

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA

EN ALIMENTOS

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Tema:

“CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA DESALOJADA POR LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS MARCO'S CON EL FIN DE DISMINUIR SU CONTAMINACIÓN EN EL CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

Trabajo de Investigación

**Previa a la obtención del Grado Académico de Magister en
Producción Más Limpia**

Autor: Ing. Marco Fernando Zamora Carrillo

Director: Ing. Mg. Fernando Álvarez Calvache

AMBATO - ECUADOR

2011

Al Consejo de Posgrado de la UTA

El tribunal receptor de la defensa del trabajo de investigación con el tema: “CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA DESALOJADA POR LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS MARCO’S CON EL FIN DE DISMINUIR SU CONTAMINACIÓN EN EL CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, presentado por: Ing. Marco Fernando Zamora Carrillo y conformado por: Ing.MBA. Lenin Garcés Espinosa, Ing. M.Sc. Guillermo Poveda Proaño, Ing. M.Sc. Mayra Paredes Escobar, Miembros del Tribunal, Ing. Mg. Fernando Alvarez Calvache, Director del trabajo de investigación y presidido por: Ing. MBA. Romel Rivera Carvajal, Presidente del Tribunal; Ing. Mg. Juan Garcés Chávez Director del CEPOS – UTA, una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA:

.....
Ing. MBA. Romel Rivera Carvajal
Presidente del Tribunal de Defensa.

.....
Ing. Mg. Juan Garcés Chávez
DIRECTOR CEPOS

.....
Ing. Mg. Fernando Alvarez Calvache
Director de Trabajo de Investigación

.....
Ing. MBA. Lenin Garcés Espinosa
Miembro del Tribunal

.....
Ing. M.Sc.. Guillermo Poveda Proaño
Miembro del Tribunal

.....
Ing. M.Sc. Mayra Paredes Escobar
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas en el trabajo de investigación con el tema: “CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA DESALOJADA POR LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS MARCO’S CON EL FIN DE DISMINUIR SU CONTAMINACIÓN EN EL CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, nos corresponde exclusivamente a: Ing. Marco Fernando Zamora Carrillo y de Ing. Mg. Fernando Alvarez Calvache, Director del trabajo de Investigación; y el patrimonio del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.

.....

Ing. Marco Fernando Zamora Carrillo Ing. Mg. Fernando Alvarez Calvache

Autor

Director

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos de mi trabajo de investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.

.....

Ing. Marco Fernando Zamora Carrillo

DEDICATORIA

A Dios por darme fuerzas para alcanzar mis objetivos.

A mis padres Alfonso Zamora y Magdalena Carrillo por el apoyo incondicional que me han brindado.

A mi hermano Nelson Zamora quien supo guiarme en el ámbito personal y profesional.

A mis grandes amigos Paúl Aguirre y Guido Velasco

AGRADECIMIENTO

Ala Universidad Técnica de Ambato y principalmente a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Bioquímica, por acogerme en sus aulas y permitirme seguir la Maestría en Producción Más Limpia.

Al Ingeniero Julio Gutiérrez, quien me supo guiar en la fase inicial del trabajo investigativo.

Mi sincero agradecimiento al Ingeniero Fernando Alvarez Director de Tesis, quien con sus consejos y entrega constante permitió desarrollar y llevar a un feliz término la presente investigación.

Al Ingeniero Marco Proaño propietario de la Empresa de Productos Lácteos Marco's por haberme permitido desarrollar el trabajo investigativo.

Finalmente, hago ostentable mi agradecimiento a todos los catedráticos, empleados y compañeros, que de una u otra manera contribuyeron positivamente para la culminación de esta Maestría.

ÍNDICE GENERAL

Portada Maestría en Producción Más Limpia	i
Al Consejo de Posgrado de la UTA	ii
Autoría de la Investigación	iii
Derechos de Autor	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Indice General.....	vii
Resumen Ejecutivo	xii
Introducción	1
CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	3
1.1 Tema.....	3
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.2.1 Contextualización.....	3
1.2.1.1 Europa	3
1.2.1.2 America.....	6
1.2.1.3 Ecuador.....	7
1.2.2 Análisis crítico	10
1.2.3 Prognosis	11
1.2.4 Formulación del Problema	11
1.2.5 Interrogantes (Subproblemas)	11
1.2.6 Delimitación del Objetivo de Investigación.....	12
1.3 Justificación	12
1.4 Objetivos.....	13
1.4.1 Objetivo General	13
1.4.2 Objetivos Específicos.....	13
CAPITULO II. MARCO TEORICO	14
2.1 Antecedentes	14
2.2 Fundamentacion Filosofica	22
2.3 Fundamentacion Legal	23
2.4 Categorías Fundamentales.....	31
2.4.1 Fundamentación teórica de la variable independiente.....	33
2.4.1.1 Contaminación Ambiental	33
2.4.1.2 Líneas de Producción	37
2.4.1.3 Falta de Interes	47
2.4.1.4 Desconocimiento de los efectos de la descarga de aguas residuales.....	47
2.4.2 Fundamentación teórica de la variable dependiente.....	48
2.4.2.1 Medio ambiente	48
2.4.2.2 Análisis Físico-Químicos.....	54
2.4.2.3 Aguas Residuales	63
2.4.2.4 Cambios en los parámetros de calidad del agua	66
2.5 Hipótesis	66
2.6 Señalamiento de Variables	66

2.6.1 Variable Independiente	66
2.6.2 Variable Dependiente	66
CAPITULO III. METODOLOGIA.....	67
3.1 Enfoque.....	67
3.2 Modalidad Basica de la Investigacion	67
3.3 Nivel o Tipo de Investigacion	68
3.4 Operacionalización de las Variables	70
3.4.1 Operacionalización de la Variable Independiente	70
3.4.2 Operacionalización de la Variable Dependiente	71
3.5 Recoleccion de Informacion.....	72
3.6 Procesamiento y Analisis	73
CAPITULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	74
4.1 Análisis de los Resultados	74
4. 2 Interpretación de datos	83
4. 2.1 Potencial Hidrógeno (pH).....	87
4. 2.2 Temperatura	87
4. 2.3 Conductividad	88
4. 2.4 Alcalinidad.....	88
4. 2.5 Acidez	88
4. 2.6 Cloruros	89
4. 2.7 Demanda Química de Oxígeno.....	89
4. 2.8 Demanda Bioquímica de Oxígeno	89
4. 2.9 Hierro	90
4. 2.10 Fosfatos	90
4. 2.11 Nitritos.....	91
4. 2.12 Nitrógeno de Nitratos	91
4. 2.13 Sulfatos	91
4. 2.14 Aceites y Grasas.....	92
4. 2.15 Sólidos en Suspensión.....	92
4. 2.16 Sólidos en Disueltos	93
4. 2.17 Sólidos Totales	93
4. 2.18 Color	93
4. 2.19 Olor y sabor	94
4. 2.20 Aspecto	94
4. 2.21 Formación de espuma	94
4. 2.22 Coliformes Totales	95
4. 2.23 Coliformes Fecales	95
4. 3 Verificación de la Hipótesis	95
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
5.1 Conclusiones	98
5.2 Recomendaciones	99

CAPITULO VI. PROPUESTA	102
6.1 Datos Informativos	102
6.2 Antecedentes de la Propuesta	102
6.2.1Tipos de tratamiento	102
6.2.2Niveles de tratamiento	105
6.2.3Tratamiento Anaeróbio.....	106
6.2.4Tratamiento Aeróbio	107
6.3 Justificación	109
6.4 Objetivos.....	109
6.4.1 Objetivo General	109
6.4.2 Objetivos Especificos	109
6.5 Análisis de Factibilidad	110
6.6 Fundamentación	110
6.6.1 Tratamiento de aguas	110
6.6.2Vertidos de las Industrias lácteas	111
6.6.3Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales	113
6.6.4Contaminación ocasionada por los efluentes del suero lácteo	114
6.6.5Biorreactores	114
6.6.6Biofiltro dinámico aeróbico	116
6.7 Metodología	117
6.7.1 Alternativa # 1	117
6.7.1.1 Aireación	117
6.7.1.2 Mezcla Rápida	118
6.7.1.3 Floculación	119
6.7.1.4 Sedimentación	119
6.7.1.5 Lagunas Aireadas	121
6.7.1.6 Filtración	121
6.7.1.7 Lavado de los filtros	122
6.7.1.8 Lecho de grava	122
6.7.1.9 Zeolitas	123
6.7.1.10 Tratamiento de lodos	124
6.7.1.11 Cloración	127
6.7.1.12 Disposición de efluentes	127
6.7.2 Alternativa # 2	128
6.7.2.1 Tratamientos para la eliminación de materia en suspensión	128
6.7.2.2 Desbaste (Trampas de Grasa).....	129
6.7.2.3 Sedimentación	131
6.7.2.4 Flotación	131
6.7.2.5 Coagulación-Floculación.....	132
6.7.2.6 Tratamientos Biológicos Aerobios.....	133
6.7.2.7 Fangos activados: Proceso básico	133
6.7.2.8. Procesos Biológicos Anaerobios.....	134
6.7.2.9 Filtración	135
6.7.3 Alternativa # 3	136
6.7.3.1 Humedales Artificiales.....	136
6.7.3.2 Componentes de Humedal	138
6.7.3.3 Remoción de DBO	139
6.7.3.4 Remoción de Sólidos Suspendidos	139
6.7.3.5 Remoción de Nitrógeno	140

6.7.3.6 Remoción de Fosforo.....	140
6.7.3.7 Remoción de Metales	140
6.7.4 Puntos del proceso de contaminan las aguas.....	140
6.7.4.1 Queso fresco.....	140
6.7.4.2 Queso mozzarella	141
6.7.4.3 Yogurth	141
6.7.4.4 Leche pasteurizada.....	142
6.7.5 Sistemas de Tratamiento para Aguas Residuales	142
6.8 Administración	145
6.9 Previsión de la Evaluación.....	145
MATERIALES DE REFERENCIA	146
ANEXOS.....	153

ÍNDICE DE CUADROS

1. Requisitos de Calidad del agua	16
2. Límites con respecto a la salinidad	17
3. Situación de los sistemas de alcantarillado en Tungurahua	17
4. Procedencia de aguas residuales en el procesamiento de lácteos.....	19
5. Industria láctea contribución a la DBO	19
6. DBO ₅ de algunos productos lácteos	20
7. Caracterización de Efluentes de la Empresa Floralp	22
8. Parámetros para la descarga aun cuerpo de agua dulce	28
9. Principales vertidos en industrias lácteas	49
10. Principales operaciones generadas del agua residual.....	65
11. Operacionalización de la variable independiente.....	70
12. Operacionalización de la variable dependiente	71
13. Efectos de la descarga de aguas residuales.....	75
14. Efectos de las aguas residuales	76
15. Frecuencia de desalojo de aguas residuales	76
16. Operaciones de limpieza en la empresa.....	77
17. Cantidad de agua desalojada	78
18. Peligros del consumo de aguas residuales.....	79
19. Empleo de las aguas residuales	80
20. Forma de manejo los residuos industriales.....	81
21. Tratamiento de aguas residuales antes de su descarga.....	81
22. Resumen de respuestas más representativas de la encuesta.....	82
23. Análisis físico-químico del agua que ingresa a la planta.....	84
24. Análisis sensorial del agua que ingresa a la planta	85
25. Análisis microbiológico del agua que ingresa a la planta.....	85
26. Análisis físico-químico del agua desalojada de la planta	86
27. Análisis sensorial del agua desalojada de la planta	86
28. Análisis microbiológico del agua desalojada de la planta	87
29. Comparación fisicoquímica entre el agua que ingresa y sale	96
30. Comparación sensorial entre el agua que ingresa y sale	97
31. Comparación microbiológica entre el agua que ingresa y sale	97
32. Comparación entre los tratamientos anaerobio y aerobio.....	113
33. Resumen de la Alternativa 1	128

