

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**



**CARRERA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, AMBIENTALES Y  
VETERINARIAS**

**ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**PROPUESTA PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN LA  
EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A. DE LA PARROQUIA  
TANICUCHÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI**

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

**AUTORES:**

**ALEX ANIBAL SALTOS TORRES  
FRANKLIN JAVIER SANGO VIRACOCCHA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. VLADIMIR ORTIZ BUSTAMANTE**

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2008**

## **AUTORÍA**

Declaramos que el presente trabajo y los contenidos de esta tesis es absolutamente original, autentico y personal, por lo que nos responsabilizamos los postulantes, y damos fe que es producto de la investigación realizada en diferentes fuentes que se mencionan en la bibliografía; y, de la reflexión de los autores de la misma.

## **POSTULANTES:**

**Alex Aníbal Saltos Torres.**

**Franklin Javier Sango Viracocha.**

---

180233420-9

---

050278062-0

## **APROBACIÓN DEL ASESOR**

Yo, **ING. VLADIMIR ORTIZ BUSTAMANTE**, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la Presente Tesis de Grado: **“Propuesta para el manejo de aguas residuales en la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A.**, de autoría de los Señores Alex Aníbal Saltos Torres y Franklin Javier Sango Viracocha, de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente. **C E R T I F I C O:** que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

---

Ing. Vladimir Ortiz B.

**DIRECTOR DE TESIS**

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestros más sinceros agradecimientos al Personal Docente y Administrativo, de La Universidad Técnica de Cotopaxi, a todos nuestros maestros y compañeros, por su apoyo incondicional en el transcurso de nuestra vida estudiantil, que nos ha permitido convertirnos en profesionales de éxito.

Un reconocimiento especial al Ing. Vladimir Ortiz Bustamante, Director de Tesis, por la orientación y conocimientos brindados capacidad intelectual y profesionalismo demostrado con sus acertados criterios técnicos encaminados en pos del medio ambiente.

A la empresa “AGLOMERADOS COTOPAXI S.A.”, y a su personal técnico por todas las facilidades y criterios emitidos que de una u otra manera, ayudo a la mejor elaboración del trabajo investigativo.

*Alex Aníbal Saltos Torres.*

*Franklin Javier Sango Viracocha.*

## **DEDICATORIA**

De manera muy especial, dedicado a nuestros padres e hijos, pilares fundamentales en nuestras vidas; quienes, con su apoyo incondicional, sabios consejos y sacrificios, nos incentivaron a que se haga realidad uno de nuestros grandes anhelos, el de continuar nuestra formación académica y culminar con éxito los estudios superiores.

*Alex Aníbal Saltos Torres*

*Franklin Javier Sango Viracocha*

## INDICE GENERAL

	Pag.
Autoría	ii
Aprobación del asesor	iii
Agradecimiento	iv
Dedicatoria	v
Resumen	xii
Summary	xiii
I Introducción	1
II Problematización	2
III Formulación del problema	6
IV Objetivos	6
V Justificación	7

## CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
1.1. El agua	9
1.1.1. Importancia de la calidad del agua	11
1.1.2. Ciclo hidrológico	13
1.2. Uso del agua y sus contaminantes	13
1.2.1. Contaminación de las aguas	16
1.2.2. Principales contaminantes del agua	17
1.3. Causas y efectos de la contaminación del agua	18
1.3.1. Causas de la contaminación del agua	18
1.3.2. Efectos y Consecuencias que acarrear los vertidos	19
1.3.2.1. Aparición de fangos y flotantes	19
1.3.2.2. Agotamiento del contenido en oxígeno	19
1.3.2.3. Daño de los efluentes a la salud pública	19
1.3.2.4. Eutrofización	20
1.4. Tipos de contaminación	20
1.4.1. Contaminación física	20
1.4.2. Contaminación química	20
1.4.3. Contaminación por agentes orgánicos	21
1.5. Aguas residuales	22
1.5.1. Tipos de aguas residuales	22
1.5.1.1. Aguas residuales urbanas	23
1.5.1.2. Aguas residuales industriales	24
1.5.1.3. Aguas residuales Agrícolas	25
1.6. Contaminantes habituales en las aguas residuales	25

1.6.1. Arenas	25
1.6.2. Grasas y aceites	25
1.6.3. Residuos con requerimiento de oxígeno	26
1.6.4. Nitrógeno y fósforo	26
1.6.5. Agentes patógenos	26
1.6.6. Otros contaminantes específicos	26
1.7. Métodos de tratamiento de de aguas residuales	27
1.7.1. Métodos analíticos para el control de la calidad del agua	27
1.7.1.1. Color, olor y sabor	27
1.7.1.2. Turbidez	28
1.7.1.3. Materia sólida	28
1.7.1.4. Ph	28
1.7.1.5. Dureza	28
1.7.1.6. Acidez y alcalinidad	29
1.7.1.7. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	29
1.7.1.8. Demanda química de oxígeno. (DQO)	30
1.8. Tecnología de la madera	31
1.8.1. Transporte	31
1.8.2. Las serrerías	32
1.8.3. Topología de la madera	33
1.8.4. Tratamientos de la madera	34
1.8.4.1. Curvado	34
1.8.4.2. Flexibilización	35
1.8.4.3. Prensado	35
1.8.4.4. Impregnado	35
1.8.5. Maquinaria	36
1.8.5.1. Sierras	36
1.8.5.2. Acepilladoras	37
1.8.5.3. Fresadoras	37
1.8.5.4. Taladradoras	38
1.8.5.5. Tornos	38
1.8.6. Máquinas auxiliares	38
1.8.7. Productos semielaborados	39
1.8.7.1 Chapas de madera	39
1.8.7.2. Contrachapados	40
1.8.7.3. Maderas compuestas	40
1.9. Tratamiento físico-químico de aguas residuales industriales	42
1.9.1. Tratamientos primarios	42
1.9.1.1. Homogenización de efluentes	42
1.9.1.2. Cribado	42
1.9.1.3. Neutralización	43
1.9.1.4. Coagulación-floculación	43
1.9.1.5. Decantación	44
1.9.1.6. Filtración	44
1.9.1.7. Separación de fases	44
1.9.2 Tratamientos secundarios	45
1.9.2.1. Tratamientos aerobios	45

1.9.2.2. Tratamientos anaerobios	46
1.9.2.3. Tratamientos mixtos	46
1.9.3. Tratamientos terciarios	47
1.9.3.1. Arrastre con vapor de agua o aire	47
1.9.3.2. Procesos de membrana	47
1.9.3.3. Intercambio iónico	47
1.9.3.4. Adsorción con carbón activo	47
1.9.3.5. Procesos de oxidación	48
1.9.3.6. Procesos de reducción	48
1.9.3.7. Precipitación química	48
1.9.4. Tratamiento de los fangos	49
1.9.4.1. Reducción de volumen	49
1.9.4.2. Reducción del poder de fermentación	49
1.9.4.3. Espesamiento	49
1.9.4.4. Digestión	50
1.9.4.5. Deshidratación y secado	50
1.9.4.6. Evacuación	50

## **CAPÍTULO II**

2. APLICACIÓN METODOLÓGICA CARACTERIZACIÓN Y ASPECTOS LEGALES.	51
2.1. Hipótesis	52
2.2. Variables operacionales	52
2.3. Descripción de la Parroquia Tanicuchí	53
2.3.1. Demografía	53
2.3.2. Educación	54
2.3.3. Vivienda	54
2.3.4. Empleo	55
2.3.5. Climatología y Meteorología	56
2.3.6. Hidrología de la zona	56
2.3.7. Calidad de Agua Superficial	57
2.4. Reconocimiento inicial y selección de los sectores de estudio	60
2.4.1. Descripción del Medio Físico ACOSA	60
2.4.2. Selección de los sectores de estudio ACOSA	60
2.5. Procesos industriales madereros de ACOSA	64
2.5.1. Fabricación de tableros de aglomerado	64
2.5.2. Fabricación de tableros de MDF	66
2.5.3. Fabricación de madera aserrada	68
2.6. Aspectos jurídicos, métodos de muestreo y análisis de aguas según la norma ambiental ecuatoriana para su caracterización.	71
2.6.1. Criterios legales ambientales para la descarga de efluentes	71
2.6.1.1. Normas generales ambientales Ecuatorianas para descarga de efluentes	71

2.6.2. Aspectos legales del Muestreo y Caracterización de aguas Residuales	74
2.6.2.1. Toma de muestras y caracterización	75
2.6.2.2. Equipos de muestreo utilizados en el vertido de la planta ACOSA	78

## **CAPÍTULO III**

3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ACOSA	79
3.1. INTRODUCCIÓN	79
3.2. DIAGNOSTICO DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS VERTIDOS DE ACOSA.	80
3.3. Resultados e interpretación de los análisis	82
3.4. Proceso de tratamiento	90
3.4.1. Tratamiento primario	91
3.4.1.1. Cribado	91
3.4.1.2. Homogenización	91
3.4.1.3. Sedimentación	92
3.4.1.4. Filtrado	93
3.4.2. Tratamiento secundario	94
3.4.2.1. Digestión anaerobia	94
3.4.3. Tratamiento terciario	95
3.4.3.1. Coagulación y Floculación	95
3.4.3.2. Aireación	95
3.4.3.3. Estabilización y secado de lodos	95
3.4.4. Tratamiento cuaternario	96
3.4.4.1. Desinfección	96
3.4.4.2. Monitoreo y verificación	96
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	98
GLOSARIO	100
BIBLIOGRAFIA	102
ANEXOS	

## INCICE DE TABLAS

Tabla # 1 Variables operacionales	52
Tabla # 2 Industrias asentadas en el área de estudio	55
Tabla # 3 Análisis de aguas de acequias cercanas a la planta	59
Tabla # 4. Resumen de análisis de laboratorio	82
Tabla # 5. Sumario de muestras	83
Tabla # 6. Análisis de laboratorio e interpretación	84

## INDICE DE FOTOS

Foto 1. Caldero y chimeneas	62
Foto 2. PH – METRO	ANEXO 3.
Foto3. Conductímetro	ANEXO 3.
Foto 4. Estación Advantage Controls	ANEXO 3.
Foto 5. Reactivos.	ANEXO 3.
Foto 6. Madera pre clasificada para el proceso	ANEXO 6.
Foto 7. Tambor descortezador	ANEXO 6.
Foto 4. Salida de madera descortezada	ANEXO 6.
Foto 8. Salida del molino chipeador	ANEXO 6.
Foto 9. Silo abierto almacenamiento de chips	ANEXO 6.
Foto 10. banda de transporte de chips hacia la unidad de limpieza	ANEXO 6.
Foto 11. Zona de unidad de limpieza (Saranda )	ANEXO 6.
Foto 12 Zona de unidad de limpieza (criba )	ANEXO 6.
Foto 14. Prerensa (formacion de colchones de fibra de madera)	ANEXO 6.
Foto 15. Entrada de agua para el proceso	ANEXO 6.
Foto 16. Tubo de entrada de agua de la vertiente sin ablandadore	ANEXO 6.
Foto 17. Propceso de ablandamiento del agua antes de entrar al proceso	ANEXO 6.
Foto 18. Ductos de evaporación y presión optima	ANEXO 6.
Foto: 19. Caldero y ducto de la Chimenea	ANEXO 6.

Foto: 20 Caldero y Chiminea principal	ANEXO 6.
Foto 21. Salida de vertido liquido (tornillillo conico)	ANEXO 6.
Foto 22. Descarga de agua del proceso final	ANEXO 6.
Foto 23. Descarga de agua al alcantarillado público	ANEXO 6.
Foto 24. Solidificación del agua proveniente del proceso	ANEXO 6.

## **INDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1: Tabla 11 del TULAS. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

ANEXO 2: Tabla 12. del TULAS. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

ANEXO 3: Ensayos realizados de análisis físico-químico del agua.

ANEXO 4: Diagrama de flujo de de uso de agua industrial en Aglomerados Cotopaxi.

ANEXO 5: Análisis de laboratorio realizados.

ANEXO 6: Fotos del proceso de producción de ACOSA.

ANEXO 7: Diagrama del proceso de tratamiento de aguas residuales para ACOSA.

ANEXO 8: Datos meteorológicos.

## **RESUMEN**

### **PROPUESTA PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A.**

El presente, es un trabajo investigativo, que proporciona información concreta y de primera mano sobre la propuesta más adecuada de manejo de aguas residuales en la empresa ACOSA, data sobre la aplicación de las diferentes tecnologías de tratamiento (físico-químico) y biológico de aguas residuales de dicha empresa, a la depuración de desechos líquidos generados por la industria maderera, poniendo de manifiesto la importancia de una adecuada caracterización y diagnóstico, físico químico del agua residual cruda, en aras de elegir la opción más aplicable a cada situación específica., Nos basamos en la necesidad de dotar a la empresa de un adecuado manejo de los vertidos, que incluye tecnologías aeróbicas y anaeróbicas, así como los requerimientos previos de tratamientos primarios, secundarios, terciarios y finalizando con un tratamiento cuaternario de desinfección y monitoreo, poniendo de manifiesto la imperiosa necesidad de realizar un riguroso proceso de muestreo, y contar con los resultados de caracterización de dichos vertidos en laboratorios certificados, que nos permitió establecer cuáles son las cargas hidráulicas y contaminantes, que nos dieron la pauta el diseño de la estación depuradora, incluyendo provisiones para crecimiento futuro y un buen funcionamiento y manejo. Las cargas hidráulicas se refieren al régimen de caudales generados en la actividad industrial, en sus diferentes etapas, los cuales dependen de la forma de uso del agua de abastecimiento, las cargas contaminantes describen a los flujos de materia orgánica, biodegradable y total, generados durante la actividad, así como el DQO, DBO, pH, sólidos disueltos, grasas y aceites, tomando en cuenta los límites permisibles establecidos en las normas técnicas vigentes en el país, la disponibilidad y topografía del terreno, el clima predominante en la zona, la ubicación del sitio designado para tratamiento con respecto de colindantes y núcleos poblacionales, generación potencial de ruidos y olores, así como otros intereses particulares de la Gerencia, se pudo decidir sobre la opción idónea para el tratamiento de las aguas residuales que se fundamenta en el tercer capítulo.

## **SUMMARY**

### **PROPOSAL FOR THE HANDLING OF RESIDUAL WATERS IN THE COMPANY AGLOMERADOS COTOPAXI SA.**

The present, it is an investigative work, that provides concrete information and of first hand about the most appropriate proposal of the handling of the residual waters in the ACOSA company, date on the application of different technologies of treatment (physical-chemical) and biological of residual waters of this company, to the purification of liquid waste generated by the timber industry, showing the importance of an appropriate characterization and diagnostic, physical-chemical of the residual crude water, for the sake of choosing the most applicable option to each specific situation., We base on the necessity of endowing to the company of an appropriate handling of them poured, that include technologies aerobics and unaerobics, as well as the previous requirements of primary treatments, secondary, tertiaries and concluding with a quaternary treatment of disinfection and monitoring, showing the imperious necessity of carrying out a rigorous process of samples, and have the results of characterization of statements poured in certified laboratories, that it allowed us to establish which are the hydraulic loads and pollutants, that they gave us the rule of the purifying station design, including forecasts for future growth a good operation and handling. The hydraulic loads refer to the regime of flows generated in the industrial activity, in their different stages, which depend on the form of use of the water of supply, the polluting loads describe to the flows of organic, biodegradable and total matter, generated during the activity, as well as the DQO, DBO, pH, dissolved solids, fats and oil, considering the permissible established limits in the technical effective norms in the country, the readiness and topography of the land, the predominant climate in the zone, the location of the designated place for treatment according to adjacent and nuclei population nuclei, potential generation of noises and scents, as well as other particular interests of the Management, one could decide on the suitable option for the treatment of the residual waters that is based in the third chapter.

# I INTRODUCCIÓN

Hay procesos de contaminación del agua, producidos de forma irreversible por las fuentes de la naturaleza. Por ejemplo una erupción volcánica, una gran tormenta, la descomposición de materia orgánica en un pantano, un escape natural de petróleo desde su yacimiento, etc., son procesos que pueden contaminar el agua.

Pero la verdadera preocupación viene de la contaminación industrial, que es capaz de transformar totalmente los medios acuáticos.

Cuando los seres usan el agua la devuelven al medio con menos calidad, pero la naturaleza dispone de mecanismos que le restituyen su pureza, para que pueda ser utilizada de nuevo. Los seres humanos vertimos a los medios acuáticos grandísimas cantidades de residuos, que hacen imposible los procesos de reciclaje y depuración naturales de las aguas. Por eso muchos medios acuáticos están contaminados.

De tal manera que tenemos contaminantes del agua que se clasifican en tres categorías, físicos, químicos y biológicos.

Como línea general la solución se reduce a una: tratamiento en la fuente. Siempre que se trate de un vertido en su origen, tendremos menos volumen de líquido a procesar, mayor facilidad de tratamiento, menos recorrido y daños del líquido contaminante por el medio natural y menos inversiones de instalación y mantenimiento.

Toda técnica de tratamiento tendrá que adaptarse al tipo de actividad industrial que se trate: en nuestro caso la industria de fabricación de aglomerados, implementando neutralización, precipitación, filtración, separación de grasas o bien sistemas biológicos.

Los lodos una vez secos serán utilizados como combustible en el caldero por estar compuestos de materia proveniente de la madera.

Para concretar este trabajo nos planteamos como objetivo general, establecer una propuesta de tratamiento de las aguas residuales, resultantes de los procesos de la fabricación de los distintos productos en la Empresa Aglomerados Cotopaxi S.A., y nos basamos en una profunda investigación bibliográfica que recopila los criterios básicos de los distintos tratamientos y manejo de las aguas residuales, que la planteamos en el primer capítulo, el proceso de investigación de campo, recolección de muestras y toda la caracterización de los vertidos la explicamos en el capítulo segundo con todos los criterios de las diferentes normas y leyes que debemos estar inmersos.

Para tales efectos, resulta imprescindible diseñar un sistema de muestreo compuesto (representativo de las descargas contaminantes) en puntos estratégicos del proceso industrial (efluentes separados y combinados), y contar con la participación de un laboratorio de control, que permita establecer los valores que serán utilizados para el diseño del sistema de tratamiento, en los siguientes términos (se han elegido los parámetros de calidad físico química básicos) los mismos que se realizó un análisis comparativo con los límites permisibles de la tabla 11 y 12 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS).

La propuesta de manejo y tratamiento para las aguas residuales de ACOSA, en si está dada luego de evaluar los análisis realizados en laboratorios certificados de las muestras tomadas en los puntos más representativos del proceso y que ejercen mayor contaminación, como es la etapa de desfibrado los mismos y que fueron comparadas con los límites máximos permisibles para la descarga al alcantarillado público, notando que existe principalmente un DBO y DQO elevados, por lo que en el capítulo tercero planteamos la propuesta de tratamiento y manejo que más se acopla a los requerimientos de la empresa, pretendiendo minimizar los efectos que causan dichos vertidos al ser evacuados directamente al alcantarillado público.

## **II PROBLEMATIZACIÓN**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El impacto de la actividad social del hombre sobre el medio ambiente comienza a tomar proporciones considerables a partir de la Revolución Industrial, el crecimiento exponencial de la población mundial y el desarrollo de las sociedades industriales producidas desde el primer tercio del siglo XX que se caracteriza por la producción de cantidades cada vez mayores de desechos y vertidos de aguas residuales y su acumulación en las áreas donde se desarrolla las actividades humanas, generando efectos contrarios en el medio (aire, suelo y agua) de manera irresponsable lo que ha caracterizado a la sociedad capitalista desarrollada.

Esta contaminación generada por las industrias actúa sobre el medio ambiente acuático alterando el delicado equilibrio de los diversos ecosistemas mismos que están integrados por organismos productores, consumidores y descomponedores que interactúan con componentes sin vida originando un intercambio cíclico de materiales.

En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, es decir, mil quinientos millones de personas, que principalmente habitan en los PED (Países en Desarrollo) sufren la expansión industrial que genera una contaminación y escasez severa del agua limpia, lo que ocasiona que en el mundo haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades.

Adicionalmente en el Ecuador, la contaminación causada por los efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las prácticas del uso del suelo, está reduciendo notablemente la disponibilidad de agua utilizable pues se ven notoriamente alterados sus condiciones físicas, químicas y biológicas, según establece la Ley de Aguas Ecuatorianas y su respectiva Norma Ambiental, convirtiendo a este recurso en no apto para su uso.

