$$

$$AT = \frac{146 \frac{m^3}{dia}}{24 \frac{m^3}{m^2 dia}} = AT = 6.1m^2$$

Volumen de Tanque para los sólidos disueltos (VT).

$$VT = \text{Area del tanque (AT)} * \text{Caudal de diseño (Qd)}$$

$$VT = 6,$$

$$1m^2 * 1,5m$$

$$VT = 9,1m^3$$

Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)

$$TRH = \frac{\text{Volumen tanque para los solidos (AT)}}{\text{Caudal de Diseño (Qd)}}$$

$$TRH = \frac{9,1m^3}{146 \frac{m^3}{dia}}$$

$$TRH = 0,062dia$$

El tiempo de retención hidráulica transformamos de día a minutos

$$0,062dia * \frac{24 H}{1 dia} * \frac{60 min}{1 H} = 89,28 min. TRH$$

Metodología de Comprobación De Cálculo

Partimos con nuestro caudal conocido:

$$1,69 \frac{L}{Seg} * \frac{60 Seg}{1 min} * 89,28 min = 9052 L \div 1000 = 9.1m^3$$

Para el diseño de nuestra planta de efluentes se tomó en cuenta:

TABLA N° 14. DIMENSIONES PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO

| Dimensiones recomendadas para el diseño de la planta de efluentes, según el caudal de diseño (Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012) | | | | |
|---|---|---------------------------------------|------------------|------------------|
| Rango de Caudales (Litros/seg) | Volumen de la planta (m³) | Dimensiones estimadas (metros) | | |
| | | Profundidad (H) | Ancho (A) | Largo (L) |
| <1 | 1,8 | 1,5 | 1 | 1,2 |
| | | 1 | 1 | 1,8 |
| 1 a 2 | 3,6 | 1,5 | 1,1 | 2,2 |
| 2 a 3 | 5,4 | 2 | 1,13 | 2,4 |
| 3 a 4 | 7,2 | 2 | 1,45 | 2,5 |
| 4 a 5 | 8,1 | 2 | 1,5 | 2,7 |
| 5 | 9,12 | 2 | 1,6 | 2,85 |

FUENTE: Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012

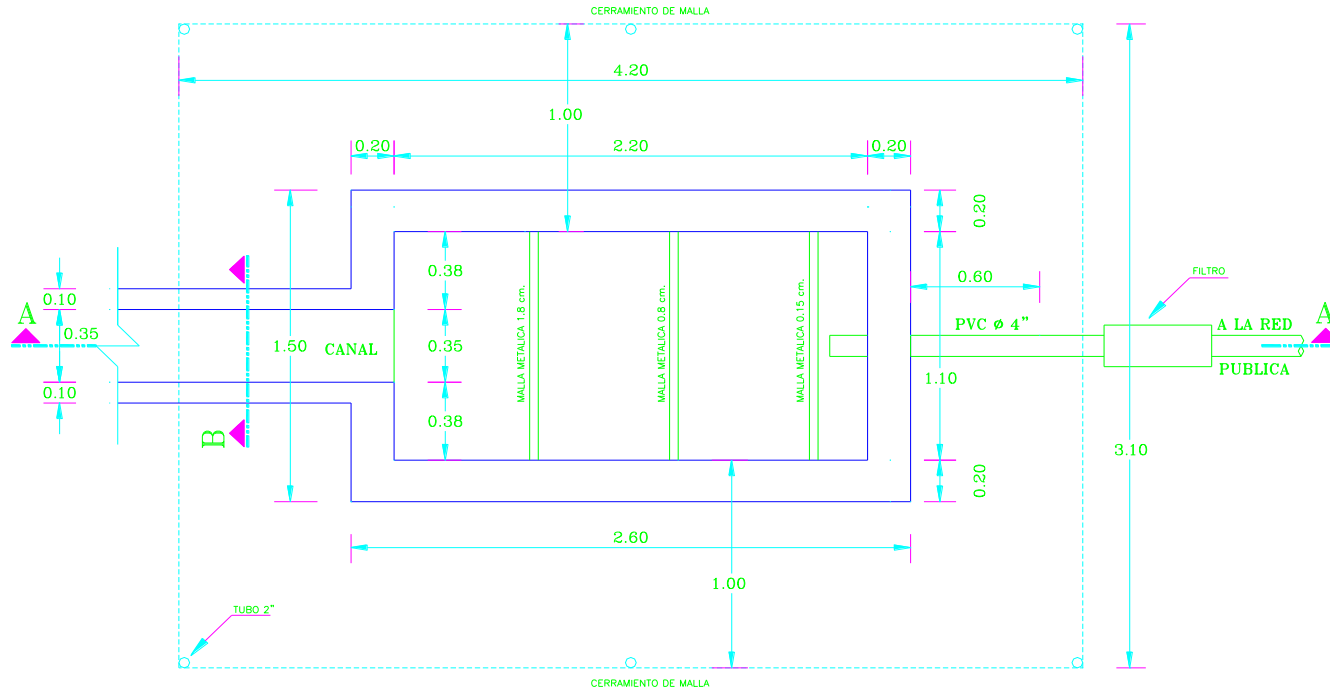
TABLA N° 15: CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA PLANTA