34. Características de algunos reactivos coagulantes.....	133
35. Resumen de la Alternativa 2 Tratamiento Aerobio.....	136
36. Resumen de la Alternativa 2 Tratamiento Anaerobio.....	136
37. Resumen de la Alternativa 3 Humedales Artificiales	140
38. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público	166
39. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	168
40. Norma INEN de Agua Potable	170

ÍNDICE DE GRÁFICOS

1 Arbol de problemas.....	10
2 Red de Inclusiones	31
3 Constelación de Ideas conceptuales de la variable independiente.....	32
4Constelación de Ideas conceptuales de la variable dependiente	33
5Orden de preferencia en PML y manejo de residuos.....	35
6Elaboración de queso fresco.....	38
7Elaboración de queso mozzarella	41
8Elaboración de yogurth	44
9Elaboración de leche pasteurizada	46
10 Componentes de una industria	52
11. Efectos de la descarga de aguas residuales.....	75
12. Efectos de las aguas residuales	76
13. Frecuencia de desalojo de aguas residuales	77
14. Operaciones de limpieza en la empresa.....	78
15. Cantidad de agua desalojada	79
16. Peligros del consumo de aguas residuales.....	79
17. Empleo de las aguas residuales	80
18. Forma de manejo los residuos industriales.....	81
19. Tratamiento de aguas residuales antes de su descarga.....	82
20. Resumen de respuestas más representativas de la encuesta.....	83
21. Estructura de un Biofiltro.....	83
22. Aireadores tipo bandeja	118
23. Mezcla Rápida	118
24. Floculador hidráulico.....	119
25. Zonas hipotéticas en un tanque de sedimentación rectangular	120
26. Filtro Lento de arena.....	122
27. Sistema de digestión anaerobia.....	125
28. Digestor aerobio circular	126
29. Trampa de grasa	129
30. Esquema de una trampa para grasas.....	130
31. Proceso de fangos activados.....	134
32. Reactor anaerobio de contacto	135
33. Sección transversal de un sistema de flujo superficial.....	137
34. Procesos de depuración de los humedales artificiales	139
35. Alternativa con Trampa de Grasa	143
36. Alternativa con Humedales Artificiales.....	144

Queso fresco	154
37 Derrames en pateurización	154
38 Desuerado en el piso	154
39Recolección de suero	154
40 Segundo desuerado	154
41 Cuajada en el piso	154
42 Desmoldado	155
43 Cuajada en la rejillas	155
Queso mozzarella	155
44 Desuerado	155
45 Desuerado en el piso	155
46 Desuerado del hilado	155
47 Autoprensado	156
48 Enfriado	156
Elaboración de yogurth	156
49 Dosificación	156
50 Lavado de la envasadora	157
51 Lavado de gavetas	157
Elaboración de leche pasteurizada	157
52 Derrame de leche en la estandarización.....	157
53 Sellado	158
54 Derrame de leche	158
Recolección de muestras	158
55 Desuerado de la línea.....	158
56Toma de muestras	158
57Recolección	158
58Transporte	158

ANEXOS

1. Anexo 1(Gráficos de las Operaciones que contaminan las agua)	154
2. Anexo 2 (Glosario)	159
3. Anexo 3 (Modelo de Encuesta Aplicada al Personal de la Planta)	163
4. Anexo 4 (Modelo de Entrevista al Gerente de la Empresa)	164
5. Anexo 5 (Modelo de Entrevista al Jefe de Planta de la Empresa)	165
6. Anexo 6 (Límites de Descarga de Aguas)	166
7 Anexo 7 (Norma Inen de Agua Potable)	169
8 Anexo 8 (Resultados de Análisis de Laboratorio de Aguas Residuales)	171

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

“CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL
AGUA DESALOJADA POR LA EMPRESA DE PRODUCTOS
LÁCTEOS MARCO’S CON EL FIN DE DISMINUIR SU
CONTAMINACIÓN EN EL CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA”

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se realiza en las aguas residuales en la Empresa de Productos Lácteos Marco’s ubicada en el Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua, por lo que se consideró todas las actividades que se desarrollan en la misma, tanto en el personal y como en la tecnología, para lo cual se toma en cuenta las líneas de producción de manera especial las operaciones unitarias para identificar cual es la que contamina más las aguas que son nuestro tema de investigación.

Se hace la comparación entre el agua que ingresa para los procesos y la que se desaloja de las distintas líneas de producción a distinto horario, considerando una muestra compuesta para el análisis físico-químico y microbiológico, además se analiza la cantidad de agua que se utiliza diariamente para tener una idea del volumen que se descarga. Se considera las actividades de limpieza para no desperdiciar mucho el agua.

Se plantea una propuesta tecnológica para el tratamiento de las aguas residuales para poder minimizar la contaminación que generan.

INTRODUCCIÓN

Por la cantidad de empresas de productos lácteos que existen en el Cantón Píllaro y las descargas de sus aguas residuales directamente a los sistemas de alcantarillado, normalmente dentro de las aguas residuales se desalojan soluciones ácidas y básicas utilizadas para la limpieza de pisos, áreas y equipos, que pueden ocasionar algún efecto negativo en la salud de los seres vivos que consumen estas aguas.

Cada empresa deber tratar de minimizar el nivel contaminación que generan para descontaminar las aguas residuales y por lo tanto tratar de reducir el impacto ambiental que generan las industrias de procesamiento de lácteos ya que deberían desechar el agua en las mismas condiciones que reciben aplicando una producción más limpia.

El trabajo investigativo se considera desde la revisión bibliográfica, el trabajo de campo y finalmente se plantea el capítulo de la propuesta. Los capítulos que se consideran son:

Capítulo I, El problema de investigación, planteamiento del problema, la delimitación, la justificación y los objetivos de la investigación, donde se consideran estudios anteriores tomados como base para desarrollar el trabajo de investigación.

Capítulo II, se consideran los antecedentes investigativos la fundamentación legal y filosófica, categorización de las variables donde se toma en cuenta las operaciones unitarias de cada proceso, aguas residuales, consumo de agua, contaminación del agua, análisis físico-químicos y microbiológicos, hipótesis y señalamiento de variables.

Capítulo III, Metodología se considera el enfoque, la modalidad de la investigación, nivel o tipo de investigación, con la operacionalización de variables, recolección, procesamiento y análisis de la información.

Capítulo IV, Interpretación de los resultados, análisis e interpretación de la encuesta y de los análisis físico-químicos y microbiológicos, verificación de la hipótesis.

Capítulo V, Conclusiones y Recomendaciones del trabajo investigativo.

Capítulo VI, Propuesta de tratamiento de las aguas residuales, donde se presentan diferentes alternativas con sus respectivas características, además se considera la administración, previsión de la evaluación con los materiales de referencia, además en el documento están cuadros, figuras y sus anexos respectivos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

“Caracterización de los parámetros de calidad del agua desalojada por la Empresa de Productos Lácteos Marco's con el fin de disminuir su contaminación en el Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua”

1.2. Planteamiento del Problema

El presente tema fue escogido por el problema de contaminación ambiental especialmente de las aguas que genera la planta de procesamiento de productos lácteos ya que las aguas son desalojadas sin ningún tipo de tratamiento a los cauces, que más luego son utilizadas para otro tipo de actividad.

1.2.1. Contextualización

1.2.1.1 Europa

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías - y eventualmente bombas - a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales están típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial

presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

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. Permite conocer que elementos químicos y biológicos están presentes y da la información necesaria para que los ingenieros expertos en tratamiento de aguas puedan diseñar una planta apropiada al agua servida que se está produciendo [44].

El lactosuero, suero lácteo o suero de queso es el líquido que se separa de la leche cuando ésta se coagula para la obtención del queso, son todos los componentes de la leche que no se integran en la coagulación de la caseína. Se estima que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede producir de 1 a 2 kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de suero. Al representar cerca del 90% del volumen de la leche, contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta, el 95% de lactosa (azúcar de la leche), el 25% de las proteínas y el 8% de la materia grasa de la leche. Su composición varía dependiendo del origen de la leche y el tipo de queso elaborado, pero en general el contenido aproximado es de 93.1% de agua, 4.9% de lactosa, 0.9% de proteína cruda, 0.6% de cenizas (minerales), 0.3% de grasa, 0.2% de ácido láctico y vitaminas hidrosolubles. Cerca del 70% de la proteína cruda que se encuentra en el suero corresponde a proteínas con un valor nutritivo superior al de la caseína, como son beta-lactoglobulina, alfa-lactoglobulina, inmunoglobulinas, proteosapeptonas y enzimas nativas. De acuerdo a su acidez, el suero se divide en dulce (pH mayor de 8), medio ácido (pH 5-5.8) y ácido (pH menor a 5).

Los porcentajes anteriores nos indican el enorme desperdicio de nutrientes en la fabricación del queso. Las proteínas y la lactosa se transforman en contaminantes cuando el líquido es arrojado al ambiente sin ningún tipo de tratamiento, ya que la carga de materia orgánica que contiene permite la reproducción de microorganismos produciendo cambios significativos en la DBO del agua contaminada [47].

Las aguas residuales pueden contener contaminantes como: grasas, aceites, metales pesados, residuos de materia fecal entre otros. La evaluación de la calidad de agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST).

La DBO y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales municipal y no municipal. La DBO determina la cantidad de materia orgánica biodegradable, la DQO mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en el agua con la consecuente afectación de los ecosistemas acuáticos. Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo; el incremento de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática [47].

La industria láctea genera cantidades significativas de residuos líquidos, mayormente leche diluida, leche separada, crema y suero, incluyendo grasas, aceites, sólidos suspendidos y nitrógeno. La descarga de éstos sin tratamiento previo se convierte en un foco contaminante. Los lavados contienen residuos alcalinos y químicos utilizados para remover la leche y los productos lácteos; así como materiales total o parcialmente caramelizados de los tanques, tambos, latas mantequeras, tinas, tuberías, bombas, salidas calientes y pisos.

En España, el Instituto Tecnológico Agroalimentario (AINIA) ha estimado que la relación de litros de agua residual por litro de leche procesada es de **1 a 4**. Los vertidos procedentes de restos de leche, lactosuero (contiene el 50% de nutrientes del producto inicial) y salmueras aumentan considerablemente la carga contaminante del vertido final. Se debe considerar que posiblemente en México la relación sea mayor por la menor tecnificación que se tiene en la producción de derivados lácteos y, de igual manera, las pérdidas de leche sean mayores [47].

1.2.1.2 América

Las procesadoras de lácteos son de una característica muy variable, debido a la variedad de productos que se procesan y los métodos de producción que se aplican.

Los principales procesos que producen residuos contaminantes son los procesos de producción de quesos, cremas y mantequilla, el proceso de lavado de torres de secado y las soluciones de limpieza alcalina. Se estima que el suero generado en la elaboración de quesos tiene una DBO₅ del orden de 40,000.00 – 50,000.00 mg/l [13].

Los residuos sólidos usualmente generados son: productos vencidos, papeles, plásticos utilizados en envasado de materias primas y producto terminado. Las principales molestias ocasionadas son debido a olores, ruidos y a la presencia de moscas en las cercanías de los establecimientos. Las cargas de DBO₅ en el sector lácteo están por valores medios entre 1,000.00 y 3,000.00 mg/l. Las industrias con torres de secado llegan a valores del orden de 7,000.00 mg/l y las industrias queseras del orden de 6,000.00 mg/l [13].

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

Se debe intentar la recuperación de subproductos Aguas Residuales de Proceso: Se originan en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa, y que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales.

Generalmente su contaminación es <10% de la de los líquidos residuales aunque su volumen es 10-50 veces mayor.

Ahora bien, hoy día hay que considerar también la existencia de productos que evitan problemas de explotación (estabilizantes contra las incrustaciones y corrosiones) que pueden ser contaminantes [22].