La provincia de Cotopaxi y por ende la Ciudad de Latacunga esta dentro de este crecimiento tecnológico e industrial, sin estar en contra de éste y a pesar del hecho positivo de tener concentradas las industrias en algunas zonas geográficas de la ciudad potencialmente controlables, en la provincia no existe un ordenado crecimiento industrial que tome en cuenta el impacto ambiental. Así tenemos las fuentes de contaminación del Río Cutuchi, empieza en la zona de Lasso, considerado como el parque industrial de Latacunga, donde existe el mayor número de industrias de la provincia.

Siendo estas industrias quienes generan el agua contaminada en sus distintos procesos, deben ser controladas con el cumplimiento de la Normativa Ambiental vigente y la ordenanza municipal.

El déficit local y regional de agua es debido, entre otras cosas, al aumento de las necesidades surgidas del desarrollo económico y de la alta explosión demográfica en la provincia que según el SISE es del 36% anual, superando a la media nacional que es del 27% que agudizan el problema de la contaminación y la escasez de agua.

El problema de la contaminación de las aguas residuales no tratadas se agudizan cuando esta de por medio la salud de las poblaciones y tomando en cuenta que en ninguna parte de la provincia se constata la existencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales, además que la mayor parte son únicamente agua entubada, con excepcionales casos que poseen sistemas rudimentarios de clorificación del agua. Sin embargo cabe mencionar que muchos sistemas fueron construidos sin plantas de tratamiento y con el pasar del tiempo las

tuberías se encuentran deterioradas, tanto en las redes de abastecimiento de agua como en los sistemas de alcantarillado.

La contaminación del aguas es un problema que acarrea múltiples enfermedades agudas, tuberculosis, enfermedades de la piel, y otras que están vinculadas con los vertidos industriales y las condiciones inadecuadas del consumo lo que influye en la alta incidencia de parasitosis en la provincia, agravándose aun más en las zonas donde la población hace uso del agua de acequias y ríos como el Cutuchi contaminadas, incluso todavía hay familias que acarrear el agua en animales hasta sus hogares desde largas distancias.

Un problema habitual en zonas y poblaciones en las que hay Industrias Madereras, es el vertido de resinas, tales como (amínicas y fenólicas), parafina, endurecedores tales como (sulfato de amonio), generando efluentes en los ríos, con la toxicidad que ello provoca para el medio ambiente y ocasionando molestias a la población vecina, ya que estas aguas generan mala olor y dan un aspecto blancuzco a las aguas de los ríos.

Siendo Aglomerados Cotopaxi una industria en la cual, la utilización del agua en su producción es fundamental, pero la cual es alterada en su composición física, química y biológica, producto de su proceso productivo de tableros de partículas ( aglomerados), tableros MDF, madera aserrada, etc., lo que genera sin duda un problema de contaminación del Río Cutuchí.

### **III FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La inexistencia de una propuesta de tratamiento para el manejo de aguas residuales en la producción maderera de Aglomerados Cotopaxi, es una de las causas de la contaminación del agua, por la cantidad de productos químicos utilizados en sus diversos procesos?.

### **IV OBJETIVOS**

#### **Objetivo general.**

Establecer una propuesta de tratamiento de las aguas residuales, resultantes de los procesos de la fabricación de los distintos productos en la Empresa Aglomerados Cotopaxi S.A.

#### **Objetivos específicos.**

- Determinar la calidad de agua que ingresa al proceso de fabricación de aglomerados y las causas de contaminación de esta.

- Identificar cuales procesos de la producción maderera y de la tecnología de fabricación de aglomerados afectan mayormente al agua utilizada.
- Conocer mediante los análisis de las aguas resultantes de todo el proceso de fabricación de aglomerados, el grado de contaminación de éstas y establecer propuestas de tratamiento.

## V JUSTIFICACIÓN

El derecho al agua y a su saneamiento es inseparable de los otros derechos de las personas. No puede ser el objeto de cualquier discriminación e implica un respeto por todos, aunque esto exija esfuerzos para preservar cualitativa y cuantitativa este recurso vital de nuestro planeta. Este esfuerzo a realizar concierne a los países del mundo sin excepción, a todos los medios y sectores, desde la agricultura hasta la industria, y a los niveles desde la utilización personal y comunitaria hasta la administración nacional e internacional.

Cada tipo de actividad industrial, según el proceso, vierten aguas residuales caracterizadas por una contaminación determinada de nuestros ríos. De modo general se conocen los parámetros característicos de cada una de ellas, pero es preciso su determinación detallada para valorar su incidencia en el medio receptor y su tratamiento posterior.

Los estudios microbiológicos revelan la presencia de bacterias, virus y parásitos humanos. Por tanto, si son descargadas a ríos u otras fuentes de agua para consumo humano pueden producirse epidemias graves. Así mismo, las aguas servidas pueden causar la muerte de la fauna, especialmente peces, cuando son descargadas en fuentes de agua debido a que consumen oxígeno.

Es especialmente peligroso el uso de las aguas residuales para el cultivo de vegetales destinados al consumo humano, tales como hortalizas que crecen a ras de tierra y se consumen habitualmente crudas, de las cuales son ejemplo la lechuga, el berro, el repollo, el perejil, el cilantro, el apio y los rábanos, ya que estos fijan en sus tejidos los contaminantes y se produce la bioacumulación a través de la cadena trófica.

El problema de las aguas residuales en nuestro país constituye un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios métodos de depuración antes de evacuarlas, pues del total de vertido generado por los focos de contaminación, sólo una parte es tratada con algún método de purificación, mientras que el resto será evacuado a sistemas naturales directamente.

En los actuales momentos, existe una imperiosa necesidad de la aplicación de las leyes y normas ambientales en el Ecuador en todas las industrias y que se adapten a las nuevas exigencias mundiales de preservación del medio ambiente. Generando la necesidad de investigar y plantear métodos de tratamiento para minimizar la contaminación de las aguas que producen las industrias, para alcanzar límites permisibles tratándolas antes de que lleguen a los ríos o se infiltren en los suelos.

Muchos son los programas emprendidos en la provincia de Cotopaxi para el uso racional del vital líquido; sin embargo; gran parte de ellos adolecen de objetividad, ya sea por su difícil aplicación o por el elevado costo que representan; es más, se ataca el problema desde puntos de vista sofisticados (se piensa que el modelo más complicado es el mejor); sin embargo existen oportunidades valiosas que están a nuestro alcance, que solo requieren ser visualizadas, un tratamiento técnico simple y "conciencia de todos".

Para la elaboración de nuestro estudio hemos elegido a la empresa de Aglomerados Cotopaxi de la ciudad de Latacunga porque no cuenta con estudio de esta naturaleza y constituye una de las industrias principales de la provincia de Cotopaxi.

Nuestra investigación tiene como finalidad establecer una propuesta de tratamiento adecuadas para las aguas residuales provenientes de la industria de los aglomerados, ya que son causantes de contaminación en suelos, cultivos y agua de riego del sector aledaño a la empresa, porque existe confrontación de la población afectada hacia la empresa.

Aglomerados Cotopaxi una Industria consiente del daño que genera el mal manejo de las aguas residuales, se ve en la necesidad de implementar una propuesta de manejo adecuado para el tratamiento de los vertidos que generan los distintos procesos a que es sometida la madera y que contaminan el agua, ya que de ese tratamiento depende la calidad del vertido final, aspectos que repercuten en el mejoramiento del medio ambiente y al sistema de gestión ambiental de la empresa

Lo que se busca es que el agua que se va a evacuar al río deberá estar libre de patógenos, alcanzando minimizar la contaminación de las aguas y del medio ambiente.

## **CAPÍTULO I**

### **1.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

Todos los temas seleccionados proporcionaran una visión sintética del problema de la contaminación del agua, a la vez que plantean posibles salidas y soluciones desde la perspectiva bibliográfica la misma que la llevaremos a la práctica.

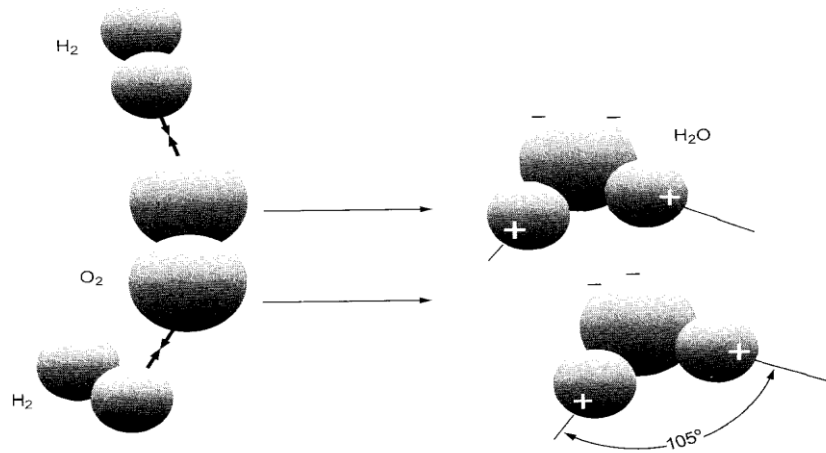
#### **1.1. El agua.**

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo.

El agua o dihidruro de oxígeno es un líquido incoloro, inodoro e insaboro, esencial para la vida animal y vegetal, solvente universal compuesto molarmente por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. En la práctica, llamamos agua a las soluciones y suspensiones acuosas de sustancias orgánicas e inorgánicas como las que constituyen la lluvia, el mar los lagos y los ríos. Entre las propiedades del agua se destacan:

- Punto de fusión:  $0^{\circ}\text{C}$
- Punto de ebullición:  $100^{\circ}\text{C}$
- Densidad relativa: 1,0 a  $4^{\circ}\text{C}$
- Densidad: 1,0 kg/L a  $4^{\circ}\text{C}$
- Masa molecular o mol = 18 g. Como existen tres isótopos de hidrógeno y tres de oxígeno, se pueden tener dieciocho diferentes masas moleculares para el agua.
- En la molécula de agua, los dos átomos de hidrógeno están localizados sobre el mismo lado del átomo de oxígeno, con sus enlaces separados  $105^{\circ}$  (ver figura).
- La molécula de  $\text{H}_2\text{O}$  es una molécula fuertemente dipolar, debido a la carga positiva del hidrógeno y a la carga negativa del oxígeno; está cargada positivamente del lado del hidrógeno y cargada negativamente del lado del oxígeno, característica que hace que las moléculas se aglomeren. El hidrógeno de una molécula atrae el oxígeno de una molécula vecina, creando un enlace molecular conocido como enlace de hidrógeno.

### **Gráfico N 1 Naturaleza bipolar del agua.**



**Fuente: Jairo Romero (Calidad del agua 2002)**

- El agua, por su carácter dipolar, tiene el poder de rodear un ion cargado positivamente con la parte negativa de su molécula o de rodear un anión con la parte positiva. De esta manera puede aislar el ion de los demás que lo rodean, neutralizar las fuerzas de atracción que hacen que mantenga su estructura sólida y así disolver e ion; por ello se le llama solvente universal.
- El agua se mantiene líquida en un intervalo conveniente de temperatura.
- El agua es un solvente ionizante.
- El agua es una de las sustancias con mayor calor específico, razón por la cual su capacidad calorífica es muy grande; es decir, se requiere mucho calor para calentarla y mucho frío para enfriarla. La capacidad calorífica, calor específico del agua o cantidad de calor atmosférico es de 1 cal/g °C o 4,186 J/g °C. Debido a su enlace da hidrogeno, el agua exhibe una tensión superficial alta y permite si elevación dentro de un tubo capilar.
- Es transparente a los rayos solares en una región conveniente de espectro.
- Interviene en equilibrios ácido base y en los de óxido reducción.

Siendo uno de los compuestos más abundantes de la naturaleza que cubre aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie de la tierra. Sin embargo, en contra de lo que pudiera parecer, diversos factores limitan la disponibilidad de agua para uso humano. Más del 97% del agua total del planeta se encuentra en los océanos y otras masas salinas, y no están disponibles para casi ningún propósito. Del 3% restante, por encima del 2% se encuentra en estado sólido, hielo, resultando prácticamente inaccesible. Por tanto, podemos terminar diciendo que para el hombre y sus actividades industriales y agrícolas, sólo resta un 0,62 % que se encuentra en lagos, ríos y agua subterráneas. La cantidad de agua disponible es ciertamente escasa, aunque mayor problema es aún su distribución irregular en el planeta.

### ***1.1.1. Importancia de la calidad del agua.***

La importancia de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo. Hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas. Como dermatitis, erupciones cutáneas, hongos, y otras gástricas como parasitosis, rota virus, tifoidea etc.

Hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua esta fuera de toda duda.

El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas en donde se utilizan. El caso del agua es uno de los ejemplos más claros: un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales. Si se entiende por desarrollo sostenible aquel que permita compatibilizar el uso de los recursos con la conservación de los ecosistemas.

Hay que considerar también que el hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, bien directamente mediante extracción de las mismas y posterior vertido de aguas contaminadas como se ha dicho, o bien indirectamente alterando la vegetación y la calidad de las aguas.

Nuestro mundo por muchos años ha sido descuidado y maltratado por nosotros los seres humanos. La industrialización y el modernismo son algunos factores que ayudan a la contaminación de nuestro ambiente. ([http://members.es.tripod.de/bern/agua\\_depuracion.html](http://members.es.tripod.de/bern/agua_depuracion.html) (Medioambiente y el Agua), 25 julio de 2007.)

Para la ecología el agua tiene un doble valor, por una parte es un elemento del ecosistema y es consecuentemente un activo social, por otra es generador de ecosistemas.

Por ser cuestiones muy importantes a considerar, cuando se trata de llevar a cabo aprovechamientos de agua, la conservación de las especies y de los ecosistemas afectados, no podemos olvidar la función que realiza el agua cuando fluye, de modo variable, desde las cabeceras de los ríos hasta el mar, puesto que moviliza y distribuye elementos químicos tan importantes para la vida como el fósforo o el anhídrido carbónico.

### ***1.1.2 Ciclo hidrológico***

Se conoce como ciclo hidrológico al sistema integrado de generación, circulación y distribución del agua en sus tres medios distribuidos en la atmósfera, los océanos y los continentes. Estas tres etapas, pueden constituirse; deduciéndose que la primera constituida por la evaporación de la agua desde los océanos es el mayor aporte de humedad a la atmósfera, la segunda constituida por la devolución del agua de la atmósfera a la tierra,

mediante las lluvias y la tercera constituida por la circulación del agua atreves de la tierra hasta los océanos.

De igual forma, mediante el ciclo hidrológico se realiza una serie de intercambios de humedad entre la atmósfera, la tierra y el mar, que conlleva un cambio de estado del agua en sus tres formas: líquida, sólida y gaseosa. De toda esta agua que cae en los continentes en forma de lluvia, un 25% aproximadamente regresa a los océanos por canales naturales tales como quebradas y ríos, los cuales constituyen la mayor fuente de abastecimiento para el consumo humano, industria y agricultura. (www.agua market.com(agua), 28 de julio de 2007.)

## **1.2. Uso del agua y sus contaminantes.**

El agua es indispensable para cualquier actividad: la industrial, la agrícola y la urbana ya que promueve su desarrollo económico y social.

Con el propósito de alcanzar un manejo sustentable del recurso futuro, es necesario que todos los ciudadanos conozcamos la situación real del agua y participemos con las instituciones gubernamentales en la toma de decisiones para el manejo responsable del agua.

El agua está en muchos lugares: En las nubes; en los ríos, en la nieve y en el mar, también está donde no la podemos ver, como en el aire mismo, en nuestro cuerpo, en los alimentos y bajo la tierra. Además, el agua cambia de un lugar a otro.

El agua es necesaria para la vida del hombre, los animales y las plantas. Es parte importante de la riqueza de un país; por eso debemos aprender a no desperdiciarla.

Todos sabemos que el agua es indispensable para la vida y que si dejáramos de tomarla moriríamos en pocos días.

Un 70% de nuestro cuerpo está constituido por agua; encontramos agua en la sangre, en la saliva, en el interior de nuestras células, entre cada uno de nuestros órganos, en nuestros tejidos e incluso, en los huesos.

Además de agua para beber, nosotros los seres humanos utilizamos agua en casi todas nuestras acciones, es decir, la requerimos para preparar alimentos, lavar ropa o trastes, aseo personal, riego de cultivos, cría de animales, fabricación de productos, producción de energía, etc.

Como sabemos, el agua es un líquido incoloro, insípido e inodoro; es decir, no tiene color, sabor ni olor cuando se encuentra en su mayor grado de pureza. Es un elemento vital ya que sin ella no sería posible la vida de los seres vivos (animales o plantas).

Se llama agua potable a la que se puede beber y aguas minerales a las que brotan generalmente de manantiales y son consideradas medicinales para ciertos padecimientos. Las aguas duras se caracterizan porque, si se hierven, dejan en el fondo del recipiente un residuo calcáreo; no sirven para beberlas y como no producen espuma con el jabón tampoco sirven para lavar.

El agua potable es indispensable para la vida del hombre, pero escasea en la medida que la población aumenta y porque lamentablemente es desperdiciada por personas ignorantes y carentes del sentido de responsabilidad y solidaridad humana. Después del aire, el agua es el elemento más indispensable para la existencia del hombre. Por eso es preocupante que su obtención y conservación se esté convirtiendo en un problema crucial; por ello debemos empezar a actuar.

El agua ha sido importante en nuestro planeta desde que se inició la vida, reflejándose en la historia. En nuestro país, antes de que llegaran los Españoles los indígenas adoraban a dioses de la lluvia; indispensables para que el agua no faltara.

Los Nahuas creían que los niños eran un regalo de los dioses y que antes de ser niños, nadaban en el agua en forma de pececitos de jade.

Los antiguos griegos consideraban que el agua era uno de los cuatro elementos básicos del universo. Esta creencia viajó por todo el mundo durante siglos sin perder fuerza; hoy, los científicos afirman que el agua existió desde la formación de la Tierra y que en los océanos se originó la vida.

El agua siempre ha estado presente: en mitos o leyendas, en una cascada, para la limpieza, para calmar la sed o como medio de transporte. Pero, más que ser famosa, el agua es una “estrella” de actualidad porque ahora se saben más detalles del agua que son vitales para que nuestro planeta siga funcionando, por ejemplo:

- 1.- Regula el clima de la Tierra conservando temperaturas adecuadas.
- 2.- Su gran fuerza genera energía.
- 3.- El agua de la lluvia limpia la atmósfera que está sucia por los contaminantes.
- 4.- En los poblados y ciudades el agua se lleva los desechos de las casas e industrias.

Todo eso hace que el agua sea un elemento insustituible y muy valioso que debemos cuidar.

Se necesita la participación de los miembros de la sociedad para que desde cada una de sus actividades: en el hogar, en el trabajo, en la escuela, en la comunidad, en las áreas de recreación, consideren el valor del agua haciendo uso eficiente del recurso y cuidando de no regresarla tan contaminada para preservar la calidad de las reservas naturales del agua.

Así la participación ciudadana en la toma de decisiones para el uso del agua, se complementa con aquellas que se llevan a cabo de manera institucional a través de las Comisiones Estatales del Agua, los Consejos de Cuencas y los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas.

### ***1.2.1. Contaminación de las aguas.***

Podemos definir a la contaminación del agua como, la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

La contaminación del agua por tuberías de desechos debe ser controlada de alguna manera.

El déficit local y regional de agua es debido, sobre todo, al aumento de las necesidades surgidas del desarrollo económico y de la explosión demográfica. El hombre ha utilizado el agua para fines cada vez más numerosos, y su dependencia de ese elemento no ha hecho más que crecer.

El recurso agua es cada vez más apreciado, tanto para uso doméstico industrial o agrícola. Su escasez, sobre todo en las zonas áridas y semiáridas, la sitúan como prioridad vital para el desarrollo de las poblaciones: "si no hay agua, no hay vida". Muchos son los programas emprendidos para el uso racional del vital líquido; sin embargo; gran parte de ellos adolecen de objetividad, ya sea por su difícil aplicación o por el elevado costo que representan; es más, se ataca el problema desde puntos de vista sofisticados (se piensa que el modelo más complicado es el mejor); sin embargo existen oportunidades valiosas que están a nuestro alcance, que solo requieren ser visualizadas, un tratamiento técnico simple y "conciencia de todos".

Mucho se habla de las plantas tratadoras para reutilización del agua en ciertas actividades donde no se requiere la calidad de potable (claro, dado el acondicionamiento de las aguas degradadas). Pero hemos olvidado que también hay desperdicios que no están a la vista y por ello no les ponemos atención.

Adicionalmente, la contaminación causada por los efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las prácticas del uso del suelo, está reduciendo notablemente la disponibilidad de agua utilizable. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, es decir, mil quinientos millones de personas, que principalmente habitan en los

PED (Países en Desarrollo) sufren escasez severa de agua limpia, lo que ocasiona que en el mundo haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades hídricas. (www.agua market.com(agua), 28 de julio de 2007.)