| Criterios de diseño de una planta de efluentes (Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012. | |
|---|---|
| Característica | Valor o rango |
| Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) | 89,28 minutos |
| Relación Largo:Ancho | Entre 2:1 y 3:2 |
| Profundidad útil: | Mínima: 0,8 m |
| | Máxima: 2,0 m |
| Dispositivos de ingreso y salida | Tee de 90° y mínimo de 3 pulgadas de diámetro |
| Borde libre | 0,30 m (mínimo) |

FUENTE: Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012.

3.5 DISEÑO DE LA PLANTA

GRÁFICO N° 6. VISTA SUPERIOR DE LA PLANTA

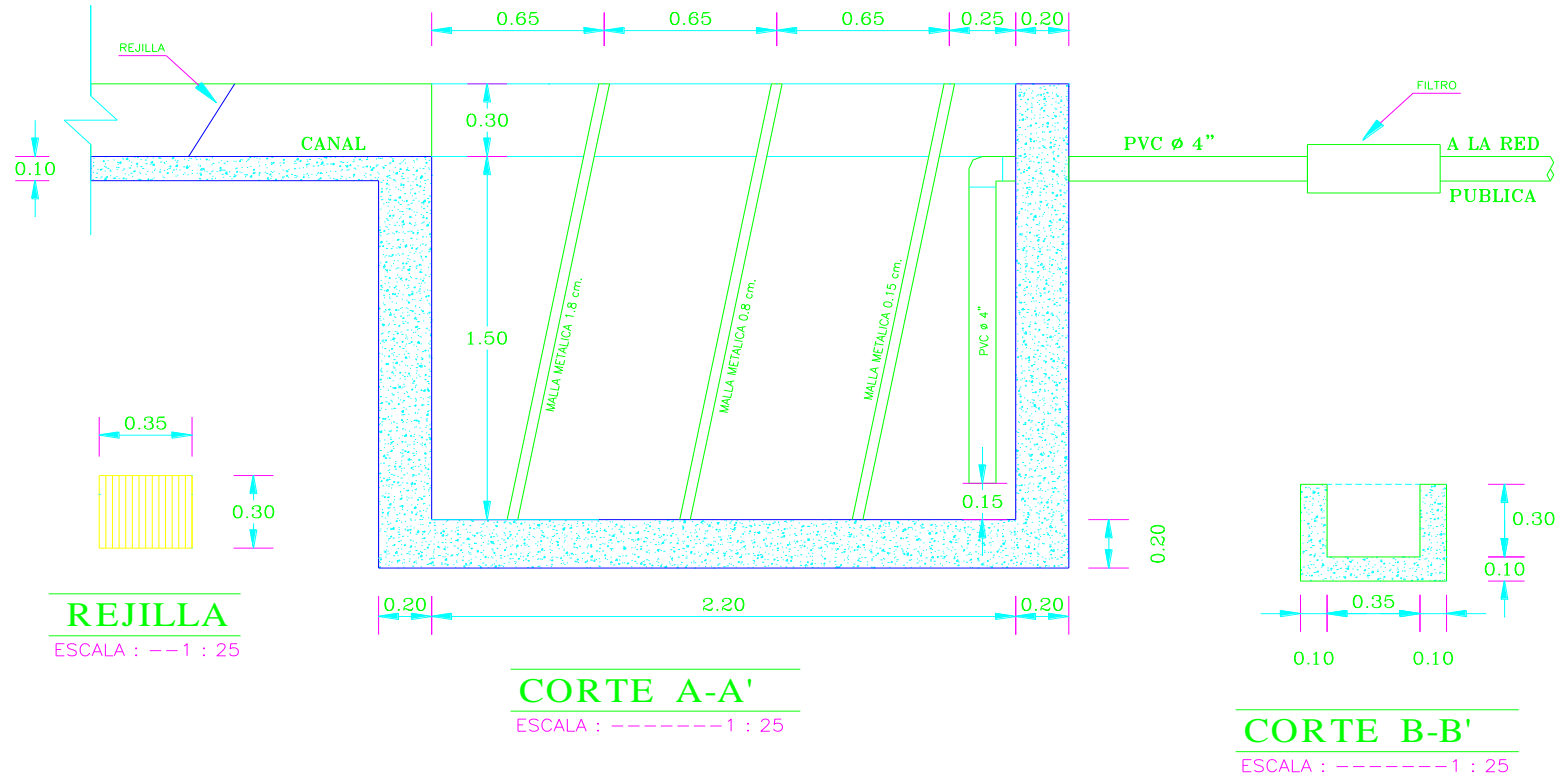


PLANTA DE EFLUENTES

ESCALA : - - - - - 1 : 25

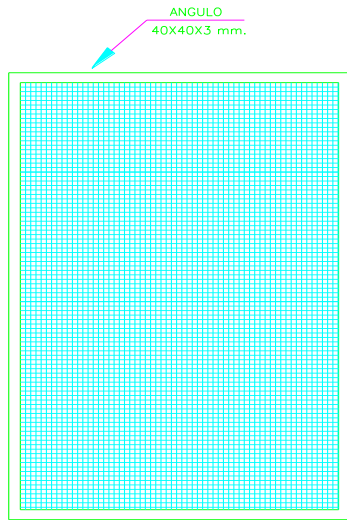
ELABORADO POR: El Investigador

GRÁFICO N° 7. VISTA LATERAL DE LA PLANTA