1.2.1.3 Ecuador

El 65% de las aguas de los ríos de la Sierra están contaminadas porque reciben las aguas servidas de las ciudades, tienen residuos de insecticidas, detergentes y desechos orgánicos.

Las mismas aguas de los ríos fueron utilizadas para la generación de energía eléctrica, lo que originó un segundo problema, ya que los elementos contaminantes tapaban las represas, además que eran los causantes de enfermedades en las poblaciones que se asentaban en sus riberas.

Desde 1983 se realizaron estudios y se construyeron receptores en las márgenes de ríos y quebradas, que llevan las aguas residuales a la planta de tratamiento Etapa, que funciona desde 1999

y que tiene una proyección de diez años más. Además, se implementaron planes de reciclaje de basura de líquidos industriales para que estos no fueran botados en las alcantarillas [15].

Muchas industrias guayaquileñas han emprendido grandes esfuerzos tecnológicos y económicos para implementar medidas ambientales preventivas, correctivas y de mitigación, encaminadas a eliminar y/o minimizar la contaminación de los cuerpos receptores y mejorar los indicadores de los sistemas de gestión ambiental. El escenario presentado en el estudio de Espey Huston-Copade (1997), que puede considerarse la línea base, ha cambiado significativamente. Hoy más de 600 industrias son controladas por la Dirección de Medio Ambiente del Municipio de Guayaquil y reportan trimestralmente la calidad de las descargas de sus efluentes industriales. Muchas empresas, como la Cervecería Nacional, Holcim, Industrias Lácteas Toni, Unilever, AGA, Shell, Brentag, Proquimsa, entre otras, han realizado fuertes inversiones para implementar sus planes de manejo ambiental a fin de cumplir la normativa nacional y local. Incluso algunas de ellas han sido reconocidas con el Premio de la Ecoeficiencia, que otorga anualmente la Municipalidad de Guayaquil.

La Cámara de Industrias de Guayaquil desde 1999 ha venido apoyando a sus afiliados en el esfuerzo por cumplir la normativa ambiental y preservar el ambiente, con esta finalidad ha desarrollado una serie de actividades entre las que se pueden destacar los programas de capacitación y asesoramiento sobre Gestión integral de residuos industriales, Tratamiento de aguas residuales, Legislación ambiental, Producción más limpia, etc.

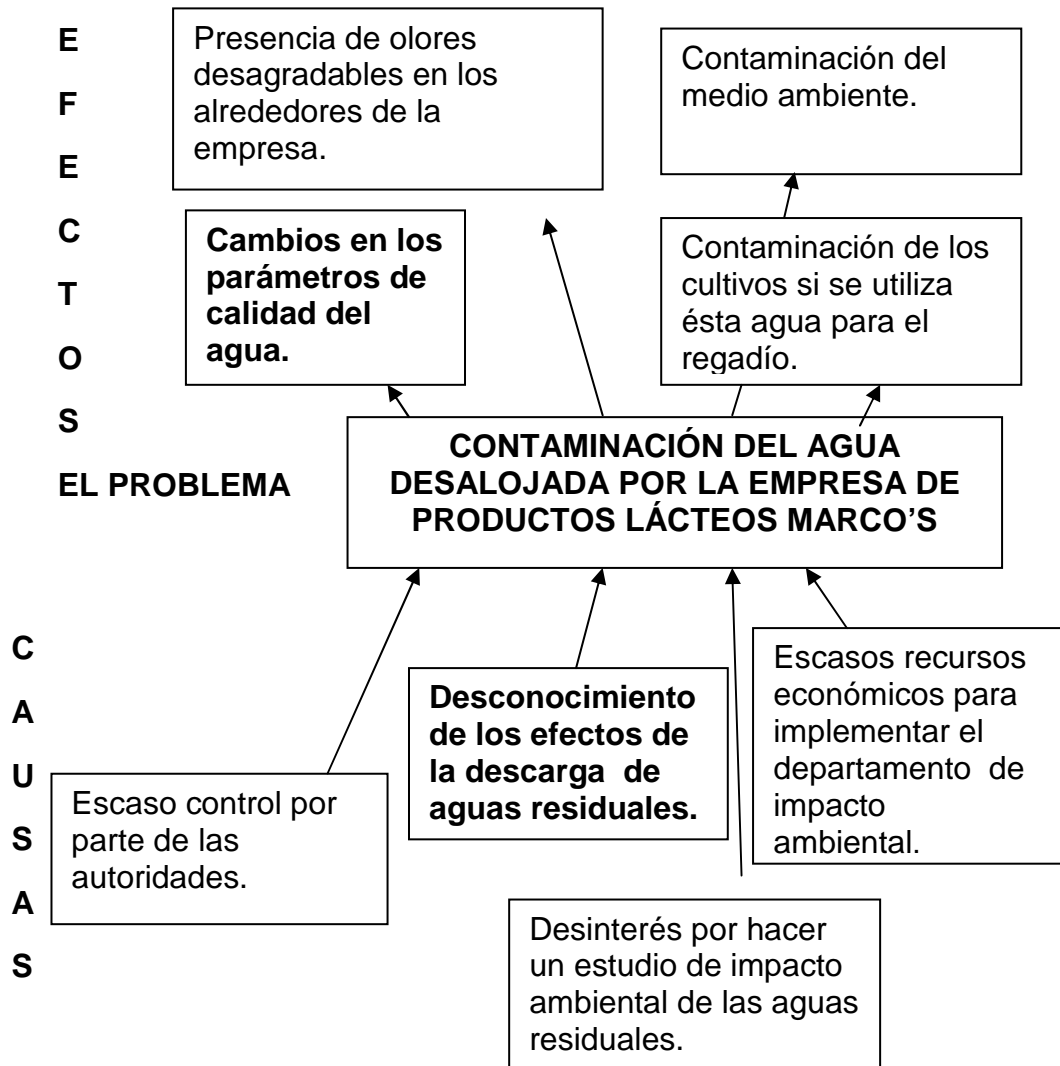
Otros proyectos importantes son el programa de Producción Más Limpia, desarrollado conjuntamente por el Centro Ecuatoriano de Producción más limpia y la Cámara de Industrias de Guayaquil, y las

auditorías energéticas dirigidas por la Asociación de Grandes Consumidores de Energía. Del primer programa se beneficiaron 36 industrias en las cuales se implementó la estrategia de Producción Más Limpia, orientada a mejorar su competitividad, aplicando Buenas Prácticas de Manufactura traducidas en la reducción de la generación de aguas residuales y la carga orgánica de los efluentes, aprovechamiento de residuos. Las auditorías energéticas permitieron a las empresas identificar múltiples oportunidades de mejoramiento de su competitividad, lo que contribuyó al aprovechamiento racional de los recursos energéticos y la reducción de las emisiones de los gases de combustión [14].

Las aguas residuales que anteriormente eran vertidas a los ríos y los problemas de contaminación que ocasionaban en todo el cauce de los cuerpos receptores, constituyen un conflicto que actualmente se concentra en la PTAR, y que lo constituyen los lodos depositados en el sistema de tratamiento. Para solventar esta situación, ETAPA desde el año 2002, ha efectuado mediciones, ensayos, pruebas y estudios tendientes a determinar, volúmenes, distribución al interior de las unidades, características físico-químico y biológicas, composición estratigráfica y capacidad de deshidratación, instrumentos que han resultado fundamentales para definir el destino final seguro del lodo, y que en su tiempo permitieron diseñar el sistema para la extracción y deshidratación del lodo, proyecto que se tiene previsto implementarlo en el futuro inmediato [7].

1.2.2. Análisis Crítico

Gráfico No. 1 Árbol de problemas.



Elaborado por: Marco Zamora

Relación causa-efecto.

La contaminación del agua desalojada por la Empresa de Productos Lácteos Marco's es **producida** por el desconocimiento de los efectos de la descarga de aguas residuales que conlleva a tener cambios en los parámetros de calidad de agua.

La contaminación del agua desalojada por la Empresa de Productos Lácteos Marco's es **causada** por el escaso control por parte de las autoridades que produce una contaminación del medio ambiente.

La contaminación del agua desalojada por la Empresa de Productos Lácteos Marco's es **originada** por el desinterés por hacer un estudio de impacto ambiental de las aguas residuales que ocasiona la presencia de olores desagradables en los alrededores de la empresa.

La contaminación del agua desalojada por la Empresa de Productos Lácteos Marco's es **provocada** por los escasos recursos económicos para implementar el departamento de impacto ambiental que produce contaminación de los cultivos si se utiliza ésta agua para el regadío.

1.2.3. Prognosis

Si no se realiza la adecuada caracterización de las aguas residuales que desaloja la Empresa de Productos Lácteos Marco's no se puede conocer la clase de aguas residuales que se esta desalojando y no se podrá sugerir medidas correctivas para minimizar el impacto ambiental que están ocasionando por la descarga de sus aguas residuales.

1.2.4. Formulación del problema

¿La principal causa de contaminación del agua desalojada por la Empresa de Productos Lácteos Marco's que ocasiona cambios en los parámetros de calidad del agua en Píllaro es la ausencia de tratamiento de sus aguas?.

1.2.5. Interrogantes (Subproblemas)

- ✓ ¿Por qué la Empresa de Productos Lácteos Marco's no ha Investigado los impactos de la descarga de aguas residuales?

- ✓ ¿Se ha hecho algún análisis de la clase de aguas residuales que se esta descargando?
- ✓ ¿Se ha realizado un plan de manejo ambiental de las aguas que esta descargando la empresa de Productos Lácteos Marco's.?
- ✓ Existe una tecnología de manejo de sus aguas antes de su descarga?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

La presente investigación abarca los siguientes aspectos:

CAMPO: Ambiente

ÁREA: Producción Más Limpia

ASPECTO: Contaminación del agua del Cantón Píllaro.

- ◆ **Delimitación espacial:** Esta investigación se va a realizar en las aguas desalojadas por la Empresa de Productos Lácteos Marco's del Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua.
- ◆ **Delimitación temporal:** Este problema va a ser estudiado, en el periodo comprendido entre abril 2010- julio 2011.

1.3. Justificación

El agua utilizada constituye uno de los recursos más importantes del hombre. La presencia de impurezas se debe a procesos naturales, y es imposible eliminarlas. La calidad del agua dulce puede ser afectada negativamente por adición de otras impurezas debidas a las actividades del hombre [16].

La gran cantidad de empresas lácteas que existen en el Cantón Píllaro contaminan el ambiente como aire, suelo y agua, siendo el agua el principal factor contaminado por la descarga de residuos de los productos que se elaboran, incrementando así la cantidad de materia orgánica disuelta.

Además, productos utilizados para la limpieza y desinfección de los equipos como son ácidos y bases, por tal razón se plantea hacer una caracterización de las aguas residuales generadas durante las labores productivas de la Empresa de Productos Lácteos Marco's.

Al realizar un estudio del agua que está descargando la Empresa de Productos Lácteos Marco's se va a tener una idea de las medidas a tomar para minimizar el impacto ambiental y procurar mejorar la calidad de agua que se esta desalojando.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Estudiar la contaminación del agua desalojada por la Empresa de Productos Lácteos Marco's y los cambios en los parámetros de calidad en la descarga en el sumidero del Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua.

1.4.2. Objetivos Específicos

- 1) Identificar las causas del desconocimiento de la descarga de aguas residuales en la Empresa de Productos Lácteos Marco's.
- 2) Realizar un diagnóstico de la situación actual del agua que está desalojando la Empresa de Productos Lácteos Marco's.
- 3) Entregar la propuesta Tecnológica para el tratamiento de las aguas residuales a la Empresa de Productos Lácteos Marco's.
- 4) Implementar una propuesta sobre el manejo de aguas residuales antes de su descarga.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

La Contaminación del Agua es causada por las actividades del hombre es un fenómeno ambiental de importancia, se inicia desde los primeros intentos de industrialización, para transformarse en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial, iniciada a comienzos del siglo XIX.