### ***1.2.2. Principales contaminantes del agua.***

Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

- Aguas residuales y otros agentes infecciosos y residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua agua).
- Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensoactivas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.
- Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.
- Sustancias radiactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado

del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.

El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen. (www.agua market.com(agua), 28 de julio de 2007.)

### **1.3 Causas y efectos de la contaminación del agua.**

#### ***1.3.1 Causas de la contaminación del agua.***

Las causas de la contaminación del agua incluyen las que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El cadmio presente en el agua y procedente de los vertidos industriales, de tuberías galvanizadas deterioradas, o de los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones. Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo.

Los lagos, charcas, lagunas y embalses, son especialmente vulnerables a la contaminación. En este caso, el problema es la eutrofización, que se produce cuando el agua se enriquece de modo artificial con nutrientes, lo que produce un crecimiento anormal de las plantas. Los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo contribuyen en gran medida a este proceso. El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor del agua, y un cúmulo de algas o verdín que puede resultar estéticamente poco agradable, así como un crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos, así como otros cambios químicos, tales como la precipitación del

carbonato de calcio en las aguas duras. Otro problema cada vez más preocupante es la lluvia ácida, que ha dejado muchos lagos del norte y el este de Europa y del noreste de Norteamérica totalmente desprovistos de vida. (HERNANDEZ Rossié, Armando, Macías, Gonzáles José, 2003.)

### ***1.3.2 Efectos y Consecuencias que acarrear los vertidos.***

Entre los efectos que acarrear los vertidos hacia las aguas podemos citar los siguientes como los más principales.

#### ***1.3.2.1. Aparición de fangos y flotantes.***

Existen en las aguas sólidos en suspensión de gran tamaño que cuando llegan a los cauces naturales pueden dar lugar a la aparición de sedimentos de fango en el fondo de dichos cauces, alterando seriamente la vida acuática a este nivel, ya que dificultará la transmisión de gases y nutrientes hacia los organismos que viven en el fondo.

Por otra parte, ciertos sólidos, dadas sus características, pueden acumularse en las orillas formando capas de flotantes que resultan desagradables a la vista y además, pueden acumular otro tipo de contaminantes que pueden llevar a efectos más graves.

#### ***1.3.2.2. Agotamiento del contenido en oxígeno.***

Los organismos acuáticos precisan del oxígeno disuelto en el agua para poder vivir. Cuando se vierten en las masas de agua, residuos que se oxidan fácilmente, bien por vía química o por vía biológica, se producirá la oxidación con el consiguiente consumo de oxígeno en el medio.

Si el consumo de oxígeno es excesivo, se alcanzarán niveles por debajo del necesario para que se desarrolle la vida acuática, dándose una muerte masiva de seres vivos.

Además, se desprenden malos olores como consecuencia de la aparición de procesos bioquímicos anaerobios, que dan lugar a la formación de compuestos volátiles y gases.

### ***1.3.2.3. Daño de los efluentes a la salud pública.***

Los vertidos de efluentes residuales a cauces públicos, pueden fomentar la propagación de virus y bacterias patógenos para el hombre.

### ***1.3.2.4. Eutrofización.***

Un aporte elevado de nitrógeno y fósforo en los sistemas acuáticos propicia un desarrollo masivo de los consumidores primarios de estos nutrientes; zoo y fitoplancton y plantas superiores. Estas poblaciones acaban superando la capacidad del ecosistema acuático, pudiendo llegar a desaparecer la masa de agua. (ROMERO Rojas, Jairo Alberto, 2002.)

## **1.4. Tipos de contaminación.**

Se clasifican según el factor ecológico que altere, aunque suelen afectar a más de un factor.

### ***1.4.1. Contaminación física.***

Las sustancias que modifican factores físicos, pueden no ser tóxicas en sí mismas, pero modifican las características físicas del agua y afectan al hábitat acuático.

- Sólidos en suspensión, turbidez y color
- Agentes sensoactivos
- Temperatura

### ***1.4.2. Contaminación química.***

Algunos efluentes cambian la concentración de los componentes químicos naturales del agua causando niveles anormales de los mismos. Otros, generalmente de tipo industrial,

introducen sustancias extrañas al medio ambiente acuático, muchos de los cuales pueden actuar en deterioro de los organismos acuáticos y de la calidad del agua en general. En este sentido es en el que puede hablarse propiamente de contaminación.

- Salinidad
- pH
- Sustancias altamente tóxicas
- Desoxigenación

### ***1.4.3. Contaminación por agentes orgánicos.***

Son los efectos de la descarga de material biogénico, que cambia la disponibilidad de nutrientes del agua, y por tanto, el balance de especies que pueden subsistir. El aumento de materia orgánica origina el crecimiento de especies heterótrofas en el ecosistema, que a su vez provoca cambios en las cadenas alimentarias.

Un aumento en la concentración de nutrientes provoca el desarrollo de organismos productores, lo que también modifica el equilibrio del ecosistema.

Son compuestos cuya estructura química está compuesta fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Son los contaminantes mayoritarios en vertidos urbanos y vertidos generados en la industria agroalimentaria.

Los compuestos orgánicos que pueden aparecer en las aguas residuales son:

**1. Proteínas.-** Proceden fundamentalmente de excretas humanas o de desechos de productos alimentarios. Son biodegradables, bastante inestables y responsables de malos olores.

**2. Carbohidratos.-** Incluimos en este grupo azúcares, almidones y fibras celulósicas. Proceden, al igual que las proteínas, de excretas y desperdicios.

**3. Aceites y grasas.-** Altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.

**4. Otros.-** Incluiremos varios tipos de compuestos, como los tensoactivos, fenoles, organoclorados y organofosforados, etc. Su origen es muy variable y presentan elevada toxicidad. (ROMERO Rojas, Jairo Alberto, 2002.)

### **1.5. Aguas residuales**

La contaminación actúa sobre el medio ambiente acuático alterando el delicado equilibrio de los diversos ecosistemas integrado por organismos productores, consumidores y descomponedores que interactúan con componentes sin vida originando un intercambio cíclico de materiales.

Aunque el hombre no es un ser acuático, ha llegado a depender intensamente del medio ambiente acuático para satisfacer sus necesidades tecnológicas y sociales.

No se pretende afirmar que antes de llegar el hombre con su tecnología, el agua era pura. Aún después de la aparición del hombre, transcurrieron muchos años antes de que hubiera ningún cambio en el ambiente. Cuando las poblaciones empezaron a verter sus desechos en ríos y lagos fue cuando las aguas se deterioraron.

Las aguas residuales constituyen un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios los sistemas de depuración antes de evacuarlas, como medida importante para la conservación de dichos sistemas.

Las aguas residuales contaminadas, son las que han perdido su calidad como resultado de su uso en diversas actividades. También se denominan vertidos. Se trata de aguas con un alto contenido en elementos contaminantes, que a su vez van a contaminar aquellos sistemas en los que son evacuadas.

Del total de vertido generado por los focos de contaminación, sólo una parte será recogida en redes de saneamiento, mientras que el resto será evacuado a sistemas naturales directamente.

### ***1.5.1 Tipos de aguas residuales***

La clasificación se hace con respecto a su origen, ya que este origen es el que va a determinar su composición.

Las principales fuentes de contaminación acuática pueden clasificarse como urbanas, industriales y agrícolas.

#### ***1.5.1.1. Aguas residuales urbanas.***

Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos.

La contaminación urbana está formada por las aguas residuales de los hogares y los establecimientos comerciales. Durante muchos años, el principal objetivo de la eliminación de residuos urbanos fue tan sólo reducir su contenido en materias que demandan oxígeno, sólidos en suspensión, compuestos inorgánicos disueltos (en especial compuestos de fósforo y nitrógeno) y bacterias patógenas. En los últimos años, por el contrario, se ha hecho más hincapié en mejorar los medios de eliminación de los residuos sólidos producidos por los procesos de depuración. Los principales métodos de tratamiento de las aguas residuales urbanas tienen tres fases: el tratamiento primario, que incluye la eliminación de arenillas, la filtración, el molido, la floculación (agregación de los sólidos) y la sedimentación; el tratamiento secundario, que implica la oxidación de la materia orgánica disuelta por medio de lodo biológicamente activo, que seguidamente es filtrado; y

el tratamiento terciario, en el que se emplean métodos biológicos avanzados para la eliminación del nitrógeno, y métodos físicos y químicos, tales como la filtración granular y la adsorción por carbono activado. La manipulación y eliminación de los residuos sólidos representa entre un 25 y un 50% del capital y los costes operativos de una planta depuradora.

Los aportes que generan esta agua son:

- aguas negras o fecales
- aguas de lavado doméstico
- aguas provenientes del sistema de drenaje de calles y avenidas
- aguas de lluvia y lixiviados

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc. ([www.who-int/water\\_sanitation\\_health](http://www.who-int/water_sanitation_health): (Purificación de El agua), 2007)

#### ***1.5.1.2. Aguas residuales industriales***

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

Las características de las aguas residuales industriales difieren bastante dependiendo del tipo de actividad que cada industria desarrolle. El impacto de los vertidos industriales depende no sólo de sus características comunes, como la demanda bioquímica de oxígeno, sino también de su contenido en sustancias orgánicas e inorgánicas específicas.

Hay tres opciones (que no son mutuamente excluyentes) para controlar los vertidos industriales. El control puede tener lugar allí donde se generan dentro de la planta; las aguas pueden tratarse previamente y descargarse en el sistema de depuración urbana; o pueden depurarse por completo en la planta y ser reutilizadas o vertidas sin más en corrientes o masas de agua.

A veces, las industrias no emite vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Estas son más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso. ([www.who-int/water\\_sanitation\\_health](http://www.who-int/water_sanitation_health): (Purificación de El agua), 03 de agosto de 2007.)

### ***1.5.1.3. Aguas residuales Agrícolas.***

La agricultura, la ganadería estabulada (vacuno y porcino principalmente) y las granjas avícolas, son la fuente de muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos de las aguas superficiales y subterráneas. Estos contaminantes incluyen tanto sedimentos procedentes de la erosión de las tierras de cultivo como compuestos de fósforo y nitrógeno que, en parte, proceden de los residuos animales y los fertilizantes comerciales. Los residuos animales tienen un alto contenido en nitrógeno, fósforo y materia consumidora de oxígeno, y a

menudo albergan organismos patógenos. Los residuos de los criaderos industriales se eliminan en tierra por contención, por lo que el principal peligro que representan es el de la filtración y las escorrentías. Las medidas de control pueden incluir el uso de depósitos de sedimentación para líquidos, el tratamiento biológico limitado en lagunas aeróbicas o anaeróbicas, y toda una serie de métodos adicionales. (HERNANDEZ Rossié, Armando, Macías, Gonzáles José, 2003.)

## **1.6. Contaminantes habituales en las aguas residuales.**

### ***1.6.1. Arenas***

Entendemos como tales, a una serie de particular de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.

### ***1.6.2. Grasas y aceites***

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

### ***1.6.3. Residuos con requerimiento de oxígeno.***

Son compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo un consumo de oxígenos del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica.

#### ***1.6.4. Nitrógeno y fósforo***

Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.

#### ***1.6.5. Agentes patógenos***

Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

#### ***1.6.6. Otros contaminantes específicos***

Incluimos sustancias de naturaleza muy diversa que provienen de aportes muy concretos: metales pesados, fenoles, petróleo, pesticidas, etc. como lo es el caso de la producción y tecnología de la madera. (HERNANDEZ Rossié, Armando, Macías, Gonzáles José, 2003. )

### **1.7. Métodos de tratamiento de aguas residuales.**

Para nuestro propósito detallaremos los métodos analíticos, así como los tratamientos físico-químicos mas utilizados.

### ***1.7.1. Métodos analíticos para el control de la calidad del agua.***

#### ***1.7.1.1. Color, olor y sabor.***

La coloración de un agua puede clasificarse en verdadera o real cuando se debe sólo a las sustancias que tiene en solución, y aparente cuando su color es debido a las sustancias que tiene en suspensión. Los colores real y aparente son casi idénticos en el agua clara y en aguas de escasa turbidez.

La coloración de un agua se compara con la de soluciones de referencia de platino-cobalto en tubos colorimétricos, o bien con discos de vidrio coloreados calibrados según los patrones mencionados.

El olor puede ser definido como el conjunto de sensaciones percibidas por el olfato al captar ciertas sustancias volátiles. El procedimiento normalmente utilizado es el de ir diluyendo el agua a examinar hasta que no presente ningún olor perceptible. El resultado se da como un número que expresa el límite de percepción del olor, y corresponde a la dilución que da olor perceptible. Debido al carácter subjetivo de la medida, es recomendable que la medida la realicen al menos dos personas distintas, comparando la percepción con la de un agua desodorizado. Debe evitarse, como es lógico, en todo lo posible, la presencia de otros olores en el ambiente.

Por último, la evaluación del sabor, se realiza por degustación del agua a examinar, comenzando por grandes diluciones, que se van disminuyendo hasta la aparición del sabor. Este ensayo no se realiza más que en aguas potables.

#### ***1.7.1.2. Turbidez.***

La turbidez de un agua se debe a la presencia de materias en suspensión. Finamente divididas; arcillas, limos, partículas de sílice, materias inorgánicas. La determinación de la turbidez tiene un gran interés como parámetro de control en aguas contaminadas y residuales. Se puede evaluar en el campo o en el laboratorio.

### **1.7.1.3. Materia sólida.**

La materia sólida presente en un agua suele agruparse en tres categorías; materias decantables, materias en suspensión y residuos.

La materia decantable se determina dejando en reposo un litro de agua en un cono o probeta graduada. El resultado se expresa como mililitros de materia decantada por litro de agua.

La determinación de las materias en suspensión en el agua puede realizarse por filtración o por centrifugación. La filtración se realiza a vacío sobre un filtro. El filtro con el residuo es nuevamente secado y pesado. La diferencia entre este peso y el que teníamos antes del filtro solo, proporciona el valor de los sólidos.

### **1.7.1.4. Ph.**

Las medidas de pH se realizan con un electrodo de vidrio, el cual genera un potencial que varía linealmente con el pH de la solución en la que está inmerso. El electrodo consiste en una célula con un potencial controlado por la actividad del protón a cada lado de una membrana de vidrio muy fina.

Este método se utiliza si se quiere obtener medidas muy precisas y puede aplicarse a cualquier caso particular. (Ver anexo 3)

### **1.7.1.5. Dureza.**

También llamada grado hidrotimétrico, la dureza corresponde a la suma de las concentraciones de cationes metálicos excepto los metales alcalinos y el ion hidrógeno. En la mayoría de los casos se debe principalmente a la presencia de iones calcio y magnesio, y algunas veces también se unen hierro, aluminio, manganeso y estroncio. (Ver anexo 3)

### **1.7.1.6. Acidez y alcalinidad.**

La acidez de un agua corresponde a la presencia de anhídrido carbónico libre, ácidos minerales y sales de ácidos fuertes y bases débiles.

La alcalinidad de un agua corresponde a la presencia de los bicarbonatos, carbonatos de hidróxidos.

La depuración de las aguas residuales es un proceso que persigue eliminar en la mayor cantidad posible la contaminación que lleva un vertido antes de que éste incida sobre un cauce receptor, de forma que los niveles de contaminación que queden en el efluente ya tratado puedan ser asimilados de forma natural. (Ver anexo 3)

#### ***1.7.1.7. Demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.)***

Se define como D.B.O. de un líquido a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaeróbicas facultativas: *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Aerobacter*, *Bacillus*), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg / l.

Es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes.

Cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla).

Como el proceso de descomposición varía según la temperatura, este análisis se realiza en forma estándar durante cinco días a 20 °C; esto se indica como D.B.O<sub>5</sub>.

Según las reglamentaciones, se fijan valores de D.B.O. máximo que pueden tener las aguas residuales, para poder verterlas a los ríos y otros cursos de agua. De acuerdo a estos valores se establece, si es posible arrojarlas directamente o si deben sufrir un tratamiento previo.

#### ***1.7.1.8. Demanda química de oxígeno. (DQO).***

Demanda química de oxígeno (DQO) es una medida del oxígeno requerido para oxidar todos los compuestos presentes en el agua, tanto orgánicos como inorgánicos, por la acción de agentes fuertemente oxidantes en medio ácido y se expresa en miligramos de oxígeno por litro (mg O<sub>2</sub>/L). La materia orgánica se oxida hasta dióxido de carbono y agua, mientras el nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco.

La DQO permite hacer estimaciones de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que a su vez es una medida de la cantidad de oxígeno consumido en el proceso biológico de degradación de la materia orgánica en el agua; el término degradable puede interpretarse como expresión de la materia orgánica que puede servir de alimento a las bacterias; a mayor DBO, mayor grado de contaminación.

La DQO es una medida de la susceptibilidad a la oxidación de los materiales orgánicos e inorgánicos presentes en los cuerpos de agua y en los efluentes de aguas domésticas y plantas industriales, pero no es un indicador del carbono orgánico total presente en el cuerpo de agua, puesto que algunos compuestos orgánicos no son oxidados por el dicromato de potasio, mientras que algunos compuestos conocidos o denominados como inorgánicos sí lo son. ([www.uam.es/fguam/Fse/cursos99/ciencias/ci15.html](http://www.uam.es/fguam/Fse/cursos99/ciencias/ci15.html) (Curso impartido por el Profesor José Luís Sanz sobre regeneración de aguas residuales), 25 de julio de 2007.)

## **1.8. Tecnología de la madera**

La primera fase consiste en el abatimiento del tronco, en el corte de las ramas y de la copa, y en ciertos casos en el descortezado.

Generalmente, se trabaja con sierras portátiles, accionadas por motores de explosión, cuyos dientes están encajados en una cadena, estas sierras pueden cortar con facilidad troncos de más de 1 m de diámetro y se encuentran en el mercado en una amplia gama de tipos en lo que se refiere a dimensiones, potencia, velocidad de avance de los dientes, dimensiones de estos, etc. En función de los troncos que se han de cortar, el tipo de la sierra puede variar mucho, ya sea por las proporciones de árbol o por las características de su madera, abatir el tronco de una conífera, relativamente blando, no es lo mismo que abatir un árbol de caoba o una encina.

### ***1.8.1. Transporte.***

El árbol derribado, privado ya de las ramas y de la copa, es decir, reducido a un tronco en bruto, se transporta a la serrería, el transporte no constituye un problema de fácil solución, especialmente en las zonas de los grandes bosques, donde muy a menudo las serrerías están situadas a varios kilómetros en un terreno abrupto y accidentado, en algunos casos, los troncos, agrupados, son arrastrados mediante cadenas por tractores a una zona de almacenamiento, desde donde, por tren, en camiones con remolque o aprovechando un curso de agua (canal o río), se trasladarán a los centros industriales.

En determinados casos se utilizan tractores- oruga, equipados con grandes garfios accionados oleodinámicamente, que agarran el tronco desde arriba, lo levantan y cargan en camiones o en vagones de ferrocarril. Con frecuencia se emplean también toboganes deslizantes movidos por chorros de agua o de canalizaciones provisionales de madera recorridas por cursos de agua de carácter torrencial o rápido.

En el transporte mediante cursos de agua, llamado normalmente por flotación, los troncos pueden estar libres y seguir la corriente hasta una barrera con desviación, donde esta la serrería, o bien se pueden reunir en grupos para ser arrastrados por un remolcador, o se atan constituyendo balsas provisionales denominadas armadías, que se descomponen al llegar al punto de destino. Además de ser muy económico, el transporte por flotación implica el inicio del progreso de lavado que el tronco que el tronco descortezado a de experimentar como primer tratamiento de su acondicionamiento, con el fin de hacerlo menos sensible a las variaciones ambientales y más resistentes a las deformaciones y a la acción de los agentes atmosféricos.

### ***1.8.2. Las serrerías.***

Las serrerías pueden ser de diversas dimensiones: desde la empresa de tipo artesanal, propia de zonas subdesarrolladas, hasta las gigantescas instalaciones soviéticas, canadienses, suecas, estadounidenses, etc.

A las que llega el tronco prácticamente virgen y sale la madera en forma de postes, vigas, tablones y tablas aún sin labrar, pero lavados y desecados.

Cuando el producto, total o parcialmente, está destinado a ser utilizado en mampostería, construcción de puentes, cubiertas traviesas de ferrocarril o postes telegráficos y eléctricos de madera se trata antes en grandes instalaciones, normalmente en caliente, a veces alternando fases de compresión, o bien por medio de sustancias químicas (aceite de alquitrán, Creosota, sulfato de cobre, y cloruro de cinc). Estos tratamientos proporcionan excelentes resultados prácticos y económicos: traviesas de ferrocarril, postes telegráficos, etc.