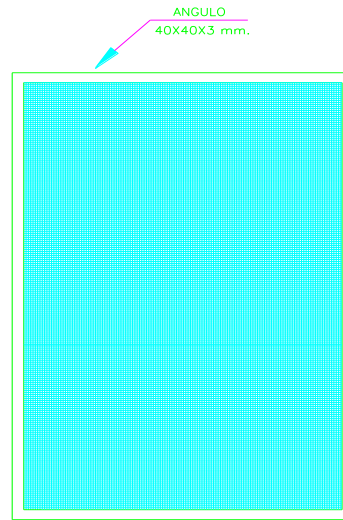


ELABORADO POR: El Investigador

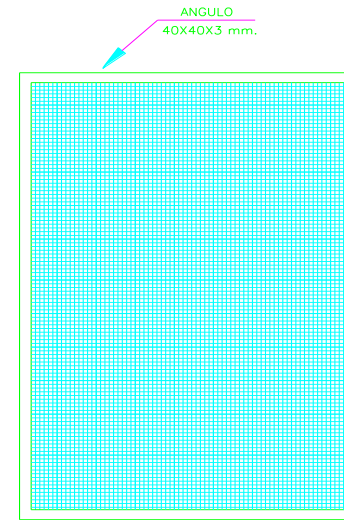
GRÁFICO N° 8. MALLAS PARA LA PLANTA



MALLA METALICA 1.8 cm.
ESCALA : ----- 1 : 25



MALLA METALICA 0.8 cm.
ESCALA : ----- 1 : 25



MALLA METALICA 0.15 cm.
ESCALA : ----- 1 : 25

PRESUPUESTO

Para el presupuesto se tomó en cuenta todos los implementos así como los materiales y las herramientas que se necesitan para la construcción de la planta de tratamiento así como la mano de obra requerida para la construcción.

Así tenemos que para una mejor interpretación se ha realizado una tabla en la misma que se detalla los diferentes rubros que intervienen para la construcción de la planta de tratamiento del agua residual de la empresa Pro Floret.