Los procesos de producción industrial iniciados en esta época requieren la utilización de grandes volúmenes de agua para la transformación de materias primas, siendo los efluentes de dichos procesos productivos, vertidos en los cauces naturales de agua con desechos contaminantes.

Desde entonces, esta situación se ha repetido en todos los países que han desarrollado la industrialización, y aún cuando la tecnología ha logrado reducir de alguna forma el volumen y tipo de contaminantes vertidos a los cauces naturales de agua, ello no ha ocurrido ni en la forma ni en la cantidad necesarias para que el problema de contaminación de las aguas esté resuelto [11].

El agua residual, debe de ser recolectada y tratada. Una vez tratada se puede almacenar y reutilizar en servicios higiénicos, limpieza de pisos o simplemente mantenerla aireada para emplearse como agua contra incendios. Así mismo, deberá incluir pruebas a nivel de planta piloto de otros métodos de tratamiento como por ejemplo trampas de grasa, procesos físico-químicos y biológicos, que pueden llegar a ser alternativas de tratamiento menos costosas que los lodos activados [30].

La Eutrofización es un problema muy importante para la biodiversidad marina. Un río, un lago o un embalse sufren eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. Podría parecer a primera vista que es bueno que las aguas estén bien repletas de nutrientes, porque así podrían vivir más fácil los seres vivos. Pero la situación no es tan sencilla.

El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad. El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido [46].

Cuando el aporte de fósforo es alarmante se produce la acumulación de este elemento dentro de las algas que lo utilizarán posteriormente para multiplicarse, produciéndose una proliferación vegetal excesiva. Este efecto condiciona, además, que el fósforo deje de ser el factor limitante pasando a serlo el nitrógeno, lo que provoca la aparición de algas cianofíceas en superficie capaces de fijar dicho elemento a partir del aire atmosférico.

El agua se vuelve turbia y verdosa, y aparecen bacterias aerobias que consumen el oxígeno de las aguas para oxidar la materia orgánica, la materia vegetal. Esto conlleva una disminución alarmante de los niveles de oxígeno disuelto en el sistema acuático y por lo tanto, la muerte de otros seres vivos, como los peces, por asfixia. Se llega, por tanto, a condiciones anaerobias y se desarrollan procesos fermentativos de los cuales se origina SH_2 (sulfhídrico) y NH_3 (amoníaco), responsables de mal olor en estos sistemas acuáticos [48].

La base legal para la producción de la calidad de las aguas en el Ecuador se fundamenta en la actual Ley de Aguas, que establece: “Prohíbese la contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna”, y designa para la aplicación de esta

política al ex INERHI, hoy Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y de las demás Entidades Estatales.

En este sentido, el CNRH como Autoridad Nacional del Agua ha recopilado ciertas normas básicas de calidad y pretende establecer ciertos lineamientos fundamentales para avanzar hacia una verdadera gestión administrativa de la calidad de los recursos hídricos en el Ecuador, de manera que le permitan establecer una planificación de la calidad de los recursos hídricos a largo plazo.

Requisitos de Calidad de Agua para Uso Pecuario.

Se entiende por uso pecuario del agua, su utilización para el abrevadero de animales, así como para otras actividades conexas y complementarias que establezcan los organismos competentes. [9].

Cuadro No. 1 Los requisitos de calidad de agua para uso pecuario

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE
Aluminio	A	mg/l	5.00
Arsénico	As	mg/l	0.20
Boro	B	mg/l	5.00
Cadmio	Cd	mg/l	0.05
Cinc	Zn	mg/l	25.00
Cobre	Cu	mg/l	0.50
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	1.00
Mercurio	Hg	mg/l	0.01
Nitratos + Nitritos	N	mg/l	10.00
Nitritos	N-nitritos	mg/l	1.00
Plomo	Pb	mg/l	0.05
Sólidos disueltos	SDT	mg/l	3,000.00

Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos. 2010.

Elaborado por: Marco Zamora

Cuadro No. 2 Límites con respecto a la salinidad de agua.

ANIMAL	LÍMITE DE CONCENTRACIÓN mg/l
Pollos	2,860.00
Cerdos	4,290.00
Caballos	6,435.00
Vacas lecheras	7,150.00
Vacas de Carne	10,000.00
Ovejas Adultas	12,900.00

Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos. 2010.

Elaborado por: Marco Zamora

En el cuadro número 3 se muestran las condiciones de los sistemas de alcantarillado de la provincia de Tungurahua en el año 1999 [6].

Cuadro No. 3 Inventario de la situación de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales en la Provincia de Tungurahua

Provincia	Cantón	Población urbana (habitantes)	Cobertura aguas residuales (%)	Existe tratamiento de agua residual?		
				Si	No	No se sabe
Tungurahua	Ambato	196,612.00	85		X	
	Baños	11,776.00	85		X	
	Cevallos	2,864.00	50		X	
	Mocha	1,225.00	90	X		
	Patate	2,397.00	75		X	
	Quero	3,688.00	95		X	
	Pelileo	11,646.00	90		X	
	Pillaro	6,556.00	70		X	
	Tisaleo	1,865.00	80	X		

Fuente: Castro 2001.

Elaborado por: Marco Zamora

La Contaminación Ambiental de la Industria Lechera.

Debido a la explosión demográfica presente en la actualidad, las industrias especialmente las alimenticias se encuentran en constante innovación para incrementar sus actividades productivas, de modo que la necesidad de sustento de la creciente población este satisfecha, gracias a la provisión de productos son características específicas, que les atribuyan mayor tiempo de preservación y características organolépticas singulares.

La industria láctea no es la excepción, por lo que su ampliación dentro y fuera del país ha incrementado la contaminación generada a partir de sus procesos.

Los principales contaminantes derivados de la actividad de procesamiento de leche: La contaminación causada al medio ambiente y al personal que se dedica a la actividad lechera, se puede resumir en los siguientes aspectos: **[34]**.

a) *Generación de efluentes.*

En el procesamiento de productos lácteos, el agua es el recurso más utilizado, tanto en el proceso productivo, como en la limpieza y demás actividades. Las descargas líquidas generadas constituyen uno de los principales contaminantes, por lo que obliga a las industrias ha adquirir una planta de tratamiento para minimizar el impacto negativo sobre el medio ambiente **[34]**.

El consumo de agua aproximado por volumen de producto elaborado es el siguiente: (Fondo social europeo, 2000).

- Leche: 3.5 litros de agua/litro de leche.
- Quesos: 8 litros de agua/litro de leche.
- Mantequilla: 3 litros de agua/litro de leche.

El empleo de aditivos, tal como cloruro de sodio; la generación de suero, producto de la elaboración de quesos y el empleo de detergentes, ácido nítrico y sosa caustica; sustancias químicas necesarias para desinfección e higienización de la maquinaria y utensilios, constituyen también como una carga contaminante.

Cuadro No. 4 Procedencia de aguas residuales en el procesamiento de lácteos.

PROCEDENCIA	OPERACIÓN
Aguas de lavado y limpieza	Lavado de tanques, equipo, transporte, empaque
Derrames	Empaque, transbordos, accidentes
	Operaciones deficientes
Pérdidas	Operaciones de puesta en marcha y pasteurización
	Pasteurizadores
Subproductos	Suero
	Productos de rechazo
Limpieza de baño, lavabos y comedores de industria	Lavado

Fuente: Allevato, H. 1993.

Elaborado por: Marco Zamora

La composición intrínseca de la leche, genera contaminación, tal es el caso de la lactosa, que aporta con una significativa carga de DBO, así mismo existen otras zonas donde se genera importantes contribuciones, presente en los vertidos, tal como lo muestra el cuadro 6, refiriéndose al porcentaje, mientras que el cuadro 7, indica la DBO de algunos productos lácteos. [34].

Cuadro No. 5 Industria Láctea contribución a la DBO.

ORIGEN	PORCENTAJE (%)
Residuos, pérdidas de leche y otros comestibles	94.00
Productos de limpieza	3.00
Aguas servidas/ domésticos	2.50
Otros: desinfectantes, lubricantes, etc.	0.50

Fuente: Allevato, H. 1993.

Elaborado por: Marco Zamora

Cuadro No. 6 DBO₅ de algunos productos lácteos.

PRODUCTO	DBO ₅ (mg/l)
Crema 40% de grasa	400.00
Leche entera, 4% de grasa	120.00
Leche descremada 0,05% grasa	70.00
Suero 0,05 % grasa	40.00
Suero	400.00

Fuente: Allevato, H. 1993.

Elaborado por: Marco Zamora

Es importante mencionar que el suero de leche es un líquido de color amarillo verdoso y tiene un sabor ligeramente ácido, con un pH de 5 – 6, además contiene un poco más del 25% de las proteínas de la leche, cerca del 8% de la materia grasa y aproximadamente el 95% de la lactosa (el azúcar de la leche), también posee Vitamina B y minerales como sodio, potasio, magnesio [39].

Tradicionalmente, se consideraba al suero como un elemento no deseable, de escaso interés y de alto costo de eliminación. La práctica más común ha sido sencillamente verterlo en los cursos de agua, lo que es muy perjudicial desde el punto de vista ambiental. En efecto, se puede estimar que una fábrica de queso que procesa 280,000.00 litros de leche cruda por día, por ejemplo, produce alrededor de 250,000.00 litros de suero líquido y puede contaminar tanta agua como una ciudad de 50,000.00 habitantes [39].

Los datos de la contaminación que sufre la provincia de Tungurahua, a causa de la polución que está presente en los ríos que irrigan nuestros campos, fue motivo de dos reportajes que aparecieron en el Diario El Comercio, los días 27 y 29 de septiembre de 2009. Nuestra región, ocupa las aguas de los ríos: Ambato, Pachanlica, Patate y Cutuchi, que ingresa a través del Canal Latacunga-Salcedo-Ambato para regar los sembríos.

El Río Ambato, recibe la descarga de las aguas servidas que producen más de “120,000.00 habitantes”. A esto se añade los residuos de 65 curtiembres; los desechos que producen las fábricas de alimentos; los detritos de tres cromadoras; de 105 lubricadoras de 30 lavadoras de vehículos.

El líquido de este río contiene: boro, cromo, cal, ácido fórmico, sulfato de amonium, aceites, grasas, fungicidas, pesticidas, sosa caustica, sulfato cúprico, ácido sulfúrico, fosfatos, cromo y coliformes. Con esta agua, se riegan 300 hectáreas de cultivos.

Las aguas de estos afluentes, en su conjunto son utilizadas, para producir: arvejas, cebolla colorada, col, coliflor, fréjol, papas, remolacha, tomate riñón, tomate de árbol, brócoli, choclos, lechuga, culantro, perejil, apio, zanahoria, maíz, aguacates y otras frutas, pastos y alfalfa, entre otros. Estos son los productos que la sociedad consume día a día. Del volumen de esta producción, entregan el “70% a Quito, Guayaquil, Cuenca, la Sierra Central y las Provincias Amazónicas” **[17]**.

Cuadro No. 7 Caracterización de efluentes de la Empresa Floralp.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE* Alcantarillado	LÍMITE* Cauce de agua	FECHA DE ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO
Aceites y grasas	mg/l	257.7	50	30	01/09/2008	APHA SS 20 B Gravimétrico
Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	mg/l	450	146	96	04/09/2008	APHA S 210 B
** Demanda química de oxígeno, DQO	mg/l	452	292	168	01/09/2008	APHA S 220 D
Nitrógeno Kjeldahl	mg/l	1.2			01/09/2008	Nessler APHA 4500 -NB
Sólidos sedimentables	mg/l	<0,1	10	1	01/09/2008	APHA 2540 F
sólidos suspendidos	mg/l	288	116	72	08/09/2008	APHA 2540 D

Fuente: Floralp 2008 [19].