Sin ningún revestimiento protector pueden prestar servicios durante décadas sin requerir ningún tipo de mantenimiento y sin alterarse, a pesar de que están directamente expuestos a

los agentes atmosféricos y al ataque de insectos y sometidos a sollicitaciones mecánicas considerables.

Por tanto la serrería, además de estar equipada con baterías de sierras circulares o de movimiento alterno, para efectuar la primera elaboración de la madera que llega, comprende en general instalaciones de lavado, de desecación, y a menudo equipos para realizar tratamientos especiales; además dispone siempre de amplias zonas adyacentes que hacen de depósito para el almacenamiento, y cuando no hay otros medios para proceder a la ventilación de troncos.

En otro tiempo para obtener un acondicionamiento satisfactorio, la madera, en tronco o serrada, permanecía expuesta al aire, bajo cobertizo, durante varios años. Con la gran expansión actual de las serrerías a causa de la demanda cada vez mayor de madera, periodos de aireación tan largos resultarían antieconómicos, ya que los depósitos deberían tener colosales proporciones.

### ***1.8.3. Topología de la madera.***

La clasificación de la madera puede realizarse a partir de diverso parámetros. Por su textura (cualidad de cohesión entre fibras internas), se distinguen maderas blandas, ligeras o tiernas y maderas duras.

Ejemplo de maderas blandas son las provenientes de las gimnospermas, tales como por ejemplo las coníferas (pinos, abetos, cedros, cipreses, enebros). Su madera es más apropiada para usos, industriales aunque no todas las especies presentan el mismo grado de compacidad. Especialmente en el ámbito de las coníferas resinosas hay una gran diferencia entre la albura (leño vivo) y el duramen (el leño muerto). El segundo es más oscuro, de superior dureza y mayor cohesión. En general la madera de las coníferas tiene una gran resistencia a desprenderse de la humedad y los procesos de secado para proceder a su deshinchamiento son costosos. Así mismo son resistentes sobre todo a la compresión y

desgarro. La mas apreciada de maderas de coníferas son las llamadas Douglas Fir, de la especie *Pseudotsuga menziesii*, el abeto oloroso o abeto de Douglas, muy difundido en América del norte.

Las aplicaciones de la madera de las coníferas se realizan en calafatería, construcción, para puentes, postes de tendidos, revestimientos de todo tipo, puertas ventanas y en ebanistería en general; pero sus debilidad frente a los mohos y hongos obliga, en los usos al aire libre, a recubrirlas con capas de barnices y pinturas especiales.

Igualmente proporcionan celulosa para la fabricación de papel, especialmente las especies de Canadá y Estados Unidos. De sus resinas se extraen, por otra parte sustancias como la trementina, usada en la industria de los colorantes y barnices. Del leño muerto, por destilación se extrae el alquitrán de madera, así como ácido acético, alcohol metílico, y disolventes diversos.

La mayor parte de maderas duras provienen de las angiospermas (adedul, chopo, haya, etc) y se las denomina también maderas frondosas. Su gran compacidad su resistencia a la tracción y su relativamente fácil secado las hacen idóneas para fabricar muebles de artesanía previstos para larga duración, siendo su precio muy costoso en Argentina se emplea la madera del quebracho para fabricar las traviesas del ferrocarril y como piso de las casa debido a su gran resistencia.

#### ***1.8.4. Tratamientos de la madera.***

Entre los principales tratamientos a que se somete la madera cabe destacar los procesos de curvad, flexibilización, prensado e impregnación. Seguidamente se indican las principales características de los mismos.

##### ***1.8.4.1. Curvado.***

Se hace con maderas vaporeadas, cocidas o plastificadas por la acción del calor, mediante el procedimiento de thonet (descargando la zona extendida, utilizando para ello un flejo de acero). Se trata de un proceso especialmente apto para la fabricación de muebles paraguas bastones para estar operaciones la materia prima mas apropiada son las maderas de fresno cerezo hacy , arce, abedul, almo, acción blanca y roble.

#### ***1.8.4.2. Flexibilización.***

Se obtiene por cocción vaporeada a presión inferior a la atmosférica y recalada en la dirección de las fibras. El producto de esta proceso es la denominada madera plástica, mezcla de aserrín con aglomerantes (casi siempre esteres de celulosa), que se acostumbra unir sólidamente con las maderas naturales. Este conjunto, una vez endurecido puede repasarse barnizarse y pulimentarse con relativa facilidad.

Se utiliza sobre todo en los trabajos de carpintería y ebanistería en la construcción de carrocerías para modelaos de fundición para fabricar aparatos ortopédicos, etcétera.

#### ***1.8.4.3. Prensado.***

Se obtiene con este tratamiento la denominada madera cilíndrica casi siempre proveniente del álamo comprimido en una dirección transversal a la fibra mediante proceso de laminación o de martilleo; se la utiliza para fabricar placas de asiento entre los carriles y las traviesas. A veces se emplea también la madera de haya comprimida en dos direcciones perpendiculares a la fibra por los mismos métodos que la anterior; encuentra uso en la fabricación de casquillos para cojinetes, dientes para ruedas de molino, mazos guías para esquíes, etcétera.

#### ***1.8.4.4. Impregnado.***

Diversas maderas se someten a tratamientos de impregnación con el fin de aumentar su densidad (agentes impregnantes), soluciones minerales, sobre todo el ácido silícico mejorar su dureza y su resistencia mecánica (agentes: soluciones de sales metálicas y resinas artificiales especialmente el formaldehído fenólico) reducir el rozamiento (agentes: grafito coloidal metal fundido aceites y grasas) y para mejorar las propiedades eléctricas (agentes: hidrocarburos y resinas artificiales).

### ***1.8.5. Maquinaria***

En el proceso tecnológico de transformación de la madera una vez lavada y desecada intervienen diversos tipos de máquinas los principales se describen a continuación.

#### ***1.8.5.1. Sierras.***

Fundamentalmente se utilizan para dividir la madera; el tipo de sierra empleado está en función de la clase de la clase de materia prima que se ha de trabajar en ese sentido cabe distinguir los siguientes tipos de máquinas aserradoras:

- Sierras de movimientos rectilíneos alternativos. En ellas el movimiento principal o de coste es efectuado por un mecanismo de biela-manivela corriente. Se subdividen aparte las utilizadas para apea árboles en sierras de sacar tablas con bastidor vertical mediante las cuales se dividen longitudinalmente los troncos y bloques ya desbastados con el fin de obtener tablones y tablones y sierras de sacar tablas con bastidor horizontal en las que por regla general el bastidor solo dispone de un elemento serrador que presentan la ventaja de efectuar cortes
- Sierras con movimiento principal circular. Trabajan con una hoja flexible con los extremos soldados entre sí que pasa sobre dos poleas como si se tratara de una

correa de transmisión. Se utilizan principalmente para dividir y escuadrar troncos y para obtener tablones y tablas estando muy difundidas en los talleres de carpintería.

- Sierras circulares de disco. Presentan una herramienta circular provista de dientes en toda la periferia y con gran velocidad de giro. Son de uso muy diversos según la elaboración de que se trata desde la obtención de listones hasta la producción de tablones y tablas (cabe destacar las sierras circulares finas especiales para obtener tablas muy delgadas de hasta 3 – 10 mm).
- Sierras cilíndricas o de tambor. Estas sierra resultan apropiadas para cortar discos de madera y para abrir agujeros circulares de gran diámetro.

#### ***1.8.5.2. Acepilladoras.***

El objetivo de estas maquinas es el pulimento y alisado de las maderas, con el fin de suavizar las superficies para facilitar las posteriores operaciones. A continuación se describen los principales tipos.

- Acepilladoras propiamente dichas. Transforman en superficies lisas y planas las caras de las tablas y de los listones provenientes del proceso del aserradero superficies estas que sirven de guía para sucesivas operaciones de acabado.
- Máquinas de machihembrar. se encarga de labrar en los cantos longitudinales de las tablas y los listones, una ranura o lengüeta para facilitar su unión y constituir una sola pieza.
- Máquinas de regueras o regruesadoras. acepillan ambas caras de las tablas para obtener dos superficies paralelas que proporcionan una pieza del espesor uniforme deseado.

Máquinas ranuradoras. Sirven para labrar ranuras Y molduras de poca profundidad en tablas y listones (trabajo que también puede realizarse con las acepilladoras propiamente dichas).

#### ***1.8.5.3. Fresadoras.***

Fundamentalmente se emplean en el labrado de superficies perfiladas. Para ello utilizan unas fresas cuyos dientes cortan por uno o dos bordes, con gran capacidad de avance y profundidad de corte. Entre los diversos tipos de fresadora existente en el mercado destacan los que se describe a continuación.

Fresadora de Mesa o Tablero.- Denominada también tupí, presenta un amplio campo de trabajo en el labrado de piezas de madera.

Fresadora de Copiar.- Se utilizan para la reproducción automática de modelos de piezas con secciones y perfiles disimétricos (patas de sillas, radios para ruedas de carros, hélices de avión, etc.).

Fresadoras con fresa Suspendida.- están caracterizadas por una fresa de eje vertical, móvil, suspendida de un soporte de aire se emplean para fresar ranuras y molduras.

Fresadoras de Mangos.- Son muy utilizadas para la fabricación en serie de cuerpos de revolución: mangos de herramientas, empuñadoras y todo tipo de piezas circulares u ovaladas.

#### ***1.8.5.4. Taladradoras.***

Empleadas para la formación de la madera, pueden ser al igual que las taladradoras para metales, de uno o dos husillos. Entre los tipos principales destacan las cajas de ensambladura, máquinas de barrenar nudos, capaces de perforar la pieza de madera en todo su espesor, o cuando conviene, solo en parte; máquinas de abrir agujeros cuadrados, etc.

#### ***1.8.5.5. Tornos.***

En la carpintería del siglo XIX y épocas anteriores resultaban ser máquinas esenciales (las Patas de las mesas y sillas eran todas de sección redonda, con diámetros variables). En la actualidad se usan cada vez menos, tanto que han desaparecido ya, en mucha carpinterías e industrias productoras de muebles. Solo se les encuentra normalmente en determinadas fábricas especializadas en la construcción de sillas y de algunos otros elementos artesanales.

#### ***1.8.6. Máquinas auxiliares.***

En las instalaciones industriales con equipos fijos existen las denominadas máquinas auxiliares, cuya finalidad es completar y facilitar la labor de las máquinas básicas.

Entre estas máquinas cabe destacar la función de las afiladoras, ingenios especialmente adecuados para el afilado de las cuchillas de las aserradoras, de las acepilladoras y de las fresadoras; han de ser manejadas por personal muy experto.

También revisten notable importancia unas soldadoras, de pequeñas y medianas dimensiones, empleadas para conectar los extremos de las cintas dentadas con el fin de convertirlas en un aro serrador activo.

En el mercado existen también máquinas portátiles para el trabajo de la madera, resultan especialmente útiles a los talleres artesanales que no pueden o no quieren llevar, a cabo grandes inversiones de capital mediante la compra de equipos instalaciones fijas, mas propias de los grandes complejos industriales.

Una ventaja de estas máquinas portátiles estriba en que pueden trabajar en posiciones especiales lo que las hace especialmente aptas para la elaboración de productos de difícil

estructura en general fabricados en talleres que trabajan con pedidos muy concretos y pequeñas series.

### ***1.8.7. Productos semielaborados.***

Entre los productos semielaborados más importantes de los empleados en el proceso tecnológico de la madera cabe citar:

#### ***1.8.7.1 Chapas de madera.***

Las denominadas chapas de madera: hojas delgadas obtenidas mediante las máquinas de aserrar, las máquinas de cuchilla que proporcionan el aplanado y los tornos que desenrollan una chapa continúa de un madero rollizo el procedimiento que emplea los dos últimos tipos, requiere el tratamiento con vapor ya citada de la madera previa al inicio de su aplicación; por ello las maderas cuyo color se altera cuando se las somete al proceso de vaporeado solo pueden ser convertidas en chapas por el típico procedimiento del aserrado.

Especial importancia revista el encolado de las chapas en general a base de tiras de madera estrechas para formar superficies amplias. Condición esencial para esta aplicación es que los bordes de las tiras sean absolutamente rectilíneos y escuadrados.

#### ***1.8.7.2. Contrachapados.***

Las placas o tableros contrachapeados en cruz se componen de capas encoladas cuyas fibras se cruzan sucesivamente a 90° en ebanistería se obtiene tableros de 3, 5, 7 y más chapas (siempre en número impar a partir de 3 chapas). Los tableros típicos utilizados en carpintería están constituidos por una capa intermedia de listones, a ambos lados de la cual van encolados diversas capas de chapas los tableros contrachapeados en sus mayor parte con la fibra en una misma dirección, sin embargo cada 10 chapas puede intercalarse una con la fibra cruzada.

Los espesores de estos tableros son de 6-40 mm y se utilizan en la industria aeronáutica, en las estructuras de tinglados naves puentes postes artículos deportivos modelos de fundición etcétera.

La madera contrachapeada en estrella tiene las chapas dispuestas de tal modo que las direcciones de sus fibras (vistas desde arriba) constituyen una autentica estrella. La finalidad de esa estructura es compensar su resistencia mecaniza en todas las direcciones sobre todo la diferencia entre las resistencias por compresión longitudinal y transversal.

### ***1.8.7.3. Maderas compuestas.***

La presión baja la cual se fabrican los tableros contrachapados es tan reducida que se limita a asegurar el encolado de las chapas, pero no aumenta la compacidad de la estructura. Esta dificultad se supera con las maderas compuestas de capas prensadas sometidas a elevados índices de presión con la finalidad de homogenizar el conjunto. En este tipo de trabajo se adoptan casi exclusivamente chapas de haya impregnadas y encoladas con resinas de fenol – formaldehído.

La íntima relación entre el material y la resina proporciona estructuras de gran dureza muy resistentes al desgaste que apenas se hinchan y que no se inflaman con facilidad.

Entre este tipo de maderas cabe destacar: Las maderas de capas prensadas paralelas las cruzadas y las dispuestas en estrella según la dirección de las fibras de las diversas capas de elementos componentes.(LEXUS,2001)Tecnología de la madera, Madrid, España.

### **1.9. Tratamiento físico -químico de aguas residuales industriales.**

Con la denominación de tratamientos físico-químico de aguas residuales industriales se engloban una serie de tratamientos primarios y terciarios que se suelen aplicar frecuentemente en las industrias.

Las aguas residuales contienen residuos procedentes de las ciudades y fábricas. Es necesario tratarlos antes de enterrarlos o devolverlos a los sistemas hídricos locales. En una depuradora, los residuos atraviesan una serie de cedazos, cámaras y procesos químicos para reducir su volumen y toxicidad. Las tres fases del tratamiento son la primaria, la secundaria

y la terciaria. En la primaria, se elimina un gran porcentaje de sólidos en suspensión y materia inorgánica. En la secundaria se trata de reducir el contenido en materia orgánica acelerando los procesos biológicos naturales. La terciaria es necesaria cuando el agua va a ser reutilizada; elimina un 99% de los sólidos y además se emplean varios procesos químicos para garantizar que el agua esté tan libre de impurezas como sea posible

### ***1.9.1. Tratamientos primarios.***

#### ***1.9.1.1. Homogenización de efluentes.***

Con el mezclado y homogenización de los distintos efluentes generados en el proceso productivo se consigue disminuir las fluctuaciones de caudal de los diferentes vertidos, consiguiendo una única corriente de caudal y concentración más constante. Se suelen realizar en tanques agitados.

#### ***1.9.1.2. Cribado.***

Esta etapa sirve para eliminar los sólidos de gran tamaño presentes en el agua residual. Se suelen realizar mediante rejillas, con aberturas entre 5-90 mm.

#### ***1.9.1.3. Neutralización.***

La neutralización (tratamiento ácido-base del agua residual) puede utilizarse para los siguientes fines:

- \* Ajuste final del pH del efluente último antes de la descarga al medio receptor: 5,5-9.
- \* Antes del tratamiento biológico: pH entre 6,5-8,5 para una actividad biológica óptima.
- \*Precipitación de metales pesados: es la aplicación más importante.

Intervienen diversos factores: producto de solubilidad del metal, pH óptimo de precipitación, concentración del metal y del agente precipitante, presencia de agentes complejantes del metal (cianuros, amonio). Los metales pesados se precipitan normalmente en forma de hidróxidos, utilizando cal hasta alcanzar el pH óptimo de precipitación (6-11).

#### ***1.9.1.4. Coagulación-floculación.***

Para eliminar sólidos en suspensión y material coloidal. La Coagulación consiste en la desestabilización de las partículas coloidales, empleando productos químicos (coagulantes) que neutralizan la carga eléctrica de los coloides; la Floculación consiste en la agrupación de las partículas coloidales desestabilizadas, formando agregados de mayor tamaño denominados “flóculos”, los cuales sedimentan por gravedad. Para favorecer la formación de flóculos más voluminosos y su sedimentación, se suelen utilizar determinados productos químicos (floculantes), generalmente de naturaleza polimérica. Estos floculantes establecen puentes de unión entre los flóculos inicialmente formados.

Los principales compuestos químicos usados como coagulantes son:

\* Sales de aluminio: sulfato de aluminio, cloruro de aluminio, policloruro de aluminio (polímero inorgánico de aluminio).

\* Sales de hierro: cloruro de hierro , sulfato de hierro.

#### ***1.9.1.5. Decantación.***

Se utiliza para la eliminación de materia en suspensión que pueda llevar el agua residual, eliminación de los flóculos precipitados en el proceso de coagulación floculación o separación de contaminantes en un proceso de precipitación química.

#### ***1.9.1.6. Filtración.***

La filtración es una operación que consiste en hacer pasar un líquido que contiene materias en suspensión a través de un medio filtrante que permite el paso del líquido pero no el de las partículas sólidas, las cuales quedan retenidas en el medio filtrante.

De este modo, las partículas que no han sedimentado en el decantador son retenidas en los filtros.

#### ***1.9.1.7. Separación de fases.***

Separación sólido-líquido: separación de sólidos en suspensión. Se suelen emplear la sedimentación, la flotación (para sólidos de baja densidad) y la filtración. Separación líquido-líquido: la separación de aceites y grasas es la aplicación más frecuente. ([http://members.es.tripod.de/bern/agua\\_depuracion.html](http://members.es.tripod.de/bern/agua_depuracion.html) (Medioambiente y el Agua, 25 julio de 2007.)

### ***1.9.2 Tratamientos secundarios.***

Los tratamientos secundarios son procesos biológicos, en los que la depuración de la materia orgánica biodegradable del agua residual se efectúa por la actuación de microorganismos (fundamentalmente bacterias), que se mantienen en suspensión en el agua o bien se adhieren a un soporte sólido formando una capa de crecimiento.

Los efluentes industriales con carga orgánica depurable por métodos biológicos, corresponden principalmente a industrias de carácter agroalimentario, aunque otras industrias como papeleras, farmacéuticas, etc., también producen vertidos que pueden ser sometidos a estos tratamientos secundarios.

Los procesos biológicos pueden ser de dos tipos principales: aerobios y anaerobios (en ausencia de aire); en general, para aguas con alta carga orgánica (industrias agroalimentarias, residuos ganaderos, etc.) se emplean sistemas anaerobios y para aguas no muy cargadas, sistemas aerobios. En la práctica pueden ser empleadas ambas técnicas de forma complementaria.

Los tratamientos biológicos engloban tanto el proceso de reacciones biológicas comentado, como la posterior separación de los fangos por decantación.

Entre las variables a controlar en estos procesos se encuentran la temperatura, oxígeno disuelto, el pH, nutrientes, sales y la presencia de inhibidores de las reacciones.

#### ***1.9.2.1. Tratamientos aerobios.***

Los más empleados son el de lodos activados y tratamientos de bajo coste: filtros percoladores, biodiscos, biocilindros, lechos de turba, filtros verdes y lagunaje (este sistema se puede considerar como “mixto”, ya que se dan tanto en procesos aerobios como anaerobios, dependiendo de la profundidad). En todos estos procesos, la materia orgánica se descompone convirtiéndose en dióxido de carbono, y en especies minerales oxidadas.