TABLA N° 16. PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE EFLUENTES

| PRESUPUESTO | | | | | |
|-------------|---|--------|---------|------------------|---------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDA | P. UNITARIO (\$) | P. TOTAL (\$) |
| 1 | REPLANTEO Y NIVELACION | M2 | 14.00 | 4.44 | 62.16 |
| 2 | EXCAVACION A MANO EN SUELO SIN CLASIFICAR | M3 | 7.80 | 7.24 | 56.47 |
| 3 | ACERO DE REFUERZO | KG. | 170.50 | 2.05 | 349.52 |
| 4 | HORMIGON SIMPLE f'c= 210 Kg./ cm2 | M3 | 6.50 | 151.30 | 983.45 |
| 5 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO | M2 | 13.50 | 16.78 | 226.53 |
| 6 | ENLUCIDO E IMPERMEABILIZACION DEL TANQUE e= 3 cm. | M2 | 15.00 | 10.25 | 153.75 |
| 7 | TUBERIA PVC-P D= 4" | ML. | 6.00 | 6.63 | 39.78 |
| 8 | FILTRO DE AGUA | U | 1.00 | 316.13 | 316.13 |
| 9 | MALLA METALICA 1.8 cm. | U | 1.00 | 42.86 | 42.86 |
| 10 | MALLA METALICA 0.9 cm. | U | 1.00 | 44.06 | 44.06 |
| 11 | MALLA METALICA 0.15 cm. | U | 1.00 | 45.26 | 45.26 |
| 12 | REJILLA EN CANAL | U | 1.00 | 24.00 | 24.00 |
| 13 | HORMIGON CICLOPEO 60% H.S. + 40% PIEDRA | M3 | 2.00 | 110.59 | 221.18 |
| 14 | CERRAMIENTO DE MALLA Y TUBO DE 2" | GBL. | 1.00 | 216.00 | 216.00 |
| | | | | | |
| | | | | TOTAL= | 2,781.15 |

El presupuesto es de **DOS MIL SETECIENTOS OCHENTA Y UNO CON 15/100 dólares de los Estados Unidos de América, (2,781.15)**

NOTA: SE CONSIDERO UN 20% DE COSTOS INDIRECTOS

ELABORADO POR: El investigador

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Se realizó el diagnóstico de la situación actual en la descarga del agua residual generada por la empresa Pro Floret, detectando que el efluente es vertido directamente y sin un previo tratamiento a la red pública del sistema de alcantarillado específicamente del barrio Rumipamba Central.

Mediante la realización de un análisis de laboratorio, los resultados obtenidos y la interpretación de los mismos se llegó a concluir que el agua residual generada en Pro Floret tiene sólidos suspendidos que sobrepasa el parámetro de los límites permisibles establecidos en la normativa vigente (TULMAS), y que a su vez tiene una demanda química de oxígeno para la descomposición de los mismos.

Comprenden:

Los sólidos suspendidos en un 14mg/l que corresponde a un 6.6% sobre la norma establecida.

La DQO con 9mg/l correspondiente a un 1.2%, sobre la norma establecida.

Adicional encontramos también la turbidez y el color y el olor pero estos parámetros serán reducidos con la eliminación de los residuos sólidos pese que no estipula dentro de los criterios para la descarga al sistema de alcantarillado en la tabla 11 del TULSMA.

Se determinó que los vertidos de la empresa Pro Floret son desechados de una forma directa por lo cual se establece que la planta para el tratamiento de las aguas residuales debe implantarse en el sitio de origen de las mismas acordando que debe estar ubicada en los predios de la empresa, para un mejor manejo y monitoreo en cuanto a su funcionamiento.

Finalmente y basándonos en los resultados del análisis de laboratorio del agua residual se elaboró el diseño de la planta para el mejoramiento de la calidad del efluente, la misma que contiene un proyecto: proyecto N°1, enfocado a la eliminación de los sólidos suspendidos en la fuente de origen, para lo cual se propuso tres etapas de tratamiento:

Tratamiento primario

Que está orientado a la retención de sólidos por medio de unas rejillas finas que detendrán los sólidos orgánicos de mayor tamaño.

Tratamiento secundario

En esta etapa de tratamiento está conformada por un tanque receptor del agua residual en el mismo que se dispondrá unas mallas delgadas para la retención de los sólidos orgánicos más delgados o finos.

Tratamiento terciario

Esta etapa de tratamiento la conforma un filtro prensa que está constituido por placas de polipropileno con el propósito de retener en su totalidad los sólidos que puedan burlar el tratamiento primario y secundario.