Elaborado por: Marco Zamora

2.2. Fundamentación Filosófica

Esta investigación se fundamenta en el paradigma crítico propositivo, por lo que el objetivo del estudio es la comprensión, identificación y mejorar las condiciones para emprender cambios y una acción social emancipadora.

El presente estudio de caracterización de las aguas residuales va a ser de carácter cualitativo.

Social

El objetivo principal de este estudio es mejorar las condiciones del agua que se desaloja en sus alrededores, para que no genere olores desagradables y por lo tanto no sea una fuente de contaminación para las personas que viven cerca de las empresas.

Tecnológica

Se plantea minimizar la contaminación de las aguas que se están desalojando, mediante el tratamiento de las aguas residuales antes de su descarga, es decir desde los procesos donde se identificó los puntos críticos para minimizar la cantidad de materia orgánica desalojada.

2.3. Fundamentación Legal

La industria láctea genera residuos, olores y polvo. Las aguas residuales contienen azúcares, proteínas, grasas, residuos añadidos etc. Estos agentes contaminadores implican especialmente un alto DBO (principalmente del procesado de la crema, la mantequilla y del queso), DQO y algunos temas como TSS (Total de sólidos suspendidos) y TSD (Total de sólidos disueltos) [26].

Criterios generales para la descarga de efluentes de acuerdo Sistema Único de Manejo Ambiental del Ecuador

1. Normas generales del Sistema Único de Manejo Ambiental del Ecuador para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua.
 - 1.1 El regulado 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 [41].
 - 1.2 En los cuadros No. 38 y 39 de la presente norma (**ver anexo 6**), se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de

los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

1.3 Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluirlos efluentes líquidos no tratados.

1.4 Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación **[41]**.

1.5 Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

1.6 Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual

fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitarla falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento [41].

1.7 Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir.

1.8 Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.

1.9 Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos-sólidos-semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.[41].

Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público según el Sistema Único de Manejo Ambiental del Ecuador

1. Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado, cualquier sustancia que pudiera bloquearlos colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorarlos materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:
 - a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras,

fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aún después de haber sido triturados).

b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.

c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse [41].

2. El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma. El proveedor del servicio de tratamiento de la ciudad deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma.
3. Los responsables (propietario y operador) de todo sistema de alcantarillado deberán dar cumplimiento a las normas de descarga contenidas en esta Norma. Si el propietario, (parcial o total) o el operador del sistema de alcantarillado es un municipio, éste no podrá ser sin excepción, la Entidad Ambiental de Control para sus instalaciones. Se evitará el conflicto de interés.

Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua según el Sistema Único de Manejo Ambiental del Ecuador

1. Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen. En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán

considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno [41].

2. 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 [41].

Requisitos de Calidad de Agua para Preservación de Flora y Fauna de acuerdo al Consejo Nacional Recursos Hídricos

De acuerdo al mencionado reglamento se tiende por uso del agua para preservación de flora y fauna su empleo en sus actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura [9].

Descargas de los residuos líquidos

En el Reglamento a la Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (RPCCA) se indican las siguientes disposiciones relacionadas con las descargas de residuos líquidos:

ART. 29: Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y acuíferos, de conformidad con lo dispuesto en el código de la salud, la ley de Aguas y su Reglamento y la Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y el presente Reglamento.

ART. 31: Se prohíbe la utilización de aguas naturales de las redes públicas

o privadas y las de aguas lluvias, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados [9].

ART. 33: Se prohíbe la infiltración de efluentes industriales no tratados.

ART. 41: Los sedimentos, lodos y sustancias sólidas provenientes de sistemas de potabilización de aguas y de tratamiento de desechos y otras tales como cenizas, cachaza, bagazo y similares, no deberán disponerse en cuerpos de aguas superficiales, subterráneas, marinas, sistemas de alcantarillado.

Normas de descarga a un cuerpo de agua

Se entiende por “cuerpo de agua” todo río, cauce, acuífero o depósito de agua natural o artificial que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales [9].

Cuadro No.8 Parámetros para la descarga de aguas residuales a un cuerpo de agua.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE
Potencial de Hidrógeno	pH	5 - 9
Temperatura	°C	< 35
Material flotante		Ausencia
Grasas y aceites		Ausencia
Sólidos suspendidos, domésticos o industriales		Remoción > 80 % en carga.
Demanda Bioquímica de Oxígeno para desechos domésticos o industriales	DBO ₅	Remoción > 80 % en carga.

Fuente: Consejo Nacional de Recursos Hídricos. 2010.

Elaborado por: Marco Zamora

Uso y Calidad del Agua según la Estrategia Agropecuaria de Tungurahua

Agua para riego

- a) El productor para acceder a la certificación deberá presentar los resultados de análisis físico, químico y microbiológico y demostrar la calidad del agua de riego en cada finca. Las muestras deberán ser tomadas en la finca cada dos años. Será potestad del Comité el solicitar análisis en casos necesarios. Los resultados no deberán rebasar los límites máximos permisibles.
- b) Si los análisis presentados demuestran que el agua está bajo del límite permitido (50% del máximo), en caso del sistema de riego por aspersión deberán tomarse medidas correctivas que garanticen la calidad sanitaria de los productos comestibles.
- c) Se prohibirá usar aguas residuales (aguas sucias, servidas, aguas negras) no tratadas para el riego **[18]**.

Agua para poscosecha y consumo humano

- a) Se usará sólo agua segura, que cumpla con las especificaciones microbiológicas, físico químicas y organolépticas.
- b) Si existe dudas sobre la calidad del agua, se realizarán análisis en un laboratorio del Ministerio de Salud Pública o en otro autorizado por el mismo.
- c) Se limpiará regularmente las instalaciones en donde se almacena el agua con tales fines **[18]**.

Agua para lavado

- a) En el lavado se deberá utilizar agua que cumpla con las especificaciones microbiológicas y físico químicas, establecidas.

- b) El agua de las tinas de lavado, se cambiará al inicio de las actividades diarias, así como cuando se determine la acumulación de suciedad y sólidos sedimentables.
- c) El uso de agua reciclada en los procesos de lavado y enfriamiento, sólo se dará cuando ésta se someta a tratamiento y se asegure la reducción de contaminantes biológicos, químicos y físicos.
- d) Par el lavado de las frutas y hortalizas, será necesario medir y controlar la temperatura, el tiempo de contacto con el agua de lavado.
- e) En la medida de lo posible, se deberá utilizar productos biodegradables para la limpieza y desinfección de los equipos, maquinarias, utensilios, así como de los productos [18].

Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas según el Consorcio para el Desarrollo Socio-Ambiental

Art. 16.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

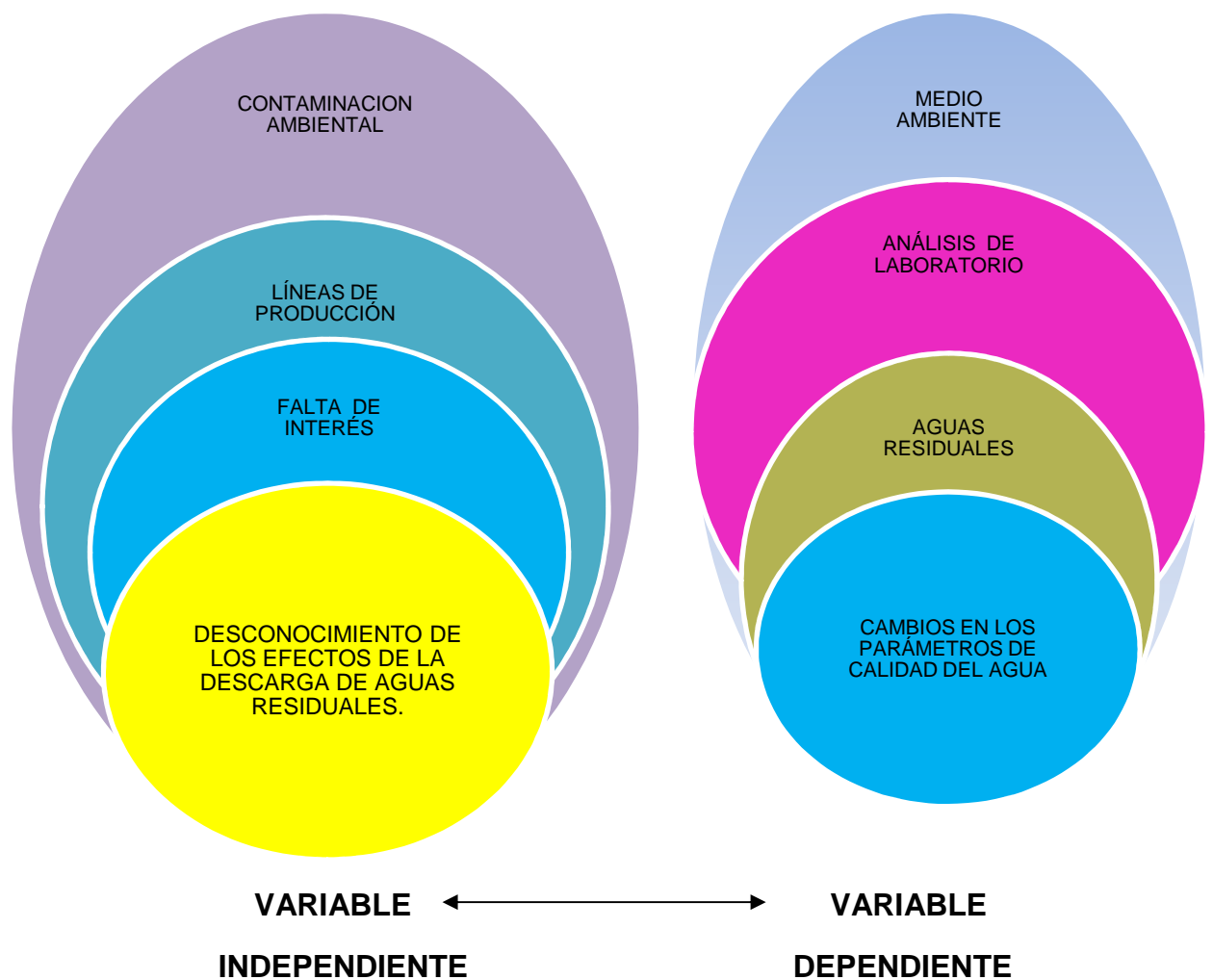
Art. 17.- El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), en coordinación con los Ministerios de Salud y Defensa, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor [10].

Art. 18.- El Ministerio de Salud fijará el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Art. 19.- El Ministerio de Salud, también, está facultado para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley [10].