#### ***1.9.2.2. Tratamientos anaerobios.***

La descomposición de la materia orgánica por las bacterias se realiza en ausencia de aire, utilizándose reactores cerrados; en un proceso anaerobio, la mayoría de las sustancias orgánicas se convierte en dióxido de carbono y metano. Los productos finales de la digestión anaerobia son el biogás (mezcla gaseosa de metano, dióxido de carbono,

hidrógeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno), que se puede aprovechar para la producción energética, y los lodos de digestión (compuestos no biodegradables y biomasa). Estos tratamientos tienen tres aplicaciones principales:

- Residuos ganaderos.
- Aguas residuales industriales con alta carga orgánica.
- Lodos de depuradora.

### ***1.9.2.3. Tratamientos mixtos.***

En algunos casos se utilizan tratamientos aerobios y anaerobios, bien de forma consecutiva, alternante o produciéndose ambos a la vez. Esto último es lo que sucede en las denominadas lagunas facultativas, con zonas de depuración aerobia (zona más superficial) y anaerobia (zonas más profundas). En los sistemas de lagunaje se combinan las lagunas de los tres tipos, anaerobias, aerobias y facultativas. ([http://members.es.tripod.de/bern/agua\\_depuracion.html](http://members.es.tripod.de/bern/agua_depuracion.html) (Medioambiente y el Agua, 25 julio de 2007.)

### ***1.9.3 Tratamientos terciarios.***

El objetivo principal de los tratamientos terciarios es la eliminación de contaminantes que perduran después de aplicar los tratamientos primario y secundario; son tratamientos

específicos y costosos, que se usan cuando se requiere un efluente final de mayor calidad que la obtenida con los tratamientos convencionales. Las principales técnicas son:

#### ***1.9.3.1. Arrastre con vapor de agua o aire.***

Denominados como procesos de “stripping”, para la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (COV), como disolventes clorados (tricloroetileno, clorobenceno, dicloroetileno, etc.) o contaminantes gaseosos (amoníaco, etc.).

#### ***1.9.3.2. Procesos de membrana.***

En estos procesos el agua residual pasa a través de una membrana porosa, mediante la adición de una fuerza impulsora, consiguiendo una separación en función del tamaño de las moléculas presentes en el efluente y del tamaño de poro de la membrana.

#### ***1.9.3.3. Intercambio iónico.***

Sirve para eliminar sales minerales, las cuales son eliminadas del agua residual que atraviesa una resina, por intercambio con otros iones ( $H^+$  en las resinas de intercambio catiónico y  $OH^-$  en las de intercambio aniónico) contenidos en la misma.

#### ***1.9.3.4. Adsorción con carbón activo.***

Para eliminar compuestos orgánicos. Se puede utilizar en forma granular (columnas de carbón activado granular: GAC) y en polvo (PAC).

#### ***1.9.3.5. Procesos de oxidación.***

Sirven para eliminar o transformar materia orgánica y materia inorgánica oxidable, Los principales procesos de oxidación se pueden clasificar en:

- \* Procesos convencionales de oxidación: se usan como oxidantes ozono, peróxido de hidrógeno, permanganato de potasio, hipoclorito de sodio, cloro y oxígeno.
- \* Procesos de oxidación avanzada:
- \* Combinaciones de oxidantes:  $O_3 + UV$ ,  $O_3 + H_2O_2$ ,  $H_2O_2 + UV$ ,  $O_3 + \text{alto pH}$ .
- \* Procesos a alta temperatura y presión: oxidación con aire húmedo (WAO), oxidación en condiciones supercríticas, etc.
- \* Detoxificación solar: utiliza la radiación UV solar, con catalizador de  $TiO_2$ .

#### ***1.9.3.6. Procesos de reducción.***

Para reducir elementos metálicos en alto estado de oxidación (reducción de  $Cr^{6+}$  a  $Cr^{3+}$  mediante sulfito de sodio, tiosulfato de sodio, sulfato ferroso, etc).

#### ***1.9.3.7. Precipitación química.***

Se basa en la utilización de reacciones químicas para la obtención de productos de muy baja solubilidad. La especie contaminante a eliminar pasa a formar parte de esa sustancia insoluble, que precipita y puede ser separada por sedimentación y filtración. ([http://members.es.tripod.de/bern/agua\\_depuracion.html](http://members.es.tripod.de/bern/agua_depuracion.html) (Medioambiente y el Agua, 25 julio de 2007.)

### ***1.9.4. Tratamiento de los fangos.***

En todo tratamiento de aguas residuales se producen, junto al agua depurada, una serie de lodos o fangos que deben ser tratados adecuadamente.

Según el tipo de tratamiento y la naturaleza de los contaminantes eliminados, serán lodos de naturaleza predominantemente inorgánica u orgánica.

Los objetivos finales buscados en el tratamiento de los lodos son:

#### ***1.9.4.1. Reducción de volumen.***

Concentración del fango para hacer más fácil su manejo.

#### ***1.9.4.2. Reducción del poder de fermentación.***

Reducción de materia orgánica y de patógenos, para evitar la producción de olores y la evolución del lodo sin control.

Las principales etapas en el tratamiento de los lodos son: espesamiento (concentración) por decantación o flotación, digestión (estabilización para fangos fermentables), deshidratación y evacuación.

#### ***1.9.4.3. Espesamiento.***

Reducción de volumen en tanques de sedimentación o flotación, según la naturaleza del fango. A veces se realiza un acondicionamiento previo, de tipo físico-químico (coagulación, floculación, elutriación) o térmico.

#### ***1.9.4.4. Digestión.***

Para fangos de naturaleza orgánica. En procesos de carácter aerobio (similar a fangos activos) o anaerobio (aprovechamiento energético).

#### ***1.9.4.5. Deshidratación y secado.***

Con el objetivo de una eliminación lo más completa posible del agua del fango. Normalmente con una etapa de acondicionamiento previo. Métodos más utilizados: filtros de vacío, filtros prensa, filtros banda, centrífugas, evaporación térmica o en eras de secado.

#### ***1.9.4.6. Evacuación.***

Depósito o destino final de los lodos. Métodos principales: vertedero de seguridad o de residuos sólidos urbanos según sus características; incineración con o sin adición de combustible adicional según el poder calorífico de los lodos, se generan cenizas, escorias y gases que necesitan tratamiento, con o sin recuperación de energía; compostaje, descomposición biológica controlada, de la materia orgánica, en condiciones aerobias, con el fin de obtener compost, (abono orgánico).

([http://members.es.tripod.de/bern/agua\\_depuracion.html](http://members.es.tripod.de/bern/agua_depuracion.html) (Medioambiente y el Agua, 25 julio de 2007.).

## **CAPÍTULO II**

### **2. APLICACIÓN METODOLÓGICA CARACTERIZACIÓN Y ASPECTOS LEGALES.**

En el presente capítulo se recopila la información técnica disponible sobre la empresa y las operaciones de recolección de muestras de aguas residuales indicando los principios básicos de preparación de material, toma de muestras y frecuencia de muestreo, así como los parámetros físicos químicos a analizar y la interpretación de los mismos.

Considerando el problema de vertidos presente en la empresa Aglomerados Cotopaxi, se plantea el desarrollo de muestreos simples y compuestos con la finalidad de cumplir con lo manifestado dentro de los métodos de investigación científica y desarrollo experimental para la elaboración de una propuesta de tratamiento de la descarga líquida al alcantarillado público.

Para lo cual nos apoyamos en el Método Analítico-Sintético que nos ayuda a distinguir los elementos del fenómeno para proceder a revisar ordenadamente a cada uno de los componentes por separado a partir de la experimentación y el análisis para formular soluciones sistematizando las superaciones del problema detectado y basándonos en las normas vigentes estableceremos una propuesta tentativa de tratamiento.

Planteándose la siguiente hipótesis y variables:

## 2.1. Hipótesis.

El establecimiento de una propuesta de tratamiento de las aguas residuales, es una alternativa para reducir o evitar la contaminación del medio ambiente.

## 2.2. Variables operacionales.

**TABLA # 1: Variables operacionales.**

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDAD</b>
Producción maderera.	Contaminación de las aguas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Potencial hidrogeno ph.</li> <li>2. Turbidez</li> <li>3. Dureza CaCO<sub>3</sub></li> <li>4. Demanda química de oxígeno DQO</li> <li>5. Demanda bioquímica de oxígeno DBO</li> <li>6. Sólidos en suspensión totales SST</li> <li>7. Oxígeno disuelto O.D.</li> <li>8. Compuestos orgánicos volátiles COVs</li> <li>9. Temperatura</li> <li>10. Olor, Color, Sabor</li> <li>11. Fenoles, Cianuros y Fluoruros</li> </ol>	Alcalino, Acido, Neutro UTN mg/l mg/l mg/l mg/dm mg/l mg/l °C color real mg/l

Fuente: Los autores 2008

## 2.3. Descripción de la Parroquia Tanicuchí.

La parroquia de "San Lorenzo de Tanicuchí", está ubicada en el kilómetro 20, al norte de la ciudad de Latacunga, se halla a 2.981 m.s.n.m., y es uno de los pueblos más antiguos de la provincia; allí, la agricultura y la ganadería son las principales actividades de sus pobladores.

Los barrios de esta parroquia rural son: Cajón Veracruz, Chilca ,Pamba, El Calvario, Goteras, La Floresta, Lasso, Llactayo, Pachosala, Pucara, Pesillo, Rió Blanco Alto, Rió Blanco Bajo, Sandoval, Santa Ana, San Antonio de Luzón, San José de Cuicuno, San Pedro, Simón Bolívar, Tanicuchí Centro, Tashina y Veracruz.

Por lo que de acuerdo con la clasificación de Cañadas (1983), basada en el sistema bioclimático de Holdridge (1947, 1967), de amplio uso en el Ecuador, el área donde se halla ACOSA. Planta Lasso corresponde la Región Seco Templado.

Esta región se encuentra desde los 2000 hasta los 3000 m.s.n.m., caracterizándose por una temperatura media anual que oscila entre los 12 y 18° C, y por registrar precipitaciones anuales promedio superior a los 200 mm pero inferior a los 500 mm.

Las lluvias son estrictamente de carácter zenital, intercaladas por una estación seca que comprende los meses de julio, agosto y septiembre, pudiendo extenderse hasta noviembre, dependiendo del lugar.

Según Cañadas esta Zona de Vida corresponde a la formación ecológica estepa espinosa Montano Bajo (e. e. M. B.).(CAÑADAS (1983) Clasificación Bioclimática.)

### ***2.3.1. Demografía.***

Según el Censo Poblacional del año 2001 realizado por el INEC, la población de la provincia de Cotopaxi es en total de 349.540 habitantes de los cuales el 41% es representado por el cantón Latacunga con 143.979 habitantes, de los cuales la parroquia

Tanicuchí representa el 7,65% con sus 11.009 habitantes. (PLAN PARTICIPATIVO DE DESARROLLO DE COTOPAXI),2004.

### ***2.3.2. Educación.***

El índice de escolaridad de Latacunga, representado en años de estudios, es de 6,5 mientras que Tanicuchí es de 5,3.

En Latacunga, el 63% de la población estudiada terminó la primaria y es mayor de 12 años, mientras que en el caso de la provincia de Cotopaxi, esta población corresponde al 51,3%.

De otra parte, en el mismo cantón la población estudiada mayor a 18 años y que terminó la secundaria, corresponde al 18,5%, mientras que para la provincia el porcentaje corresponde al 12,7 %. En Tanicuchí este tipo de población representa el 10,7%.

La población con estudios superiores de 24 años y más en la parroquia corresponde al 5,6 %, mientras que estos porcentajes en el cantón y en la provincia son del 14,3% y 10,1% respectivamente.

El índice de analfabetismo de la población mayor de 15 años en el cantón Latacunga es de 17,6%, mientras que en la parroquia Tanicuchí este valor representa el 13,8%. (PLAN PARTICIPATIVO DE DESARROLLO DE COTOPAXI),2004.

### ***2.3.3. Vivienda.***

En el Censo Poblacional realizado por el INEC en el 2001, se registró que el total de viviendas en la Latacunga era 33.555, de las cuales apenas el 7,56 % pertenecen a la parroquia Tanicuchí. En cuanto a hogares se registraron unos 33.760 hogares en la cabecera cantonal, 2.561 de los cuales se encuentran en Tanicuchí.

La densidad poblacional de área del proyecto es de 4,29 habitantes por vivienda. (PLAN PARTICIPATIVO DE DESARROLLO DE COTOPAXI),2004.

### 2.3.4. Empleo.

La población en edad de trabajar (PET) de Latacunga, según el INEC (2001), es de 105.822 habitantes que corresponde al 42,9% de la Provincia de Cotopaxi, de los cuales 8.041 habitantes corresponden a la Parroquia de Tanicuchí.

En cuanto a la población económicamente activa, en Latacunga esta es de 58.317 habitantes, que corresponden al 42,25% de la provincia, mientras que la población económicamente activa de Tanicuchí es de 4.475 habitantes. Las Empresas asentadas en la zona dan cabida a gran parte de personas.

**TABLA # 2 INDUSTRIAS ASENTADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.**

<b>INDUSTRIAS EXISTENTES</b>	<b>PRODUCTOS ELABORADOS</b>
AGLOMERADOS COTOPAXI S.A.	TABLERO DE AGLOMERADOS DE MADERA
AGROCEL S.A.	PULPA BLANQUEADA/SEMIBLANQUEADA
NOVACERO S.A. ACEROPAXI S.A.	PRODUCTOS DE ACERO
EQR	FLORES – ROSAS
PILVICSA	PILONES
EXRROCOB	FLORES – ROSAS
PAMBA FLOR	FLORES – ROSAS
FLORES DEL COTOPAXI	FLORES – ROSAS
INDULAC DE COTOPAXI CIA. LTDA.	PRODUCTOS LÁCTEOS
LA NUEVA AVELINA	PRODUCTOS LÁCTEOS
PARMALAT	PRODUCTOS LÁCTEOS
MADEROTECNIA C.A.	PARQUET, PUERTAS Y MOLDURAS
PROVEFRUT C.A.	FRUTAS Y VEGETALES
FAMILIA SANCELSA	PAPEL SANITARIO, SERVILLETAS Y OTROS
TEXTILES RIO BLANCO S.A.	HILADURAS DE ALGODÓN

**Fuente: Los autores, 2008.**

### ***2.3.5. Climatología y Meteorología***

De acuerdo con información meteorológica disponible proveniente de la estación meteorológica del Aeropuerto Cotopaxi de la Dirección de Aviación Civil (1990 – 2005), las temperaturas promedio en el área de influencia del estudio oscilan entre los 13° C y 15° C, observándose que las temperaturas más bajas se registran entre los meses de junio y agosto. El resto del año las temperaturas promedio son iguales o superiores a 14° C.

La precipitación total anual promedio en el área de Latacunga y Rumipamba – Salcedo es de 219 mm (inferior a 250 mm). Las lluvias (precipitaciones) muestran un patrón que coincide con la distribución de temperaturas antes mencionada, de tal manera que el período comprendido entre junio y agosto se registran los niveles de precipitación más bajos del año (18 – 23 mm). Los restantes meses del año presentan valores mensuales entre 41 mm y 66 mm, donde el período febrero – mayo registra valores mensuales por encima de los 50 mm, registrándose niveles de similares características en octubre y diciembre.

La dirección del viento predominante es Sur y Sureste con una intensidad promedio de 12 nudos, presentándose ocasionalmente vientos provenientes del Noroeste, Norte y Oeste, aunque estas variaciones se dan en el mes de enero. (Cortesía de la sección meteorológica del Aeropuerto Cotopaxi Ver anexo 8)

### ***2.3.6. Hidrología de la zona.***

La hoya central oriental del Patate, en la que se encuentra la provincia del Cotopaxi, limita al norte, con el nudo de Tiopullo y las montañas de Casaguala al suroeste. Existen valles y páramos como los de Sigchos, Mulaló, Pastocalle, Mulatos que modelan su orografía.

El Cotopaxi, con 5.897 m.s.n.m. se convierte en el volcán activo más alto del mundo. La altiplanicie, encerrada entre cordilleras, tiene por sistema fluvial los ríos Cutuchi, Toachi, Yanayacu, Nagsiche, Chalupas, Illuchi, Patoa, entre otros.

En el sector de estudio atraviesan varios ríos importantes, entre ellos: Río Cutuchi, Río Blanco y Río Saquimala, los cuales se han formado de la unión de quebradas que provienen de montes y volcanes, así se tiene, las quebradas Santa Ana y Río Blanco para formar el río Blanco; San Francisco, Tiopulrillo, Pucahuayco y Paraguasucho para formar el Cutuchi; Chiria, Chica de Chiriacu, Quebrada Grande de San Lorenzo y Q. San Diego, que provienen del Volcán Cotopaxi para formar el Río Saquimala.

El río más cercano a las instalaciones de ACOSA. es el Cutuchi, mismo que se encuentra a unos 200 metros al este de la planta Lasso; sin embargo, las acequias que circundan la planta no drenan hacia el referido cuerpo hídrico.

En lo que respecta a aguas subterránea, Taco y Galárraga (2000) señalan que el área de influencia de este acuífero (perteneciente a la cuenca del río Cutuchi) no cuenta con una precipitación suficiente para recolectar suficiente agua superficial que sirva de fuentes de abastecimiento a los centros poblados y a las industrias, que en muchos de los casos necesitan cantidades importantes del líquido vital. Por lo expuesto, dichos autores señalan que el agua subterránea llega a ser la única fuente segura de agua.

Dentro de la cuenca del Cutuchi, los meses de junio, julio y agosto presentan un déficit de agua dentro del año hidrológico, según datos de estaciones del (INAMHI para el período 1964 – 1990.)

### ***2.3.7. Calidad de Agua Superficial***

Al igual que en otros componentes ambientales, no existe información disponible sobre la calidad del agua de los cuerpos hídricos localizados en el sitio de implantación del proyecto. Al respecto, el 13 de abril del 2007 se realizó un muestreo a cargo de (INSPECTORATE del Ecuador S.A.) de las acequias que colindan con las fábricas de Lasso, tanto aguas arriba como aguas debajo de la cual se tomo los siguientes datos.

**M1:** Acequia oriental, aguas arriba

**M2:** Acequia oriental, aguas abajo

**M3:** Límite INDULAC, canal norte

**M4:** Parte posterior, al occidente aguas arriba

**M5:** Parte posterior, al occidente aguas abajo

**Norma Tabla 1.:** Aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional (Tabla 1 del Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria).

**Norma Tabla 2:** Aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección (Tabla 2 del Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria).

**Norma Tabla 3:** Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías (Tablas 3 y 4 del Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria).

**TABLA # 3 ANALISIS DE AGUAS DE ACEQUIAS CERCANAS A LA PLANTA**

Parámetro	Unidades	Resultados					Norma Nacional aplicable		
		M1	M2	M3	M4	M5	Norma Tabla 1	Norma Tabla 2	Norma Tabla 3
<i>Ph</i>	-	8.28	8.45	---	7.87	7.76	6 - 9	6 - 9	6,5 - 9
<i>Zinc</i>	mg/l	0.03	0.1	---	0.08 2	0.03 3	5,0	5,0	0,18
<i>Níquel</i>	mg/l	0.02 0	0.02 5	---	0.02 5	0.02 4	N/A	0,025	0,025
<i>Cromo Total</i>	Ppm (mg/l)	0.03	0.09	---	0.1	0.04	N/A	N/A	0,05
<i>Hierro Total</i>	mg/l	0.07	0.07	0.05	0.23	0.22	1,0	0,3	0,3 (No Total)
<i>Hidrocarburos Totales De Petróleo</i>	mg/l	0.35	0.40	<0.2 0	<0.2 0	0.71	N/A	N/A	0,5
<i>Temperatura</i>	° C	17.5	16		17.5	17.5			
<i>Oxígeno Disuelto</i>	mg/l	10.0 8	7.2		7.42	6.39	> 6	>6	>6
<i>Aceites Y Grasas</i>	mg/l	8.00	14.8	---	11.6 0	20.2	0,3	0,3	0,3

Fuente : ( INSPECTORATE del Ecuador S.A., 2007)

## 2.4. Reconocimiento inicial y selección de los sectores de estudio.

### ***2.4.1. Descripción del Medio Físico ACOSA***

Las instalaciones industriales de la empresa ACOSA. Planta Lasso se encuentran ubicadas al norte del cantón Latacunga en la Provincia del Cotopaxi, Parroquia Tanicuchí, sector Lasso, Panamericana Norte, Km. 21 vía a Quito, en las coordenadas 00°55' S 78°37' W . UTM 765.504E, 9°912.416N.

### ***2.4.2. Selección de los sectores de estudio ACOSA***

Aglomerados Cotopaxi S.A. (ACOSA) fue fundada en el año de 1978 por un grupo de visionarios madereros liderados por el Sr. Manuel Durini Palacios, quien había incursionado en a industria forestal maderera 30 años antes.