4.2 RECOMENDACIONES

Se establezca normativas dentro del Cantón que regulen la descarga de los vertidos industriales y socializarlas con la población en general, especialmente a los propietarios de las diferentes industrias del Cantón, ya que deben ser ellos los encargados de implementar estrategias para el tratamiento de las aguas residuales que generan, antes de ser descargadas al sistema de alcantarillado o un cuerpo de agua.

A la Empresa Pro Floret implemente la presente propuesta de tratamiento, ya que es práctica, factible y no muy costosa de aplicarse, para ello se recomienda contratar al personal técnico necesario para que realice la construcción de la planta de tratamiento.

Se recomienda adicional tomar muy en cuenta los parámetros que no sobrepasan las normas establecidas por el TULMAS, llevando un buen monitoreo de modo que no se alteren, para no deterioren la calidad de agua residual de la empresa Pro Floret y la planta sea útil y no requiera modificaciones múltiples, por posibles alteraciones en los parámetros mencionados.

A la empresa Pro Floret realizar una limpieza más efusiva en seco de los residuos del piso para reducir la carga contaminante de los sólidos al momento del trapeado con agua con la finalidad de reducir en gran cantidad las partículas orgánicas, y a su vez la limpieza de las mallas sea más rápida y tenga una vida útil mayor.

5 BIBLIOGRAFÍA

5.1 BIBLIOGRAFÍA CITADA

AGUILAR M.I. “Tratamiento Físico-Químico de Aguas Residuales” edición ilustrada ISBN: 848371308x, 9788483713082. pag: 84-88 (2002).

BELTRAN Jesús. “Análisis Químico De Aguas Residuales” 1era edición, Editorial Abecedario, ISBN: 9788493341442. pag: 128 - 135 Madrid – España (2004).

BOLEA José. “Cultivo de Coles, Coliflores y Broculis (Brocoli). Tercera Edición. ISBN: 10: 8430205721. Madrid – España. (2001). pag: 43 -45.

CORCHO Fredy. Acueducto Teoría y diseño. Segunda Edición. ISBN: 958-97681-1-3. Pag: 88-99 Colombia 2005

ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA. Editorial grupo Océano. Barcelona España. ISBN 84-494 1411-13.Pag:587-593

GARCES Paz Hugo. “INVESTIGACION CIENTIFICA”. Primera Edición. Ediciones Abba Ayala: ISBN: 9978-04-641-0. Quito – Ecuador. (2000).pag: 70 – 80.

GOITES Enrique David. “Manual de cultivos para la Huerta Orgánica Familiar”. Primera Edición. ISBN 978-987-521-324-1. Buenos Aires – Argentina. (2008) pag: 65-69

LENORE Clesceri. METODOS NORMALIZADOS PARA ANALISIS DE AGUAS POTABLES Y RESIDUALES, Editorial Díaz de Santos ISBN: 9788479780319 Pag: 47- 52. España (1992)

MADRID. Vicente. “Manual del Agua Ciencia Tecnología y Legislación”. 1ra Edición. ISBN 9788496709843. Pag 27-35. Madrid – España. (2012)

MARIN Rafaél. “Fisicoquímica y Microbiología De Los Medios Acuáticos: Tratamiento y Control de Calidad de Aguas. 1era Edición. ISBN: 788479785901. PAG: 57 – 65 España (2003)

NORMA AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES: Recurso Agua: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS) libro VI Anexo 11.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 2169 .Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras. (1998)

RAMÍREZ Q, Francisco “Tratamiento y Desinfección del Agua Potable” Primera Edición. ISBN 84933694 Pag. 34 – 40 Madrid - España (2005)

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Reglamento de Aplicación de la Ordenanza No. 2910 del 27 de Enero de 1992. “Prevención y Control de la Contaminación producida por las descargas líquidas industriales y las Emisiones hacia la Atmósfera”.

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 74, 10 de Mayo del 2000. Anexo que contiene los Valores Máximos Permisibles de los Indicadores de Contaminación y Parámetros de Interés Sanitario para Descargas Líquidas.

RAMALHO Rubén Sette. “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES”. Primera Edición. ISBN: 9788429179750. Barcelona – España (2003). Pag: 87- 98.