2.4. Categorías Fundamentales

Gráfico No. 2 Red de inclusiones



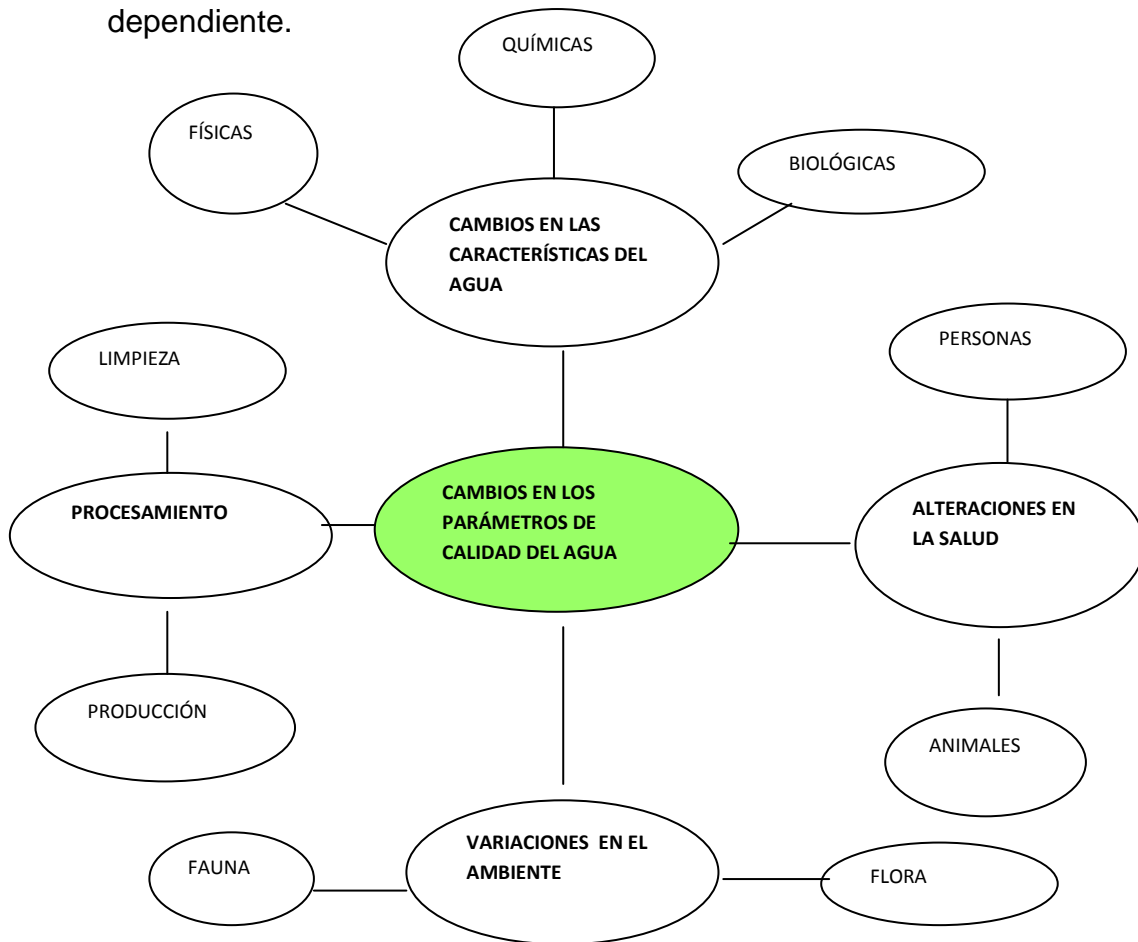
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 3 Constelación de ideas conceptuales de la variable independiente.



Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 4 Constelación de ideas conceptuales de la variable dependiente.



Elaborado por: Marco Zamora

2.4.1. Fundamentación teórica de la variable independiente

2.4.1.1 Contaminación Ambiental

Según el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) la Producción Más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente. La Producción Más Limpia se puede aplicar a los procesos usados en cualquier industria, a los productos mismos y a los distintos servicios que se proporcionan a la sociedad [39].

En los productos, la Producción Más Limpia apunta a la reducción de los impactos ambientales, en la salud y en la seguridad de los productos durante el total de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, a través de la fabricación y el uso, hasta la disposición “última” del producto.

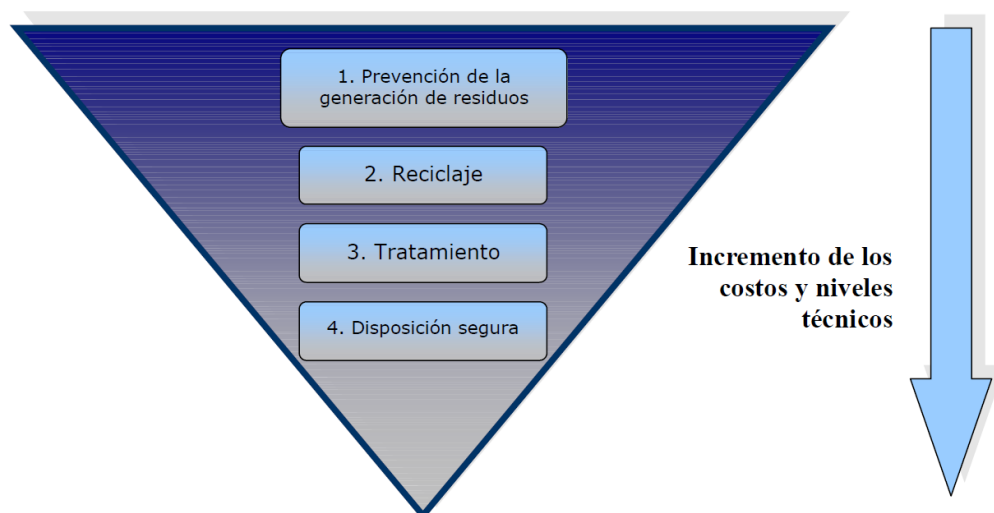
En los servicios, la Producción Más Limpia implica la incorporación de las preocupaciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios [39].

La Producción Más Limpia describe un acercamiento preventivo a la gestión ambiental. No es ni una definición legal ni científica que se pueda diseccionar, analizar o someter a disputas teóricas. Es un amplio término que abarca lo que algunos países e instituciones llaman: ecoeficiencia, minimización de residuos, prevención de la contaminación, o productividad verde, aunque también incluye algo extra. Por lo que producir limpio es:

- Reducir el volumen de residuos que se generan.
- Ahorrar recursos y materias primas.
- Ahorrar costos de tratamiento.
- Modernizar la estructura productiva.
- Innovar en tecnología.
- Mejorar la competitividad de las empresas.
- Mejorar los procesos.
- Implementar buenas prácticas operativas.
- Reutilización y reciclaje.
- Mantenimiento preventivo de equipos.

La Producción Más Limpia es una estrategia de “gana-gana”. Protege el medioambiente, el consumidor y el trabajador mientras que mejora la eficiencia industrial, los beneficios y la competitividad [39].

Gráfico No. 5 Orden de preferencia en PML y manejo de residuos.



Fuente: Manual Ambiental Sectorial.2010.
Elaborado por: Marco Zamora

Beneficios de la Producción más Limpia

La Producción Más Limpia es benéfica para el ambiente porque reduce la contaminación de la industria. También existen beneficios directos para las compañías que sigan esta metodología tales como:

Beneficios Financieros:

- Reducción de costos, por optimización del uso de las materias primas.
- Ahorro, por mejor uso de los recursos (agua, energía, etc.).
- Menores niveles de inversión asociados a tratamiento y/o disposición final de desechos.
- Aumento de las ganancias [39].

Beneficios Operacionales:

- Aumenta la eficiencia de los procesos.
- Mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
- Mejora las relaciones con la comunidad y la autoridad.

- Reduce la generación de los desechos.
- Efecto positivo en la motivación del personal.

Beneficios Comerciales:

- Permite comercializar mejor los productos posicionados y diversificar nuevas líneas de productos.
- Mejora la imagen corporativa de la empresa.
- Logra el acceso a nuevos mercados.
- Aumento de ventas y margen de ganancias.

La Producción Más Limpia lleva al ahorro de costos y a mejorar la eficiencia de las operaciones, habilita a las organizaciones y empresas a alcanzar sus metas económicas mientras mejoran el ambiente al mismo tiempo [39].

a) Aguas residuales desalojadas

La Contaminación del agua es la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad. La contaminación de cauces receptores superficiales y subterráneos tienen su origen en: la precipitación atmosférica; la escorrentía agrícola y de zonas verdes; la escorrentía superficial de zonas urbanas; los vertidos de aguas procedentes del uso doméstico; la descarga de vertidos industriales [28].

El empleo de lodos activados ofrece una alternativa para el tratamiento de aguas residuales ya que poseen una gran variedad de microorganismos capaces de remover materia orgánica presente en el agua, esto se ve favorecido por el uso de reactores que proveen de las condiciones necesarias para la biodegradación.

El proceso de lodos activados tiene como objetivo la remoción de materia orgánica, en términos de DQO, de las aguas residuales. La combinación de microorganismos y agua residual se conoce como lodos activados [43].

Las imágenes de recolección y transporte de las muestras se pueden observar en el **anexo 1**.

b) Procesamiento de la leche

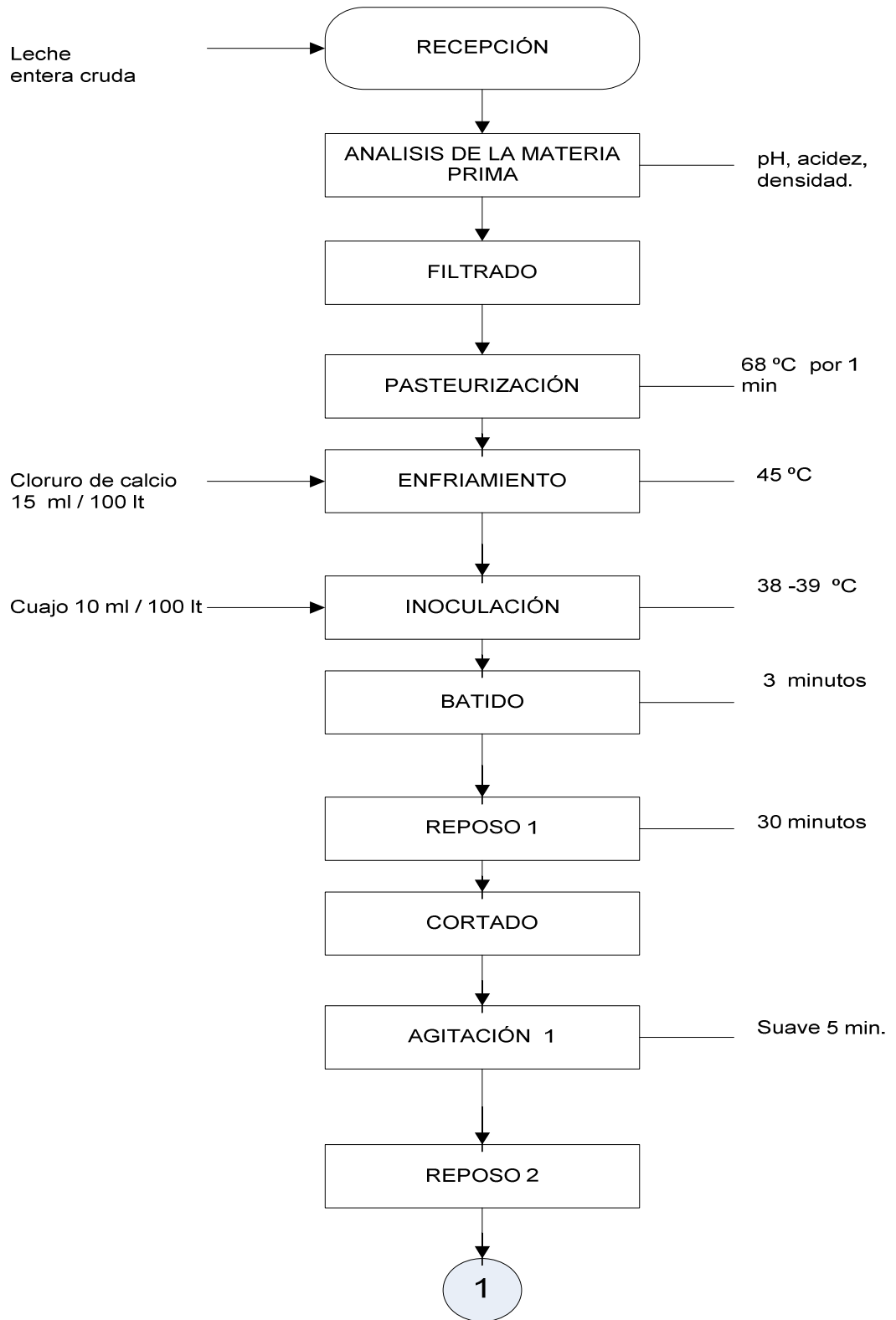
La leche es un excelente medio de cultivo para numerosos microorganismos por su elevado contenido de agua, su pH casi neutro y su riqueza en alimentos para los microorganismos. Posee una gran cantidad de elementos energéticos en forma de azúcar (lactosa), grasa y citrato, y compuestos nitrogenados. Por poseer azúcares fermentescibles, en condiciones ordinarias lo que más frecuentemente ocurre en una fermentación ácida a cargo de bacterias; si no existen gérmenes formadores de ácido o si las condiciones son desfavorables para su actividad, pueden sufrir otros tipos de alteración [20].