En el año 1979, Aglomerados Cotopaxi S.A. inicia su producción introduciendo en el Ecuador el tablero de partículas aglomeradas (Acoplac) con una moderna línea de producción, de tecnología de punta, importada desde Alemania.

La comercialización de su producto fue enfocada al mercado nacional y a países vecinos del área andina, vendiendo desde el inicio el total de su producción a precios muy competitivos y calidad superior a la existente en el mercado. En menos de 10 años ACOSA comercializar su producto en cuatro continentes y llegar a países lejanos como Japón o Corea, y a mercados tan exigentes como Estados Unidos.

Como resultado de este éxito y devolviendo la confianza y el trabajo al país, ACOSA expande sus operaciones industriales a fines d de 1980 con la incorporación de la primera línea para recubrimiento de tableros, dando así mayor valor agregado a sus productos y expandiendo la gama de los mismos (Duraplac, Pacoplac) según los requerimientos del mercado nacional e internacional.

Los parámetros de mayor significación en la producción de enchapados y laminados son: la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y sólidos totales en suspensión (SST). Los mismos que bajamos sus niveles con la propuesta que realizada.

Pueden estar presentes otros contaminantes, pero son considerados de menor significación. El método de procesamiento, la materia prima usada y los químicos adicionados, son las consideraciones principales en la identificación de parámetros importantes.

En la operación de descortezado, la DBO<sub>5</sub> y los sólidos en suspensión totales son los de importancia. Las concentraciones de SST de los descortezadores de tambor son ligeramente más altas que las de los Hidráulicos, pero la DBO es significativamente más. (Según datos del equipo técnico de la empresa)

La madera debe acondicionarse antes de ser tratada, lo cual se realiza en cámaras de vapor, en sistemas de túnel o en tanques con agua caliente. El único efluente de las cámaras es el vapor condensado, el que acarrea partículas de madera. La magnitud de los flujos variará con relación al número y tamaño de las cámaras.

Los tanques con agua a alta temperatura, calentados por chaqueta de vapor o serpentines, etc., no tienen una descarga constante, siendo evacuados periódicamente. El agua con los sólidos formados en el sistema cerrado es evacuado y se reemplazan por agua limpia. En muchos casos, el agua residual se sedimenta y luego recircula a los tanques. Las características de estas aguas varían ampliamente.

Los secadores de las chapas acumulan partículas de madera, las cuales se eliminan con un chorro de agua o soplando el aire. Los hidrocarburos volátiles de la madera se condensan en la superficie de los secadores y forman un depósito orgánico llamado "betún"; éste debe removerse periódicamente para evitar su acumulación. Para ello se aplican detergentes de pH alto que disuelven el betún, luego se procede a un enjuague con agua.

La naturaleza y volumen del agua del lavado del secador dependen de: la cantidad de agua usada, el raspado previo a la aplicación del detergente y del enjuague, condiciones y manera de operación del secador y la especie de madera que se procesa.(Ver anexo 4).

**FOTO:1.** Caldero y chimeneas.



**Fuente:** Los autores, 2008

El agua desprendida de las chapas en el proceso de secado es evaporada y eliminada a la atmósfera. La descarga líquida del secador incluye las aguas del lavado del sistema de inundación, que se usa para extinguir fuegos que se puedan dar dentro de la unidad. En algunas ocasiones se toma ventaja del fuego para limpiar los secadores. El agua también se usa ocasionalmente para llenar el fondo de las unidades (de acuerdo a la demanda), a fin de disminuir la incidencia de fuegos y reducir la contaminación del aire causada por ellos. Para lavar el secador, la planta descarga alrededor de 17,5 dm<sup>3</sup> de agua residual por tonelada métrica de producción; generalmente se limpia cada 50 h de operación. (Según datos de la Hoja técnica de proceso).

El desecho de agua en la operación de encolado se origina en el lavado de las mezcladoras, en los tanques de cola y en los esparcidores.

Los desechos generados durante el proceso de producción están constituidos por:

- Corteza.
  
- Partículas de madera del secador de chapas.
  
- "Betún" orgánico de la limpieza de los secadores.
  
- Retazos de madera del corte de las chapas y de las láminas, para darles los tamaños adecuados.
  
- Polvo de madera del lijado y terminado.

Es difícil cuantificar estos materiales, pues dependen del volumen de producción y más nos centraremos a las aguas residuales. (Datos obtenidos del personal técnico de la empresa.).

## **2.5. Procesos industriales madereros de ACOSA.**

### ***2.5.1. Fabricación de tableros de aglomerado.***

El proceso comienza con la recepción de la madera de pino y de eucalipto proveniente de las plantaciones de ACOSA o de terceros; la madera destinada para el proceso de Aglomerado es llevada al molino viruteador; y las astillas provenientes del desperdicio del aserradero son procesadas en el viruteador de astillas. Las virutas obtenidas son almacenadas en silos respectivos (húmedas).

También se almacena el aserrín proveniente del proceso del aserradero que tiene ya su propia característica. De estos silos de almacenamiento, mediante sendos tornillos sinfín, son extraídas las virutas y el aserrín para ser llevadas por medio de bandas transportadoras hacia el tambor de secado, de donde salen secas, con un 1 a 2 % de humedad en base seca, y van a un proceso de tamizado o cribado donde, de acuerdo a su granulometría, una parte va hacia el almacenamiento en un silo de partículas finas secas y otra parte va al proceso de clasificado por aire en el Sifter, donde las partículas más livianas son enviadas al silo de partículas gruesas secas mediante ventiladores neumáticos de transporte y las partículas pesadas y de mayor tamaño van al molino de doble corriente, para ser enviadas por medio de ventiladores centrífugos a su almacenamiento en el silo de partículas finas secas.

Las partículas finas (parte inferior y superior del tablero) y las partículas gruesas (parte media del tablero), son extraídas de los silos mediante tornillos sinfín de velocidad variable hacia las balanzas para su pesaje y luego a las encoladoras en donde se mezcla el material fino y grueso con la resina urea formaldehído, la parafina, el endurecedor y el agua en proporciones controladas automáticamente, de acuerdo a la cantidad de material seco dosificado o entregado a proceso. El material encolado se junta en una banda transportadora que los lleva hacia la formadora.

En la formadora el material, es depositado uniformemente sobre una banda dosificadora en la parte superior de la misma, para luego ser dosificado por un cilindro de púas hacia las bandas de formación ubicadas en la parte inferior. El material se deposita en función de su granulometría, por la acción de ventiladores que arrastran y depositan a las partículas sobre las bandas de formación, construyendo así los colchones. Estos son luego transportados hacia la prensa caliente en donde se someterá a tiempos, presiones y temperatura

controladas para fraguar la resina. Esta operación se realiza por medio de equipos eléctricos y electrónicos, totalmente automatizados.

El tablero, luego del prensado, pasa por unos sensores medidores de espesor y sale a la balanza donde se verifica el peso en bruto, valores que son retroalimentados, para así realizar el control completo de la producción. Luego el tablero se enfría en un volteador - enfriador cuya finalidad es enfriar el tablero antes del corte de sierras de formateo y expeler los vapores de formol.

El tablero pasa a un tiempo de reposo y estabilización, para luego ser calibrado y lijado dándole así al producto su terminado final.

Los tableros lijados son llevados a un clasificado manual, donde son inspeccionados uno a uno. El tablero clasificado como bueno es almacenado como producto terminado crudo, o va a la línea de enchape o recubrimiento, donde se lo recubre con papeles o chapas de madera decorativos. Finalmente es embalado, correcta y técnicamente para su almacenamiento y/o transporte a su destino final. (Ver fotos anexo 6).

Los tableros aglomerados de ACOSA tienen varias presentaciones, estas son;

ACOPLAC

PACQPLAC

MADEPLAC

#### ***2.5.1.1. Insumos utilizados.***

- Resinas (tales como amínicas y fenólicas).
- Parafina.
- Endurecedor (tales como sulfato de amonio).
- Madera de pino y eucalipto.

(AGLOMERADOS COTOPAXI, información básica, reglamento de seguridad, salud ocupacional y reglamento interno 2006).

### ***2.5.2. Fabricación de tableros de MDF.***

La materia prima que viene de las plantaciones de pino, luego de ser descortezada ya sea en el descortezador o de forma manual, debe ser transformada en chips o astillas mediante el uso de dos molinos chipeadores, para luego por medio de bandas transportadoras de cinta, ser almacenados en un silo abierto. De este sitio el material es transportado por medio de bandas hacia la unidad de limpieza y clasificación, formada por una criba o zaranda, donde se clasifica por el tamaño de las astillas o chips.

Luego por medio de aire el material es separado de la arena y el material fino es transportado a la Línea de Aglomerado, mientras que el material óptimo es transportado por un elevador de cangilones a un silo vaporizador, donde por inyección directa de vapor a 0.5 bares de presión, el aire es eliminado y el chip preablandado.

El material es dosificado, por medio de un tornillo cónico, donde el chip es extraído para extraerle la lignina y el agua, hacia el digestor. En este equipo se le trata al chip con vapor a 8 bares de presión para destruir el enlace de la resina natural de la madera.

Los chips provenientes del digestor e impregnados con parafina entran, por medio de un tornillo sinfín dosificador, al desfibrador donde mediante un disco giratorio de alta velocidad y un disco estático, se desmenuzan y se transforman en fibra de madera.

A esta fibra se le adiciona la mezcla colante de acuerdo a la formulación determinada por la tecnología, luego de lo cual es secada en el ducto de secado. El material a secarse es impulsado por un gran ventilador, que transporta aire caliente que hace recorrer al material por un ducto de 200 m de longitud, por 1 .20 m de diámetro. En un tiempo de 30 segundos, el material sale seco (temperatura de salida 50°C) con una humedad de 10 a 13 % en base seca.

Esta mezcla pasa a ser pesada en una balanza de cinta que da la lectura de la cantidad de material en Kg./min. La fibra entra en un contenedor (Bunker) superior de la formadora y luego pasa a la parte inferior donde se distribuye uniformemente sobre una cinta transportadora.

Un proceso de prensado continuo en frío (pre prensado) permite eliminar el aire del colchón formado. Luego los colchones son precortados a formatos en bruto, mediante una sierra viajera transversal y dos fijas longitudinales y transportados por bandas sincronizadas hacia las prensas (dos).

En el proceso de prensado en caliente, las prensas son calentadas con aceite térmico. En estos equipos, la resina se polimeriza por la acción de temperatura, tiempo y presión, formando así el tablero de fibra de madera, que pasa a ser enfriado en un volteador - enfriador, y luego cortado a dimensiones normalizadas.

Igual que en el proceso de aglomerado, los tableros pasan finalmente a un proceso de calibrado y lijado, para luego ser inspeccionados y clasificados. Finalmente son enviados a la bodega de producto terminado, tableros crudos fibraplac o al proceso de recubrimiento o enchape donde se los recubre con papeles o chapas decorativas, y luego pasan al embalaje y almacenamiento final (Ver Fotos anexo 6).

Los tableros de MDF ACOSA tienen varias presentaciones, estas son:

- FIBRAPLAC
- FIBRALIGHT
- DURAFIBRA
- MADEFIBRA

#### ***2.5.2.1. Insumos utilizados***

- Resinas (tales como amínicas y fenólicas)

- Parafina
- Madera de pino.

(AGLOMERADOS COTOPAXI, información básica, reglamento de seguridad, salud ocupacional y reglamento interno.20006),

### ***2.5.3. Fabricación de madera aserrada.***

El abastecimiento de la materia prima, madera de pino Pátula y Radiata, proviene de las plantaciones pertenecientes a Acosa y de terceros, aproximadamente 8.000 has. de bosques, manejados por el Departamento Forestal.(Según datos de la sección administrativa).

El ingreso a la planta se realiza de acuerdo al orden de llegada de los diferentes camiones o plataformas. Estos; son pesados y se registra la categoría a la que corresponden las trozas. Las categorías vigentes son as siguientes:

1. Largo: 2.50 m; diámetro: de 5 a 12 cm.
2. Largo: 2.50, 3.80 y 4. 10 m; diámetro: de 12 a 15.9 cm.
3. Largo: 2.50, 3.80 y 4. 10 m; diámetro: de 16 a 19.9 cm.
4. Largo: 2.50 y 4.10 m; diámetro: de 20 a 23.9 cm.
5. Largo: 2.50 y 4.10 m; diámetro: de 24 a 33.9 cm.
6. Largo: 2.50 y 4. 10 m; diámetro: 34 cm. en adelante.

La recepción de las trozas se hace por peso en toneladas, medido y contabilizado en una báscula, o por volumen; pasan luego al patio de almacenamiento, donde se descargan de acuerdo a las categorías arriba mencionadas y en los sitios preestablecidos.

El descargue y transporte de las trozas a los sitios de almacenamiento, aserraderos de montaña y proceso en si del aserradero, es realizado por equipo forestal.

Las trozas seleccionadas de la categoría 5, en especial las de mayor diámetro, pasan a los aserraderos de montaña donde son descortezadas y escuadradas.

De acuerdo al programa de producción las trozas son colocadas en las cadenas transportadoras, luego pasan a los rodillos posicionadores y al volteador que ubica cada troza de la mejor forma geométrica para un óptimo aprovechamiento; por una cadena de transporte especial, ingresa la troza a la máquina de sierra doble las trozas se convierten en semi-basas de madera que pasan luego por una vía de rodillos a la sierra múltiple, de donde salen ya, duelas y tablones. Aquí se hace una clasificación y las piezas malas y/o defectuosas, pasan a la máquina canteadora, donde se recuperan a otras medidas menores; luego las piezas salen a ser despuntadas en otra sierra.

Las piezas denominadas costaneras o jampas, que quedaron del bloque o troza principal, van a una canteadora, donde se dimensiona el ancho para duela o tablón; éstas van a la sierra múltiple pequeña, que las corta al espesor seleccionado; de igual modo, las malas y/o defectuosas pasan a la canteadora, para recuperar piezas de menor medida y a la sierra de despunte final, donde se da el largo a la duela o tablón, pasando luego a una mesa para clasificación. Las piezas buenas son emparrilladas colocando unos distanciadores de madera contruidos de las piezas recuperadas de medidas menores, para luego cuando esté formada la tarima de un tamaño estándar, pasarla a una tina donde se le sumerge en un baño inmunizante, para prevenirlo de ataques de moho y hongos. Sale al patio de almacenamiento y oreo natural, antes de ingresar al secado en dos cámaras para este efecto, que tienen una capacidad de 100 y 120 m<sup>3</sup>, donde el proceso de secado es controlado por medio de un microprocesador.

Todo el desperdicio y el aserrín, son llevados por medio de bandas de transporte a un proceso de cribado, donde son separados, el desperdicio es transformado en chips en la Chipeadora. Las astillas y el aserrín recuperado son enviados por medio de ductos y ventiladores de transporte neumático, hacia el proceso de Aglomerado y MDF. (Ver fotos anexo 6)

#### ***2.5.3.1. Insumos utilizados***

- Madera de pino
- Inmunizante contra el hongo de la mancha azul.

El producto terminado debidamente embalado es destinado al mercado nacional y de exportación.

(AGLOMERADOS COTOPAXI, información básica, reglamento de seguridad, salud ocupacional y reglamento interno 2006).

## **2.6. Aspectos jurídicos, métodos de muestreo y análisis de aguas según la norma ambiental ecuatoriana para su caracterización.**

### ***2.6.1. Criterios legales ambientales para la descarga de efluentes.***

### ***2.6.1.1. Normas generales ambientales Ecuatorianas para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua.***

En el marco legal presentado se enunciará específicamente la normativa ambiental vigente actualizada en la que se basarán las acciones y operaciones del proyecto así como las ordenanzas locales emitidas sobre esta actividad.

Particularmente, se considerará el marco legal ambiental vigente a nivel nacional que en términos generales representa la base jurídica para vertidos de tipo industrial.

Este marco legal está conformado, en orden de prioridad, por los principios consagrados en la Constitución Política del Estado, que manifiestan el derecho de la población del Ecuador a tener un ambiente sano y libre de contaminación. Estos preceptos están respaldados por la Ley de Gestión Ambiental, particularmente en lo relacionado con el capítulo II “De la prevención y Control de la contaminación Ambiental”, las políticas básicas ambientales del Ecuador y el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, y particularmente el Sistema Único de Manejo Ambiental, en el cual se establecen los requerimientos de carácter obligatorio que deben cumplir las Industrias para poder optar por la licencia ambiental que es la autorización otorgada por la autoridad ambiental nacional para continuar con la operación de las mismas, tomando en cuenta las recomendaciones ambientales derivadas del estudio.

De acuerdo a las Normas generales ambientales Ecuatorianas para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua. se considera que el regulado o sujeto de control deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.

En las tablas # 11 anexo I del libro VI del TULAS, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina),

determinándose en esta los valores máximos y mínimos permisibles; así tenemos que toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos en la norma nacional.

Considerando que cualquier persona natural o jurídica, o grupo humano, podrá ejercer las acciones previstas en la ley para la protección del medio ambiente. (Constitución, Art. 91).

Toda persona natural o jurídica que, en el curso de sus actividades empresariales o industriales estableciere que las mismas pueden producir o están produciendo daños ambientales a los ecosistemas, está obligada a informar sobre ello al Ministerio del ramo o a las instituciones del régimen seccional autónomo. La información se presentará a la brevedad posible y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias para solucionar los problemas detectados. (Ley de Gestión Ambiental, 2007)

Son funciones de la Municipalidad la recolección, procesamiento o utilización de residuos y la autorización para el funcionamiento de locales industriales, comerciales y profesionales. Corresponde a la Administración Municipal aprobar las especificaciones y normas a que debe sujetarse la instalación, suministro y uso de desagüe, aseo público. (Ley de Régimen Municipal, 2007)

Está prohibido descargar efluentes en cuerpos de agua, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas. (Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, 2008)

Está prohibida toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna. (Ley de Aguas, 2007)

Ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o las aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud.

Las excretas, aguas servidas, residuos industriales no podrán descargarse, directa o indirectamente, en quebradas, ríos, lagos, acequias, o en cualquier curso de agua para uso

doméstico, agrícola, industrial o de recreación, a menos que previamente sean tratados por métodos que los hagan inofensivos para la salud.

La tenencia, producción, importación, expendio, transporte, distribución, utilización y eliminación de las sustancias tóxicas y productos de carácter corrosivo o irritante, inflamable o comburentes, explosivos o radioactivos, que constituyan un peligro para la salud, deben realizarse, en condiciones sanitarias que eliminen tal riesgo y sujetarse al control y exigencias del reglamento pertinente (Código de la Salud, 2007)

Según el Código de la Policía Marítima, en su reforma de 1974 se prohíbe descartar o arrojar a las aguas del mar, a las costas del mar, a las costas o zonas de playa, así como a los ríos y vías navegables, hidrocarburos o sus residuos, así como otras sustancias tóxicas provenientes de hidrocarburos, perjudiciales a la ecología marina. En las zonas bajo su jurisdicción propia, DIGMER y los repartos bajo sus órdenes también controlarán la contaminación por otras materias tóxicas, además de hidrocarburos y sus derivados

Es función de la Ley de Régimen Municipal, la municipalidad remitirá la autorización para el funcionamiento de locales industriales, comerciales y profesionales. Corresponde a la Administración Municipal reglamentar y autorizar la construcción de desagües de aguas lluvias y servidas.

Por lo cual los municipios serán las autoridades encargadas de realizar los monitoreos a la calidad de los cuerpos de agua ubicados en su jurisdicción, llevando los registros correspondientes, que permitan establecer una línea base y de fondo que permita ajustar los límites establecidos en esta Norma en la medida requerida. Así describiéndose en la ordenanza municipal para la prevención y control de la contaminación por desechos industriales, agroindustriales, de servicios, y otros de carácter tóxico y peligros generados por fuentes fijas del cantón Latacunga, basado en el SUMA sistema único medio ambiental mismo que exige el desarrollo de un ITD (informe técnico demostrativo de cumplimiento), de registro oficial N° del 25 de mayo de 2004.

### ***2.6.2. Aspectos legales del Muestreo y Caracterización de aguas residuales***

El muestreo y caracterización del Recurso Agua está basado en la norma técnica ambiental que consta en TULAS LIBRO VI ANEXO I. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DEDESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA y las Ordenanzas 012 y 031 R.O:26 de 05-07-99 y R.O: 74 de 10-05-00. Bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y que es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos.
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma Oficial Ecuatoriana, se aplicarán los métodos establecidos en el manual “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, en su más reciente edición. Además deberán consideraran las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):

1. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

Ante lo que fue necesario la elaboración de un programa de muestreo aleatorio y compuesto, para el posterior análisis de aguas, el cual permitió que con la ayuda de laboratorios sea viable la caracterización del problema de contaminación industrial del agua de una manera lo más aproximada posible a la realidad.