RODIER Jean. “Análisis del Agua” Novena Edición. ISBN: 9788428215305. España 2011. Pag: 58 - 67

RUSELL David L. “Tratamiento de Aguas Residuales un Enfoque Práctico”. Primera Edición, ISBN 9788429179767. Pag. 43-58. España 2012.

SEOANES Mario. Aguas Residuales: Tratamientos por Humedales Artificiales. Primera Edición. ISBN: 9788471148216. Pag: 45 -67. España 2005.

SIERRA Carlos. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Primera Edición. ISBN: 9789588692067. Pag: 58-78. Universidad de Medellín 2011.

5.2 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ABASTECIMIENTO DE AGUAS Y REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES FAIR & GEYER Editorial LIMUSA. UNDÉCIMA REIMPRESIÓN MÉXICO 1996.

OROZCO. Alvaro. BIOINGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES. Editor Acodal,(2005),ISBN 9589645453,9789589645451 pag 47

PUBLICACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, Proyecto del Milenio, Health, dignity, and development: whatwillittake? (Londres y Sterling, Virginia, Earthscan, (2005), págs. 15 a 27.

VALDEZ Uribe Darlyn. DISEÑO PRELIMINAR DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A ESCALA INDUSTRIAL PARA LOS EFLUENTES DE PROCESO DE PIELES. Tesis (Ingeniería Ambiental).Quito. Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.2012

5.3 LINGÜOGRAFÍA.

http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua 15- enero- 2015, 10:30am.

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2176.1998.pdf> muestreo de agua. 11- II- 2015. 19:15pm

faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf 15 -enero-2015 15:30 PM

es.wikipedia.org/wiki/Cant%C3%B3n_Salcedo 15/02/2015 23:03

http://www.eruditos.net/mediawiki/index.php?title=divisi%C3%B3n_pol%C3%A9tica_-_administrativa_-_territorial_del_Cant%C3%B3n_Salcedo.

Cultivo de Brócoli. <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4599/1/CD-4196.pdf> (03/03/2015) 21:59pm

Cultivodebrócoli.<http://www.bionica.info/bibliotec/iica2007brocoliexportacion.pdf> (03/03/2015) 22:08

ANEXOS

ANEXO 1



TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
 FLOCULANTES - COAGULANTES
 PLANTAS POTABILIZADORAS
 REMEDIACION AMBIENTAL
 ABSORCION DE CRUDOS
 REACTIVOS QUIMICOS
 CARBON ACTIVADO
 GRAVA SILISICA
 BARITINA
 BOMBAS

WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
 Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf: 3678269 / 3678253
 LABORATORIO DE AGUAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-015-035

CLIENTE: Byron Pílatuña Bastidas
 LUGAR: PRO FLORET (Rumipamba Central)
 FECHA DE MUESTREO: 07/04/2015
 FECHA DE REPORTE: 20/04/2015
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M1 Rumipamba Central
 (MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE)

| ANALISIS FISICO-QUIMICO | | TULSMA | |
|---------------------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| PARAMETRO | UNIDADES | Muestra 1 | LIMITE MAXIMO PERMISIBLE |
| pH | | 4.52 | 6 - 9 |
| Conductividad | µS/cm | 1657 | *** |
| Turbidez | FTU | 294 | *** |
| Color | U, Pt-Co | 1510 | Inapreciable 1:20 |
| Olor | *** | Fétido | No Objetable |
| DBO5 | mg/L | 245 | 100.0 |
| DOC | mg/L | 509 | 200.0 |
| Oxígeno Disuelto | % de Saturación | 3.8 | > 80 |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/L | 827 | 1600.0 |
| Sólidos Suspendedos | mg/L | 234 | 130 |

***: No se encuentra especificado en la Reforma 028 TABLA 10 - REQUISITOS
 DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Atentamente:

Topo EDGAR MOROMENACHO

WASCORP S.A.

