

## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

<b>1.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Antecedentes de la empresa.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3</b>	<b>Antecedentes del problema</b>	
1.3.1	Planteamiento del problema.....	3
1.3.2	Identificación del problema.....	4
<b>1.4</b>	<b>Justificación.....</b>	<b>6</b>
1.4.1	Justificación técnica.....	6
1.4.2	Justificación social.....	6
1.4.3	Justificación ambiental.....	6
<b>1.5</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>7</b>
1.5.1	Objetivo general.....	7
1.5.2	Objetivos específicos.....	7
<b>1.6</b>	<b>Alcance.....</b>	<b>7</b>
1.6.1	Alcance espacial.....	7
1.6.2	Alcance temporal.....	7
1.6.3	Alcance temático.....	7
<b>1.7</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>8</b>

### CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

<b>2.1</b>	<b>Aguas residuales.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Parámetro de calidad de las aguas residuales.....</b>	<b>10</b>
2.2.1	Características físicas.....	11
2.2.2	Características químicas.....	12
2.2.3	Características biológicas.....	18
<b>2.3</b>	<b>Métodos de tratamiento.....</b>	<b>20</b>
2.3.1	Operaciones físicas unitarias.....	21
2.3.2	Procesos químicos unitarios.....	21
2.3.3	Procesos biológicos unitarios.....	21
<b>2.4</b>	<b>Niveles de tratamiento.....</b>	<b>22</b>
2.4.1	Tratamiento preliminar.....	22
2.4.2	Tratamiento primario.....	23
2.4.3	Tratamiento secundario.....	24
2.4.4	Tratamiento terciario.....	25
<b>2.5</b>	<b>Tratamiento de los sólidos.....</b>	<b>26</b>
<b>2.6</b>	<b>Marco legal.....</b>	<b>28</b>

2.6.1	Ley del Medio Ambiente No. 1333.....	28
2.6.2	Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM).....	29
<b>2.7</b>	<b>Etapas para la gestión de un proyecto de ingeniería.....</b>	<b>31</b>
2.7.1	Ingeniería conceptual.....	31
2.7.2	Ingeniería básica.....	32
2.7.3	Ingeniería en detalles.....	32

### **CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO**

<b>3.1</b>	<b>Proceso productivo de la leche.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2</b>	<b>Sistema de distribución de las aguas.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3</b>	<b>Balance del uso de las aguas.....</b>	<b>38</b>
3.3.1	Balance de las aguas para producto.....	38
3.3.2	Balance de las aguas para el lavado de las salas y equipos.....	38
<b>3.4</b>	<b>Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales instalado.....</b>	<b>48</b>
3.4.1	Tamiz.....	48
3.4.2	Cámara de sedimentación.....	48
3.4.3	Cámara de flotación.....	49
3.4.4	Cauce receptor.....	50
<b>3.5</b>	<b>Funcionamiento del sistema instalado.....</b>	<b>52</b>

### **CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DEL PROCESO**

<b>4.1</b>	<b>Metodología utilizada.....</b>	<b>56</b>
4.1.1	Método de determinación del caudal de aguas residuales.....	56
4.1.2	Método de determinación de las características fisicoquímicas de las lagunas 1 y 2.....	57
4.1.3	Método de determinación del volumen de grasas y sólidos suspendidos.....	57
<b>4.2</b>	<b>Caudal de ingreso al sistema de tratamiento.....</b>	<b>57</b>
4.2.1	Análisis de flujo.....	61
<b>4.3</b>	<b>Calidad de las aguas del cauce receptor.....</b>	<b>61</b>
4.3.1	Análisis de los parámetros fisicoquímicos de la primera laguna.....	62
4.3.2	Análisis de los parámetros fisicoquímicos de la segunda laguna.....	63
<b>4.4</b>	<b>Volumen de grasas generadas.....</b>	<b>64</b>
<b>4.5</b>	<b>Conclusiones del capítulo.....</b>	<b>64</b>

### **CAPÍTULO V ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

<b>5.1</b>	<b>Alternativas para el tratamiento de los residuos líquidos.....</b>	<b>64</b>
5.1.1	AQUASERVI.....	64
5.1.2	AQUAORIENTE.....	70
5.1.3	TECNOLOGÍA INDUSTRIAL.....	77
<b>5.2</b>	<b>Alternativas para la disposición final de las grasas .....</b>	<b>81</b>

5.2.1	Construcción de un lombriario.....	81
5.2.2	Venta de las grasas de la leche.....	82
5.2.3	Transporte de las grasas a la laguna de tratamiento del parque industrial.....	83
<b>5.3</b>	<b>Elección de la tecnología y el método de disposición final de los residuos sólidos.....</b>	<b>83</b>
5.3.1	Elección de la tecnología para el tratamiento de los líquidos.....	83
5.3.2	Elección del método de disposición final de los residuos grasos.....	83
<b>5.4</b>	<b>Evaluación técnica.....</b>	<b>85</b>
5.4.1	Ingeniería conceptual de la planta de tratamiento de las aguas residuales....	85
5.4.2	Ingeniería conceptual del proyecto de construcción de un lombriario.....	90
<b>5.5</b>	<b>LAYOUT del sistema de tratamiento de los residuos líquidos y sólidos.....</b>	<b>93</b>

## **CAPÍTULO VI EVALUACIÓN ECONÓMICA**

<b>6.1</b>	<b>Costo de implementación.....</b>	<b>95</b>
6.1.1	Costo de implementación de la planta de tratamiento de las aguas residuales de AQUAORIENTE.....	95
6.1.2	Costo de implementación de la planta de tratamiento de las aguas residuales de TECNOLOGÍA INDUSTRIAL.....	99
6.1.3	Costo de implementación del lombriario.....	101
<b>6.2</b>	<b>Costo operativo.....</b>	<b>102</b>
6.2.1	Costo operativo de la PTAR de AQUAORIENTE.....	102
6.2.2	Costo operativo de la PTAR de TECNOLOGÍA INDUSTRIAL.....	106
6.2.3	Costo operativo del lombriario.....	107
<b>6.3</b>	<b>Resumen de costos.....</b>	<b>108</b>

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>1.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>110</b>
<b>2.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>112</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>113</b>
--------------------------	------------