#### ***2.6.2.1. Toma de muestras y caracterización .***

Examinando el proceso de producción se considero tomar las muestras de forma simple y compuesta en tres puntos del proceso, con el fin de detectar las variaciones de composición del agua. Para lo cual se contemplo tomar muestras representativas de las fuentes, así:

- Antes del proceso de producción (AGUA QUE INGRESA A LA EMPRESA)
- Durante el proceso (DESFIBRADOR)
- Salida del proceso productivo (TUBERIA DE DESCARGA AL ALCANTARILLADO)

Siendo Aglomerados Cotopaxi, una empresa productora de derivados de madera genera aguas residuales industriales en una forma continua, es por ello que en su sistema productivo se vierten diariamente grandes volúmenes de vertidos industriales, preocupándonos fundamentalmente que en obtener muestras que cumplan con los requisitos de muestreo y transporte, de tal manera que no se deteriore o llegue a contaminarse antes de que llegue al laboratorio.

Según lo establecido en la Ley de gestión ambiental, prevención y control de la contaminación y de Aguas con sus respectivos Reglamentos y normas ambientales vigentes en el Ecuador se establecen características que definen la obligatoriedad del

tratamiento de un vertido urbano o industrial a un cauce público como lo es el caso del alcantarillado que acarrea el vertido industrial al río Cutuchi.

Tema muy complejo en la provincia de Cotopaxi y en su parroquia Tanicuchí, puesto que sus características vendrán dadas por la actividad en concreto de la industria, como la es el uso de calderos, producción de tableros MDF causantes del efluente.

Para este proceso de caracterización se utilizaron muestras de agua en dicha empresa "simples", y "compuestas"; Considerándose que la muestra simple proporciona información sobre la calidad en un punto y momento dado dentro del proceso de elaboración del tablero MDF o en la salida del desfibrador de la planta; y la muestra compuesta pueden combinar porciones de varias muestras simples como es el caso de nuestro estudio, así también en salidas de aguas grises o domésticas (bar, baños, etc.), que se mezclan con los vertidos del proceso al llegar a la tubería de desfogue al alcantarillado público.

Considerando que la población de Latacunga dispone de Ordenanzas Municipales de Vertidos Líquidos que marca los límites permisibles de acuerdo a la legislación ambiental ecuatoriana (TULAS – SUMA), que no deben ser sobrepasados en los efluentes industriales al alcantarillado o en este caso indirectamente al Río Cutúchi.

Sin embargo como se dijo anteriormente, para nuestro estudio hemos también contemplado el aplicar la muestra compuesta pues se tomaron varias alícuotas espaciadas temporalmente (con frecuencias variables, minutos, horas, días), que se adicionan al mismo recipiente, procediendo a nuestro muestreo en la tubería de descarga al alcantarillado público, misma que nos proporcionará mediante su análisis una composición general del vertido tanto físico químico como biológico, para lo cual procedimos de la siguiente manera:

Los embases una vez preparados se los enjuagó dos veces con el agua del lugar que se pretendía tomar la muestra, y luego se procedió a llenar los recipientes que dependiendo de las determinaciones que se van a realizar, no llenamos el envase completamente ya que las

muestras serán transportadas, preferiblemente dejaremos un espacio de aire de aproximadamente 1% de la capacidad del envase para permitir la expansión térmica.

Posteriormente se procede a etiquetar e identificar cada uno de los recipientes de las muestras donde constaran los datos de información tales como:

- Empresa solicitante.
- Punto de muestreo.
- Número de muestra.
- Parámetros requeridos.
- Preservante utilizado.
- Persona responsable.
- Fecha y hora de la colecta.
- Tipo de muestra.

Se necesitan precauciones especiales unan vez tomada la muestra y poderla transportar, procedimos a añadir 2 ml. de acido sulfúrico por cada litro de muestra y revisamos el pH de esta con papel indicador para asegurar que esté en 2 o menos. Añadimos más acido sulfúrico si es necesario y guardamos la muestra en una hielera a mas o menos 4°C o menos pero que no se congele con esto logramos preservar la muestra por unas 24 horas, hasta su transporte al laboratorio. Ya que muchos constituyentes pueden estar en concentraciones de microgramos por litro, estos pueden ser total o parcialmente perdidos si no se sigue un adecuado procedimiento de muestreo y preservación.

Por lo que el muestreo lo realizaremos cuidadosamente para asegurar que los resultados analíticos representen la composición actual de la muestra, tomando en cuenta factores importantes que afectan los resultados como son la presencia de materia suspendida o turbidez, el método escogido para su remoción, se lo tomo de los criterios técnicos del laboratorio. Para que no ocurran cambios físicos y químicos durante el almacenamiento o transporte.

#### ***2.6.2.2. Equipos de muestreo utilizados en el vertido de la planta Aglomerados Cotopaxi .***

El equipo de muestreo para el vertido de La Empresa Aglomerados Cotopaxi puede ser tan simple como utilizar un galón plástico de boca ancha esterilizado provista de un tapón por punto de muestreo, papel indicador de pH, reactivos (ácido sulfúrico y ácido nítrico ) y una hielera o gaveta térmica, además de un termómetro y material para etiquetar los recipientes, el éxito del trabajo es realizarlo lo más técnicamente posible para que las muestras lleguen en una condición optima hasta el laboratorio.

Los análisis realizados fueron del agua que entra al proceso, pues de los otros puntos por no contar con los equipos adecuados y por prescripción técnica y exigencias de la empresa se los realizó en laboratorios certificados.

## **CAPÍTULO III**

### **3. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ACOSA**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

Toda agua servida o residual debe ser tratada tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente. Antes de tratar cualquier agua servida debemos conocer su composición. Esto es lo que se llama caracterización del agua. Permittiéndonos conocer qué elementos químicos y biológicos están presentes y nos da la información necesaria para que podamos implementar una propuesta de tratamiento de los vertidos generados por el proceso de fabricación de los tableros aglomerados.

ACOSA posee varios puntos de emisión de efluentes líquidos los cuales serán depurados en la Planta de Tratamiento que la diseñaremos luego de realizar la caracterización de los vertidos.

La propuesta que planteamos contempla tratamientos primarios, secundarios, terciarios y por último cuaternarios los cuales especificamos en el presente capítulo.

### **3.2. DIAGNOSTICO DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS VERTIDOS DE ACOSA.**

Esta etapa de diagnóstico, es a veces menospreciada por algunos empresarios, quienes consideran que pueden “ahorrarse” algún dinero efectuando evaluaciones superficiales de planta y creyendo que se puede resolver, posteriormente, con la adquisición de la planta de tratamiento. Este razonamiento es totalmente improcedente y por el contrario, es necesario contar con un sólido estudio básico de caracterización y diagnóstico, que servirá de base para el posterior análisis de opciones disponibles de tratamiento, y para la más correcta decisión, desde el punto de vista técnico, económico y de otros intereses empresariales.

Las cargas hidráulicas se refieren al régimen de caudales generados en la actividad industrial, en sus diferentes etapas, los cuales dependen de la forma de uso del agua de abastecimiento. Para ello, se tuvo que evaluar el volumen residual descargado diariamente, el mismo que es continuo sin mayores variaciones en el día, aumentando las temporadas que se presentan mayores pedidos de productos procesados, sus variaciones diarias o estacionales y muy especialmente, las variaciones horarias que se presentan en el caudal durante un día típico de operación, la misma que se realizó de forma manual arrojando un caudal promedio del desfibrador de 0.8 litros por segundo y con el mismo procedimiento en el desfogue final al alcantarillado de 1,5 litros por segundo mas o menos.

Las cargas contaminantes se refieren a los flujos de materia orgánica, biodegradable y total, generados durante la actividad, así como la carga de sólidos, grasas y aceites, entre otros.

Para tales efectos, resulto imprescindible diseñar un sistema de muestreo compuesto (representativo de las descargas contaminantes) en puntos estratégicos del proceso industrial (efluentes separados y combinados), y contar con la participación de un laboratorio de control, que permita establecer los valores que serán utilizados para el diseño del sistema de tratamiento, en los siguientes términos (se han elegido los parámetros de calidad físico química básicos):

- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- Potencial Hidrógeno (pH)
- Sólidos Suspendidos Totales (SST)
- Sólidos Disueltos Totales (SDT)
- Sólidos Sedimentables (SSed)
- Grasas y Aceites (GyA)
- Nitrógeno Total (N)
- Fósforo Total (P)
- Coliformes Fecales (Coli fecal)
- Temperatura (T)
- Fenoles (F)
- Materia flotante (MF)
- Nitratos
- Nitritos
- Turbidez
- Conductividad
- Color, entre otros.

Se presenta a continuación una serie de criterios y elementos, que serán fundamentales durante el proceso de decisión pertinente, que se complementarán con los resultados de la caracterización y diagnóstico de aguas residuales.

### 3.3. Resultados e interpretación de los análisis de laboratorio del vertido de ACOSA.

#### RESUMEN DE ANALISIS DE LABORATORIO

Tabla # 4 :RESUMEN (Ver Anexo 5)

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS									
		M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10
Aceites y grasas	mg/l	8.27	15.34	4.49	5.7	5.27	4.98	20.6	6.52	4.93	12.6
DDO5	mgO2/l	996	1501	8.28	1419	635.2	1121.6	5884.1	7148.1	10211.7	7373.2
DQO	mg/l	27425	25452	33875	43000	11300	21300	24160	25760	52200	30700
Fenoles	mg/l	0.652	0.142	0.408	0.296	0.318	0.296	0.301	0.297	0.405	0.42
Materia Flotante	mg/l	presencia	presencia	presencia	presencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia
Nitratos	mg/l	52	28	97	0.115	86	78	8	119	58	71
Nitritos	mg/l	0.112	0.103	0.458	45	0.521	0.479	0.108	0.503	0.119	0.101
pH	mg/l	4.5	5	5	5	5	5	5	5	4.5	5
Sólidos Suspendidos	mg/l	108115	9814	10560	1142	6038	14978	5890	15270	15310	18250
Sólidos Sedimentables	mg/l	130	120	90	110	80	70	14	24	100	2.1
Sólidos Disueltos	mg/l	1180	660	830	980	940	950	1190	1370	1320	1070
Temperatura	°C	70	80	84	84	68	68	82	84	82	83
Turidez	NTU	5280	8610	7980	5100	5370	5365	8540	8040	5660	8740
Conductividad	µs/cm	2320	1330	1650	1770	1280	1280	1932	2390	2120	1949
Color	U Pt-Co	27150	18100	25400	23750	26000	23500	32000	30400	26600	29400
Cobre	mg/l	0.223	0.339	0.291	0.261	0.18	0.18	P	P	P	P
Cromo	mg/l	<0.04	<0.04	0.089	0.08	0.07	0.08	P	P	P	P
Sulfatos	mg/l	105	98	142	130	87	91	147	99	167	93
Cloruros	mg/l	150.6	201.1	180.4	151.2	289.1	305.2	142.6	150.9	375	671
Detergentes	mg/l	0.213	0.185	0.196	0.025	0.224	0.087	0.042	0.237	0.027	0.036
Nitrógeno total	mg/l	333.7	551.25	1282.5	678.7	270	375	483.75	855	498.75	495
Fósforo total	mg/l	166.7	55.2	163.5	220.5	109	369	264.1	272.8	407.8	343.6
TPH	mg/l	2.98	3.12	2.71	2.97	3.98	9.83	2.3	2.17	1.94	3.78
Caudal	l/s	x	0.7	0.763	0.643	0.995	1.095	0.601	0.677	0.484	0.451

Fuente:ECUAPETQUIM

**Tabla: #5 SUMARIO DE MUESTRAS. (Ver Anexo 5)**

<b>SUMARIO DE MUESTRAS</b>
----------------------------

PARAMETRO	UNIDADES	Mínimo	Máximo	Promedio
Caudal	l/s	0,451	1,095	0,773
Temperatura	°C	68,000	84,000	76,000
pH	U pH	4,500	5,000	4,750
Conductividad	µs/cm	1.280,000	2.390,000	1.835,000
Turbidez	NTU	5.100,000	8.740,000	6.920,000
Color real	Upt-Co	1.800,000	32.000,000	16.900,000
Cobre	mg/l	0,180	0,339	0,260
Cromo total	mg/l	<0,04	0,089	0,065
Sólidos Disueltos totales	mg/l	660,000	1.370,000	1.015,000
Sólidos Suspendedos	mg/l	1.142,000	18.250,000	9.696,000
Material flotante	mg/l	x	x	x
Sólidos sedimentables	mg/l	2,100	130,000	66,050
Fenóles	mg/l	0,140	0,650	0,395
Nitrítos	mg/l	0,100	0,520	0,310
Nitratos	mg/l	8,000	119,000	63,500
Sulfatos	mg/l	87,000	167,000	127,000
Cloruros	mg/l	142,600	1.305,200	723,900
Aceites y grasas	mg/l	4,930	20,300	12,615
Detergentes	mg/l	0,025	0,240	0,133
DBO5	mgO2/l	635,200	10.211,700	5.423,450
DQO	mg/l	11.300,000	52.200,000	31.750,000
Nitrógeno total	mg/l	270,000	1.282,500	776,250
Fósforo	mg/l	55,200	407,800	231,500
TPH	mg/l	1,940	9,830	5,885

**Fuente:** Los Autores 2008

**Tabla # 6. Análisis de laboratorio e interpretación con valores máximos de los resultados.**

PARAMETRO	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE EN LA NORMA	UNIDAD	VALOR MAXIMO DETECTADO	COMENTARIO
Aceites y Grasas	100	mg/l	20,300	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado. Este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible
DBO <sub>5</sub>	250	mg/l	10.211,700	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado. El valor de este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible aspecto que sobrepasa en un 3984,7 % de lo establecido en la norma. Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento.
DQO	500	mg/l	52.200,000	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado. El valor de este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible aspecto que sobrepasa en un 10340% de lo establecido en la norma. Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento
Fenoles	250(tabla 12)	mg/l	0,650	Al no existir los límites permisibles dentro de la tabla 11, se ha considerado en comparar en función de la tabla 12 que trata de los límites permitidos para riego. El valor de este parámetro se encuentra por debajo del límite máximo permisible aspecto que si cumple lo establecido en la norma.

<b>Materia Flotante</b>	Ausente	mg/l	x	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado, este parámetro si cumple con lo establecido en la norma.
<b>Nitratos</b>	10(tabla 12)	mg/l	119,000	Al no existir los límites permisibles dentro de la tabla 11, se ha considerado en comparar en función de la tabla 12 que trata de los límites permitidos para riego El valor de este parámetro sobrepasa en un 1090 %, Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento
<b>Nitritos</b>	10(tabla 12)	mg/l	0,520	Al no existir los límites permisibles dentro de la tabla 11, se ha considerado en comparar en función de la tabla 12 que trata de los límites permitidos para riego El valor promedio de este parámetro cumple con lo establecido en la norma.
<b>pH</b>	5-9	mg/l	5,000	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado, este parámetro se encuentra en el límite de lo permitido, si cumple con lo establecido en la norma.
<b>Sólidos Suspendidos</b>	220	mg/l	18.250,000	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado. El valor de este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible aspecto que sobrepasa en un 8195.5 % de lo establecido en la norma. Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento
<b>Sólidos Sedimentables</b>	20	mg/l	130,000	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado. El valor promedio de este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible aspecto que sobrepasa en un 550 % de lo establecido en la norma. Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento
<b>Sólidos Disueltos</b>	N/A	mg/l	1.370,000	No cumple con la norma establecida según la tabla11 Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento.

<b>Temperatura</b>	<40	mg/l	84,000	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado. El valor promedio de este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible aspecto que sobrepasa en un 110 % de lo establecido en la norma. Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento
<b>Turbidez</b>	N/A	NTU	8.740,000	No cumple con la norma establecida según la tabla11 Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento.
<b>Conductividad</b>	N/A	µs/cm	2.390,000	No cumple con la norma establecida según la tabla11 Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento.
<b>Color</b>	Inapreciable en dilución 1/20	U Pt-Co	32.000,000	No cumple con la norma establecida según la tabla11 Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento.
<b>Cobre</b>	1,0	mg/l	0,339	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado, este parámetro si cumple con lo establecido en la norma.
<b>Cromo</b>	0,5	mg/l	0,089	De acuerdo a la tabla N 11 referente a limites de descarga al sistema de alcantarillado, este parámetro si cumple con lo establecido en la norma.
<b>Sulfatos</b>	400	mg/l	167,000	De acuerdo a la tabla N 11 referente a limites de descarga al sistema de alcantarillado, este parámetro si cumple con lo establecido en la norma.
<b>Cloruros</b>	1000(tabla 12)	mg/l	1.305,200	Al no existir los límites permisibles dentro de la tabla 11, se ha considerado en comparar en función de la tabla 12 que trata de los límites permitidos para riego. El valor de este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible aspecto que sobrepasa en un 30.5 % de lo establecido en la norma. Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento

<b>Detergentes</b>	0,5(tabla 12)	mg/l	0,240	Al no existir los límites permisibles dentro de la tabla 11, se ha considerado en comparar en función de la tabla 12 que trata de los límites permitidos para riego. El valor de este parámetro si cumple con lo establecido en la norma.
<b>Nitrógeno Total</b>	40	mg/l	1.282,500	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado. El valor de este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible aspecto que sobrepasa en un 3106,3 % de lo establecido en la norma. Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento
<b>Fósforo Total</b>	15	mg/l	407,800	De acuerdo a la tabla N 11 referente a límites de descarga al sistema de alcantarillado. El valor de este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible aspecto que sobrepasa en un 2618,7 % de lo establecido en la norma. Por ello se hace necesario establecer un sistema de tratamiento
<b>TPH</b>	20	mg/l	9,830	Este parámetro si cumple con la normativa vigente
<b>Caudal</b>	-	l/s	1,095	De acuerdo a la tabla 11 de límites de descarga a sistemas de alcantarillado este parámetro si cumple con lo establecido en la norma

Fuente los autores, 2008.

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO), y el pH.

Los residuos sólidos comprenden los sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos disueltos son productos capaces de atravesar un papel de filtro, y los suspendidos los que no pueden hacerlo. Los sólidos en suspensión se dividen a su vez en depositables y no depositables, dependiendo del número de miligramos de sólido que se depositan a partir de 1 litro de agua residual en una hora. Todos estos sólidos pueden dividirse en volátiles y fijos, siendo los volátiles, por lo general, productos orgánicos y los fijos materia inorgánica o mineral.

La concentración de materia orgánica se mide con los análisis DBO5 y DQO. La DBO5 es la cantidad de oxígeno empleado por los microorganismos a lo largo de un periodo de cinco días para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales a una temperatura de 20 °C. De modo similar, el DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de dicromato en una solución ácida y convertirla en dióxido de carbono y agua. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO5 como observamos en la tabla porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente. La DBO5 suele emplearse para comprobar la carga orgánica de las aguas residuales municipales e industriales biodegradables, sin tratar y tratadas. La DQO se usa para comprobar la carga orgánica de aguas residuales que, o no son biodegradables o contienen compuestos que inhiben la actividad de los microorganismos. El pH mide la acidez de una muestra de aguas residuales. El contenido típico en materia orgánica de estas aguas es un 50% de carbohidratos, un 40% de proteínas y un 10% de grasas; el pH puede variar de 5 a 9.