Ing. Vinicio Pasco

Revisado

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 (Quito) Sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel
 calle B No. 35 * Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 099 6392 643
 wascorp@andinanet.net / wascorp@andinanet.net



CASA DEL QUÍMICO 2

SERVICIO PROFESIONALES - LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACEÚTICAS

INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Junio 9 / 2015

| ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES | | | |
|--|---------------|--|--|
| Informe de Laboratorio | | FQAR-309 | |
| Orden de trabajo | No. | 309 | |
| Presentación | envase | polietileno | |
| Contenido | ml | 2000 | |
| Identificación | | Agua residual Semiprocesado de Brocoli | |
| Empresa | | Profloret | |
| Barrio | | Rumipamba central | |
| Cantón- Provincia | | Salcedo-Cotopaxi | |
| Solicita | | Sr. Byron Platuña | |
| Tipo de muestra | | simple | |
| Fecha de muestreo | | 02-06-15 | |
| Hora de recolección | | 10h00 | |
| Fecha de informe | | 09-06-15 | |
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS | |
| pH | | 7.51 | |
| Color | U. Pt-Co | 15 | |
| Turbiedad | NTU | 3.73 | |
| Conductividad Eléctrica | uS/ cm | 1161 | |
| Sólidos Totales | mg / L | 763 | |
| Sólidos Disueltos | " | 583 | |
| Sólidos en Suspensión | " | 180 | |
| Sólidos Sedimentables | ml/ L | 8 | |
| Oxígeno Disuelto | mg / L | 0.6 | |
| DBO 5 | " | 98 | |
| DQO | " | 225 | |
| CONCLUSIONES | | | |
| La Normativa está basada en el TULAS que contiene los límites máximos permisibles de aguas de descarga | | | |


CASA DEL QUÍMICO 2
LABORATORIO QUÍMICO INTEGRAL
Dr. ENRIQUE VAYAS M.Sc.

Dr. Enrique Vayas López M.Sc.

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS
Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado * Telf.: 032 422366 - 0984 069372
E-mail: envayo50@hotmail.es * Ambato - Ecuador



CASA DEL QUÍMICO 2

SERVICIO PROFESIONALES - LABORATORIO QUÍMICO - INTEGRAL
AGUAS - ALIMENTOS - COSMÉTICOS - SUELOS - PREPARACIONES FARMACÉUTICAS

INFORME DE RESULTADOS

Ambato, Junio 9 / 2015

| ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES | | | |
|--|----------|--|--|
| Informe de Laboratorio | | FQAR-310 | |
| Orden de trabajo | No. | 310 | |
| Presentación | envase | polietileno | |
| Contenido | ml. | 2000 | |
| Identificación | | Agua residual Semiprocesado de Brocoli | |
| Empresa | | Profloret | |
| Barrio | | Rumipambe central | |
| Cantón- Provincia | | Salcedo-Cotopaxi | |
| Solicita | | Sr. Byron Plataña | |
| Tipo de muestra | | simple. | |
| Fecha de muestreo | | 03-06-15 | |
| Hora de recolección | | 17h00 | |
| Fecha de informe | | 09-06-15 | |
| | | | |
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS | |
| | | | |
| pH | | 7.46 | |
| Color | U. Pt-Co | 15 | |
| Turbiedad | NTU | 3.89 | |
| Conductividad Eléctrica | uS/ cm | 1186 | |
| Sólidos Totales | mg / L | 740 | |
| Sólidos Disueltos | " | 583 | |
| Sólidos en Suspensión | " | 157 | |
| Sólidos Sedimentables | ml / L | 9 | |
| Oxígeno Disuelto | mg / L | 0.6 | |
| DBO 5 | " | 114 | |
| DQO | " | 249 | |
| | | | |
| CONCLUSIONES | | | |
| La Normativa está basada en el TULAS que contiene los límites máximos permisibles de aguas de descarga | | | |



Dr. Enrique Vayas López M.Sc.

ANÁLISIS: FÍSICO - QUÍMICO - BACTERIOLÓGICO - ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL
CONSULTORÍA - TRATAMIENTO DE AGUAS - MATERIAS PRIMAS - REACTIVOS QUÍMICOS

Dirección: Av. 12 de Noviembre 842 y Maldonado * Telf.: 032 422366 - 0984 069372
E-mail: envafo50@hotmail.es * Ambato - Ecuador

ANEXO 2







ETIQUETADO DE LA MUESTRA

ANEXO 3



DESCARGA DE MATERIA PRIMA



DISPOSICION EN LAS MESAS



FLORETEO DEL BROCOLI



CONTROL DE CALIDAD





CARGA Y TRANSPORTE



LIMPIEZA EN SECO DE RESIDUOS



LIMPIEZA CON AGUA