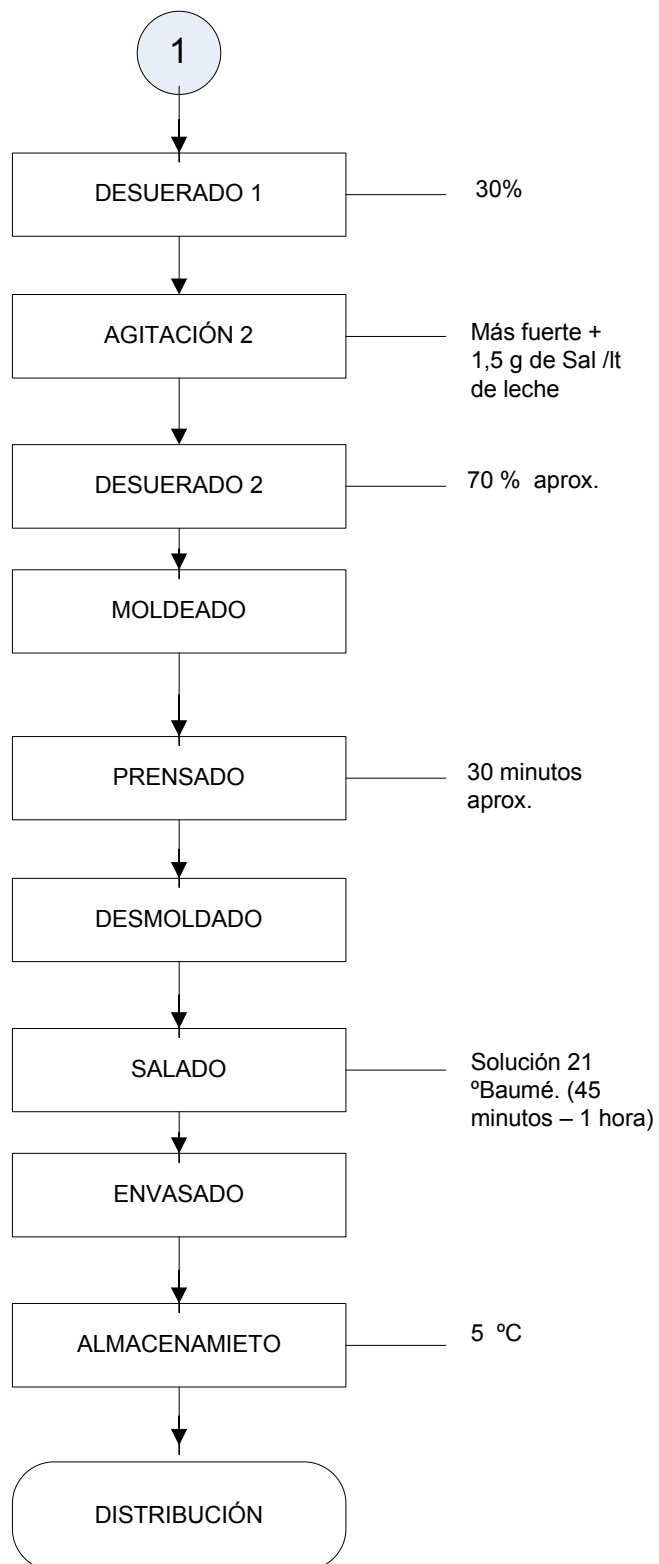
Los productos alimenticios son sustancias destinadas a satisfacer las necesidades nutritivas o a ser consumidos por placer. El ser humano los ingiere en estado natural, tratados o transformados, y en forma de comida, de bebida o por cualquier otra vía [42].

2.4.1.2 Líneas de Producción

En la Empresa de Productos Lácteos Marco's se elaboran distintos productos como leche, yogurth, queso fresco y queso mozzarella. Para lo cual se considera necesario analizar los procedimientos en cada una de las operaciones unitarias para así poder identificar cual de las operaciones es la que contribuye en la contaminación de la descarga de sus aguas residuales y poder proponer acciones correctivas para poder minimizar la contaminación. A continuación se va a detallar las líneas de producción:

Gráfico No. 6 Elaboración de queso fresco





Elaborado por: Marco Zamora

Entre las operaciones dentro de la elaboración de queso fresco se puede mencionar las siguientes:

Pasteurización

Debido a que llena demasiado la tina por los derrames que se puede observar mediante la agitación. Ver imagen en el **anexo 1**.

Desuerado

Durante el esta operación una parte del suero se derrama en el piso y sea descargado directamente a la rejilla que conecta al alcantarillado y otra parte se bombea para que los proveedores lleven para la alimentación de animales. Ver imagen en el **anexo 1**.

Moldeado

Durante el moldeado pedazos pequeños de cuajada caen en el piso y luego durante la limpieza se arroja en la rejilla de drenaje. Ver imagen en el **anexo 1**.

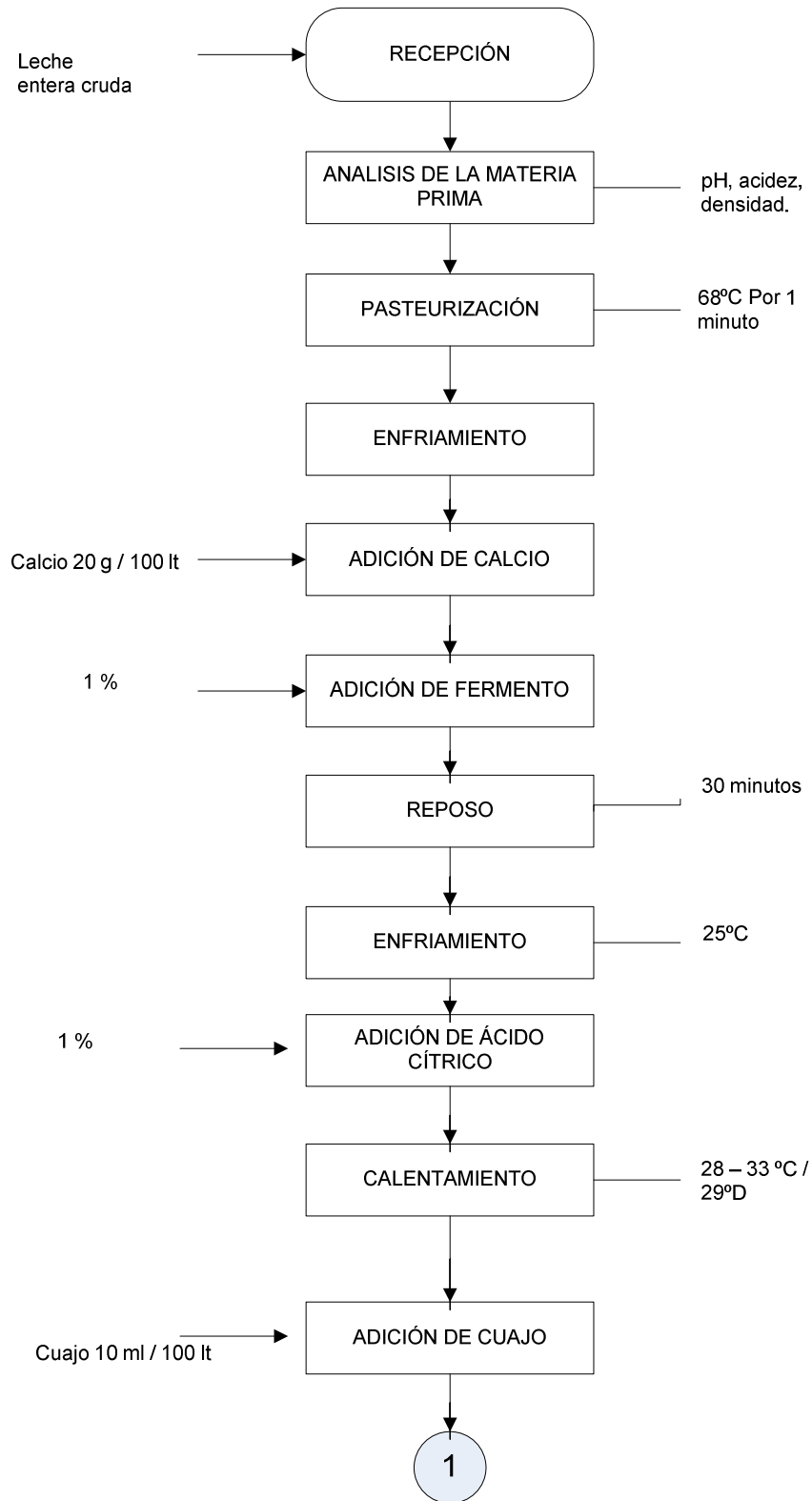
Desmoldado

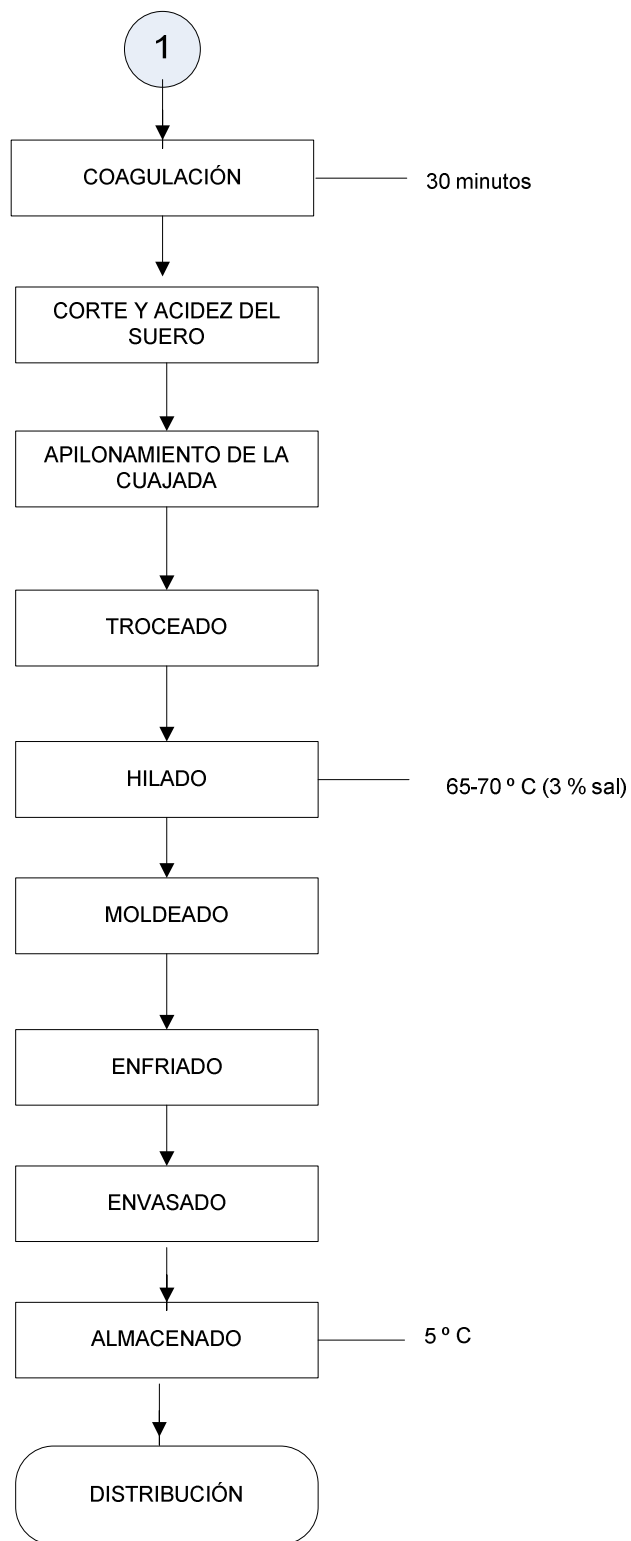
En el desmoldado se desprenden pequeñas cantidades de queso que quedan fuera de los tacos durante el prensado y se arrojan directamente al piso. Ver imagen en el **anexo 1**.