Se puede observar que las grasas y aceites se encuentra por debajo de los límites permisibles, así como analizamos que algunos otros parámetros están dentro de los límites permisibles como son :

Fenoles  
Materia flotante  
Nitritos  
pH ( en el límite).  
Cobre (baja concentración)  
Sulfatos  
Cloruros  
Detergentes

Generándose el problema por un nivel alto de DQO y DBO que se encuentra en un promedio muy elevado, que sobrepasa en un 10340 % y un 3984 % respectivamente de lo establecido en la norma, además tenemos parámetros que de igual manera no cumplen con los límites mínimos establecidos en la tabla 11 y 12 del TULAS, como son el nivel alto de:

Nitratos  
Sólidos suspendidos  
Sólidos sedimentables  
Sólidos disueltos  
Temperatura  
Turbidez  
Nitrógeno total  
Fósforo total

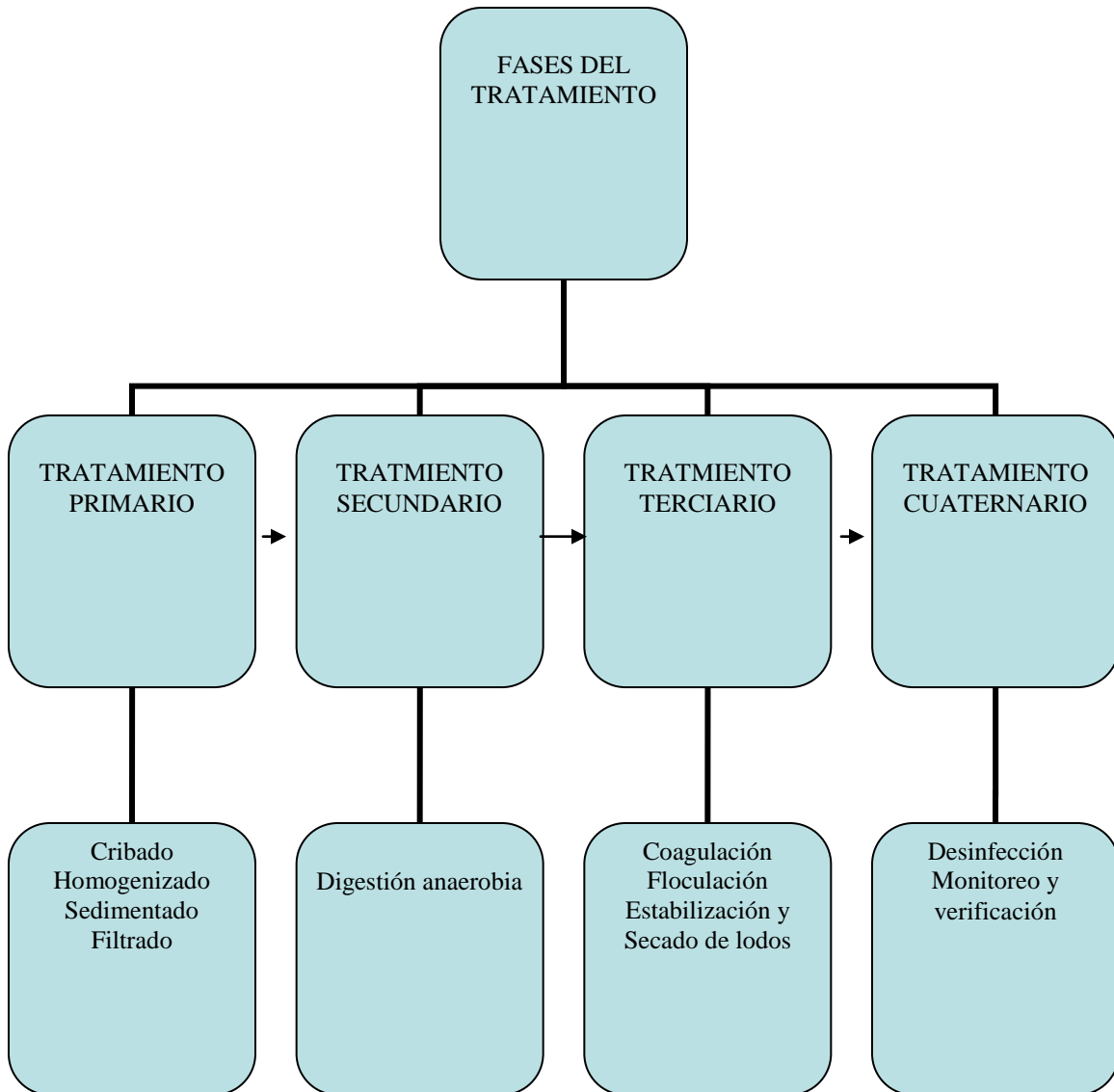
Descargando del desfibrador un caudal promedio de 0,773 litros por segundo, que es continuo las 24 horas del día los 365 días del año con un máximo de 1,095 litros por segundo

Con lo expuesto se hace necesario establecer urgente un sistema de tratamiento de dichos vertidos.

### 3.4. Proceso de tratamiento.

Una vez determinada la composición del vertido de ACOSA, se determina claramente la presencia de sólidos dentro del vertido, mismos que alteran la composición físico química y biológica del agua de descarga, ante lo cual se hace imprescindible establecer un sistema de tratamiento que contemple fases como el esquema a continuación describe:

**Gráfico: 2** Fases del tratamiento.



**Fuente:** Los Autores 2008

Ante ello nos encaminaremos a proponer un tratamiento físico-químico de las aguas residuales de ACOSA que se engloban en una serie de tratamientos primarios secundarios y terciarios que se suelen aplicar frecuentemente en las industrias madereras.

Las aguas residuales contienen residuos procedentes del proceso de confección de tableros aglomerados y es necesario tratarlos antes de enterrarlos o devolverlos a los sistemas hídricos locales. En una planta depuradora, los residuos atraviesan una serie de cedazos, cámaras y procesos químicos para reducir su volumen y toxicidad. Las etapas del tratamiento se engloban de la siguiente manera.

### ***3.3.1. Tratamiento primario***

Contemplara:

#### ***3.3.1.1. Cribado***

En ésta etapa se colocará al ingreso del vertido un sistema de cribas o tamices con perforaciones equidistantes inferiores a los 2 mm, mismos que permitirán retener material particulado, desperdicio del proceso y conformado básicamente por restos de madera (partículas). (Ver anexo 7).

Dichas cribas serán de material inoxidable.

#### ***3.3.1.2. Homogenización***

Ésta parte o etapa se construirá en función de la demanda de 129, 6 metros cúbicos, siendo necesario un tanque sedimentador de un volumen de 200 metros cúbicos, considerando que

se posee un caudal de descarga de 1,5 litros por segundo; Además que tras ensayos prácticos se determina que para la sedimentación se requiere un tiempo de retención de 3 horas como mínimo.

En éste compartimiento se inyecta aire a través de un sistema de tuberías que producen burbujas. El aire es impulsado por dos blowers. El aire en burbujas tiene el objetivo de mezclar los efluentes para homogenizarlos al tiempo que inyecta el oxígeno necesario para la alimentación de las bacterias y reduce el DBO y DQO. El agua avanza por gravedad hacia las siguientes etapas.

Dicho tanque será de forma rectangular y divisiones de 1 metro, para ello se contempla una longitud de 10 metros, un ancho de 5 metros y una profundidad de 4 metros, abarcando un 30% más del volumen de litros generados por día y con relación al tiempo de retención requerido.

La infraestructura en mención, bajará la temperatura del vertido e iniciará la sedimentación. (Ver anexo 7)

### ***3.3.1.3. Sedimentación.***

Ésta es una actividad física que producto del diseño del tanque anteriormente enunciado y como resultado de la aplicación de flujo laminar, permitirá que en un tiempo no mayor a tres horas las partículas pesadas se sumerjan al fondo del tanque, mientras que otras floten a la superficie. (Ver anexo 7).

#### **3.3.1.4. Filtrado.**

Consiste en la colocación de filtros de lana de vidrio en la tubería de descargas. Además que se construya un tanque paralelo constituido por varias laminas de material poroso como material vegetal, limos, gravas, carbón activo y zeolitas.

Mismos que retendrán pequeñas partículas a la vez que clarificarán el vertido, encapsulando resinas y evitando malos olores. (Ver anexo 7).

### **3.3.2. Tratamiento secundario**

#### **3.3.2.1. Digestión anaerobia.**

La digestión es un proceso microbiológico que convierte el cieno, orgánicamente complejo, en metano, dióxido de carbono y un material inofensivo similar al humus. Las reacciones se producen en un tanque cerrado o *digestor*, y son anaerobias, esto es, se producen en ausencia de oxígeno.

La conversión se produce mediante una serie de reacciones. En primer lugar, la materia sólida se hace soluble por la acción de enzimas.

La sustancia resultante fermenta por la acción de un grupo de bacterias productoras de ácidos, que la reducen a ácidos orgánicos sencillos, como el ácido acético. Entonces los ácidos orgánicos son convertidos en metano y dióxido de carbono por bacterias. Se añade cieno espesado y calentado al digestor tan frecuentemente como sea posible, donde permanece entre 10 y 30 días hasta que se descompone. La digestión reduce el contenido en materia orgánica entre un 45 y un 60 por ciento.

Se construirá un tanque circular o rectangular de igual capacidad al sedimentador (200 metros cúbicos), el tanque en mención poseerá un lecho bacteriano específico, que mediante la aplicación de bacterias facultativas metano génicas y/o pink cube SK 3, que degradará materia orgánica residual de los anteriores procesos. Además de micorrizas para el consumo de taninos propios del pino. (Ver anexo 7).

### ***3.3.3. Tratamiento terciario.***

#### ***3.3.3.1. Coagulación y Floculación.***

Se construirá un tanque de 120 metros cúbicos de volumen, en el cual se aplicará al vertido policloruros de aluminio EXROP FL (1 GRAMO POR LITRO) los cuales ocasionarán mediante un movimiento Browniano y la ruptura de puentes de hidrogeno, para que por medio de la generación de fuerzas de Vander Walls se de origen al intercambios iónico y aniónico y se induzca la cohesión de las micro partículas. Denominándolas FLOCs. (Ver anexo 7).

#### ***3.3.3.2. Aireación.***

Una vez consolidados los flocs se hace necesario la aireación por bombeo o inyección de peroxido de hidrogeno, para lo cual en un tanque rectangular se procederá al soplado de aire o inyección por dosificación automática de agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), desde una profundidad de 4 metros para la oxido reducción y flotado de flocs. (Ver anexo 7).

#### ***3.3.3.3. Estabilización y secado de lodos.***

Este se confitura en un tanque de almacenamiento de lodos producto de los flocs y originados de la purga del tanque sedimentador, mismos que tras ser tendidos se someterán por foto tratamiento solar al secado y disposición final como desecho orgánico no peligroso. Los lodos secos se utilizarán como combustible en el caldero Vyncke.

Todos los equipos de bombeo, control, tuberías, etc. requeridos para el funcionamiento de esta etapa están incluidos., Siendo este de un volumen correspondiente al 25 % del tanque sedimentador. (Ver anexo 7).

### ***3.3.4. Tratamiento cuaternario.***

#### ***3.3.4.1. Desinfección.***

En el vertido se aplicará a forma de dosificación cloro en gas para la eliminación de posibles cepas bacterianas residuales. A flujo turbulento y continuo con un tanque de capacidad de 10 metros cúbicos. (Ver anexo 7).

#### ***3.3.4.2. Monitoreo y verificación.***

Se construirá un puerto o pozo de retención temporal de un volumen de 1 metro cúbico para el muestreo del vertido y la comprobación permanente de las características físico químicas y bacteriológicas en función de la norma ambiental nacional. (Ver anexo 7).

## CONCLUSIONES

- Se determinó que el proceso de fabricación de tableros en la empresa ACOSA requiere un promedio de 10 litros por segundo durante las 24 horas , misma que proviene de vertientes de la Hacienda San Agustín y posee características físico químico y bacteriológicas, aptas para el proceso productivo, uso agrario e inclusive tras un adecuado tratamiento para consumo humano, es por ello que se detecto la necesidad de verificar el cumplimiento de la Normativa ambiental en lo concerniente al vertido de la empresa en mención, el cual viola los limites permitidos por la Legislación Ambiental Ecuatoriana.
- Se identificó que la producción maderera y de la tecnología de fabricación de aglomerados afecta al agua utilizada básicamente por sustancias suspendidas, resinas y taninos, lo que contamina directamente el recurso y afecta a parámetros como DQO, DBO, Turbidez, pH y otros producto de sólidos en suspendidos la presencia de taninos y resinas.
- Se determinó que la mayor cantidad de agua y contaminación de la misma se da en el proceso de fabricación de tableros MDF como consecuencia de extraer de resinas y compuestos orgánicos del pino y eucalipto para la consolidación de la fibra como materia prima base del proceso, los mismos que al no ser tratados de una manera adecuada se constituyen en los principales contaminantes.
- Con la puesta en marcha de la propuesta planteada para el tratamiento de los vertidos líquidos de ACOSA, se logrará disminuir la contaminación de los ríos cercanos a esta industria, minimizando la polución de la zona.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a ACOSA de forma urgente dar el cumplimiento de la tabla 11 para vertidos a redes de alcantarillado, mediante el establecimiento de un sistema físico químico y biológico del vertido, para lo cual se hace imprescindible construir tanques de sedimentación, digestión biológica , floculación , y desinfección . Los cuales recuperen las características físico químicas del agua a las vez que la vuelva apta para su reutilización o recirculación al mismo proceso industrial de la planta.
- Como recomendación general se reduce a un tratamiento en la fuente. Puesto que siempre que se trate un vertido en su origen, tendremos menos volumen de líquido a procesar, mayor facilidad de tratamiento, menos recorrido ( y daños ) del líquido contaminante por el medio natural y menos inversiones de instalación y mantenimiento de una planta de tratamiento.
- Basándonos en el estudio realizado se recomienda a ACOSA implementar lo más pronto posible el manejo de vertidos que se detalla en nuestra propuesta.
- Las técnicas de tratamiento fueron elaboradas en base a criterios técnicos para ACOSA y que cada propuesta de tratamiento habrán de adaptarse al tipo de actividad industrial que se trate: neutralización, precipitación, filtración, separación de grasas o bien sistemas biológicos. En algunos casos habrá que recurrir a técnicas avanzadas como la electrocoagulación, la ósmosis inversa o la evaporación e incineración del residuo.

- Es preciso que ACOSA, tome en cuenta que a decir de varios técnicos y expertos consultados tienen un consenso que el efluente generado del proceso es único, ya que la planta de producción de MDF es única y no hay experiencias en el Ecuador de su tratamiento, y es preciso que se sigan investigando como tratan efluentes empresas madereras pero que producen MDF.
- La fábrica requiere de agua de enfriamiento para disipar el calor tanto de los compresores como de los tornos y prensadores. Esta agua de "paso directo", generalmente no requiere de ningún tratamiento especial antes de su descarga al medio ambiente; sin embargo, se recomienda a ACOSA que se debe controlar su temperatura para que no alcance niveles altos.
- Por último cabe mencionar que cada uno de los habitantes de este planeta debemos de estar conscientes del agotamiento de este vital líquido y debemos tomar en cuenta y ejecutar los consejos y tareas mencionadas en este trabajo.

## GLOSARIO.

**Aguas residuales:** Aguas utilizadas en las viviendas, industria y agricultura que se canalizan en el alcantarillado junto con el agua de lluvia y la que discurre por las calles.

**Balsas de activación:** Tanques que reciben el efluente de los decantadores primarios para el tratamiento biológico aerobio en e proceso de fangos activos.

**Carga promedio:** Carga promedio Es el producto de la concentración promedio por el caudal promedio, determinados en el mismo sitio.

**Carga contaminante:** Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

**Depuración:** Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

**DBO<sub>5</sub>:** Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días). Cantidad de oxígeno utilizado por una mezcla de población de microorganismos heterótrofos para oxidar compuestos orgánicos en la oscuridad a 20°C durante 5 días.

**Desbaste:** Sistema de rejas y tamices donde quedan retenidos los flotantes y residuos gruesos que arrastra consigo el agua “bruta” o influente en las estaciones regeneradoras.

**Digestión anaerobia:** Tratamiento biológico anóxico del fango procedente de los decantadores secundarios y primarios previo a su secado y eliminación, y que se desarrolla con la producción de gas, fundamentalmente metano.

**Efluente:** Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

**ERAR:** Estación Regeneradora de Aguas Residuales. Plantas de tratamiento de las aguas residuales.

**Eutrofización:** Aumento de nutrientes en el agua que, en general, conlleva un excesivo desarrollo de algas y microorganismos consumidores de oxígeno que afectan principalmente a la vida de la fauna acuática habitual.

**Flóculo:** Unidad ecológica y estructural del fango activo formada por una agrupación de bacterias y otros microorganismos que permiten la oxidación de la materia orgánica en las balsas de activación.

**Licor de mezcla:** Homogeneizado del agua residual con los flóculos bacterianos para el tratamiento biológico.

**Oxígeno disuelto:** Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores.

**Sintrofia:** Situación nutricional en la que dos o más organismos combinan sus capacidades metabólicas para catabolizar una sustancia que no puede ser catabolizada individualmente por ninguno de los dos.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

1. AENOR., (1998), Análisis de agua en vertidos industriales. Medio ambiente. Tomo 2. Recopilación de normas UNE. AENOR, N.A., Madrid.
2. AENOR. Calidad del agua. Medio ambiente.
3. AGLOMERADOS COTOPAXI, (2007), información básica, reglamento de seguridad, salud ocupacional y reglamento interno.
4. APHA-AWWA-WPCF.(1992), Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos, S.A., Madrid, (1992).
5. B.O.E. n° 45 de 21 de febrero de 2003,. Real decreto por el que se establecen los criterios sanitarios del agua de consumo humano.
6. FUNDACIÓN MAPFRE.(1994), Manual de contaminación ambiental. Ed. Fundación MAPFRE, Madrid.
7. HERNÁNDEZ Muñoz A; (1994), “Depuración de aguas residuales”; Ed. Paraninfo S.A.
8. HERNÁNDEZ Muñoz A:(1990).Depuración de aguas residuales. Servicio de publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid .
9. HERNANDEZ Rossié, Armando, Macías, Gonzáles José, (2003), saneamiento ambiental y protección de corrientes, editorial Félix Varela, la Habana.

10. HONORABLE CONCEJO PROVINCIAL DE COTOPAXI, (2004), Plan participativo de desarrollo de Cotopaxi, segunda edición.
11. LEXUS.(2001), Tecnología de la madera Madrid, España.
12. MARÍN Galvin, R. (1995), Análisis de aguas y ensayos de tratamiento. Gestió i Promoció Editorial, S.A., Barcelona.
13. METCALF & HEDÍ; (1998), “Ingeniería de las aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización” (tercera edición) Ed. Mc Graw Hill.
14. RAMALHO RS: (1991), Tratamiento de aguas residuales. Reverté S.A.
15. REVISTA MENSUAL "DYNA" (MAYO-1998).
16. RIGOLA Lopeña, Miguel, Tratamiento de aguas industriales, Bdxareu editores.
17. RONZANO E y Dapena JL: (1995), Tratamiento biológico de las aguas residuales. Díaz de Santos.
18. ROMERO Rojas, Jairo Alberto, (2002), calidad del agua, editorial escuela colombiana de ingeniería, Colombia, Bogota noviembre .
19. SEOÁNEZ Calvo M.: (2003), Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias. Ediciones Mundi Prensa.
20. VASCONES Suárez , Mario, (1992), Agua y Sociedad, Quito.
21. VIAN Ortuño A ; (1998),“Introducción a la química industrial”; Ed. Reverte S.A..

## **NORMAS Y LEYES:**

- Legislación y Normativa Nacional.
- Ley de Gestión Ambiental, publicada en el Registro Oficial No 245, 30 de Julio de 1999.
- Ley de Aguas. (Decreto Supremo No. 369. RO/ 69 de 30 de Mayo de 1972).
- Ley de prevención y control de la contaminación ambiental, 2008.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, publicado en el R. O. Edición Especial No. 2 de 31 de Marzo del 2003, Libro v Y VI de Calidad Ambiental.
- Normativa Municipal de Latacunga.
- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Decreto Ejecutivo 2393 publicado en el R. O. 565 del 17 de Noviembre de 1986.
- Norma INEN 2266:2000 sobre Manejo y Almacenamiento de Productos Químicos Peligrosos y Norma INEN 2288:2000 sobre etiquetado de precaución de productos químicos peligrosos.

## **LINKOGRAFÍA INTERNET:**

- FAO, (Aguas Residuales, [www.geocities.com/RainForest/Canopy/1285/](http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/1285/), 12 de agosto de 2007 (Ayuda para proyectos Fin de Carrera en CC Ambientales).
- [www.supercable.es/~aymasl/](http://www.supercable.es/~aymasl/) (Agua y Medio Ambiente. Una página muy interesante con descripción de microorganismos frecuentes en las ERAR), 25 de julio 2007.
- [www.uam.es/fguam/Fse/cursos99/ciencias/ci15.html](http://www.uam.es/fguam/Fse/cursos99/ciencias/ci15.html) (Curso impartido por el Profesor José Luís Sanz sobre regeneración de aguas residuales), 20 de agosto 2007.
- [http://members.es.tripod.de/bern/agua\\_depuracion.html](http://members.es.tripod.de/bern/agua_depuracion.html) (Medioambiente y el Agua), 25 de julio 2007.
- [www.aguamarket.com](http://www.aguamarket.com)(agua), 28 de julio 2008.
- [www.who-int/water\\_sanitation\\_healt](http://www.who-int/water_sanitation_healt):(purificación de el agua), 03 de Agosto 2007.