Salmuera

Cuando se cambia de salmuera se arroja directamente al drenaje que posteriormente llega al alcantarillado incrementando la conductividad de las aguas residuales.

Gráfico No. 7 Elaboración de queso mozzarella





Elaborado por: Marco Zamora

Desuerado

Durante el desuerado parte del suero se derrama en el piso con pequeños trozos de cuajada y el resto se destina al tanque de almacenamiento de suero para brindar a los proveedores de leche. Ver imagen en el **anexo 1**.

Desuerado del Hilado

El suero que sale como producto del hilado contiene abundante grasa y se recoge en un recipiente y parte se descarga al piso. Ver imagen en el **anexo 1**.

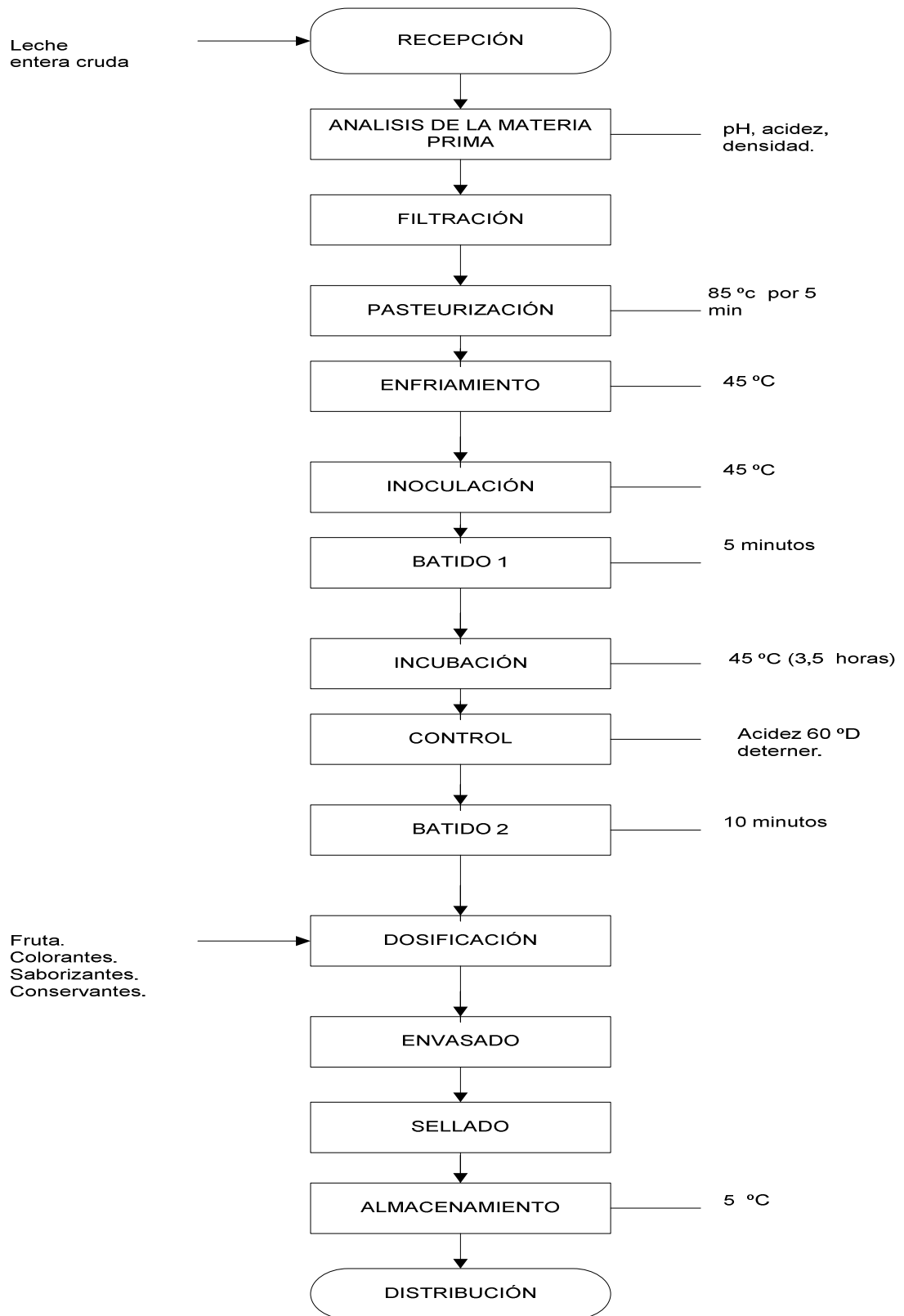
Prensado

Los quesos son sometidos a un autoprensado proceso en el cual se desaloja gran cantidad de suero que es escurrido en el piso que posteriormente va a la red de alcantarillado. Ver imagen en el **anexo 1**

Enfriado

Se coloca en agua fría hasta que estos alcancen la textura para envasar. Ver imagen en el **anexo 1**

Gráfico No. 8 Elaboración de yogurth



Elaborado por: Marco Zamora

Dosificación

Se procede a adicionar la fruta, colorantes, saborizantes y en el lavado de los recipientes se descarga directamente al drenaje. Ver imagen en el **anexo 1**

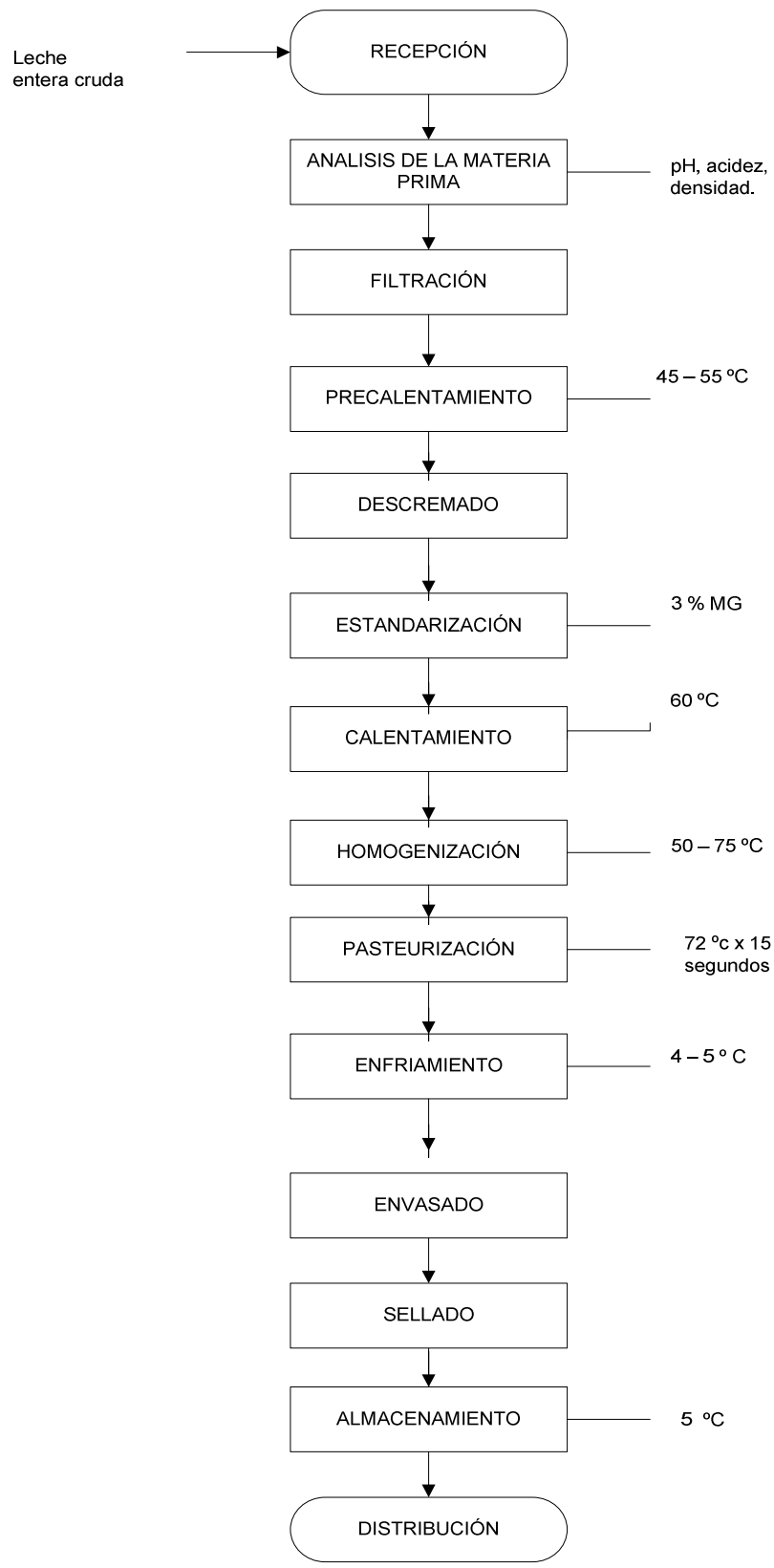
Envasado

Durante esta operación pueden ocurrir derrames involuntarios y en las operaciones de limpieza de la envasadora se desaloja directamente al piso. Ver imagen en el **anexo 1**

Almacenamiento

Durante la limpieza de las gavetas para almacenar, se descarga agua más una pequeña cantidad de yogurth diluida como producto de derrames durante el viaje. Ver imagen en el **anexo 1**

Gráfico No. 9 Elaboración de leche pasteurizada



Elaborado por: Marco Zamora

Descremado

En esta operación en el lavado de la descremadora se producen gran cantidad de desechos.

Estandarización

La estandarización que se realiza en el tanque mezclador del pasteurizador de placas se producen derrames que se arrojan directamente al drenaje. Ver imagen en el **anexo 1**

Sellado

En el sellado se puede regar leche por fallas en la maquinaria. Ver imagen en el **anexo 1**

2.4.1.3 Falta de interés

Incentivar para que se de campañas de capacitación sobre los impactos de aguas residuales y los efectos de las aguas residuales en la flora y fauna que existen en dichas aguas. Para que de esta manera todos tengan conocimiento de la forma como se deben manejar las aguas residuales.

2.4.1.4 Desconocimiento de los efectos de la descarga de aguas residuales

Entre los efectos de la descarga de aguas residuales causas molestias por la presencia de olores desagradables y principalmente ocasiona alteraciones en la parte ambiental por la cantidad de materia orgánica que se desaloja.

2.4.2. Fundamentación teórica de la variable dependiente

2.4.2.1 Medio Ambiente

a) Consumo de agua

En las plantas de Lácteos, se empaca leche fresca, y/o se procesa la leche para obtener productos lácteos, tal es el caso de las fábricas de: queso y natilla, mantequilla, yogurth, helados, dulce de leche, etc.

La variedad de productos, los métodos de producción, como se observa arriba, hace que las aguas residuales, de la industria láctea, tenga características muy variables, ya que según el producto que se elabore afecta considerablemente la carga contaminante [27].

b) Residuos sanitarios

En las plantas procesadoras de queso y natilla, en las que se tomo muestras de los residuos, se efectuaron mediciones de la carga contaminante de entrada del sistema, con el siguiente resultado promedio: DBO 12,095.00 mg/litro, DQO 17,278.00 mg/litro, SS 9,800.00 mg/litro, ST 12,400.00 mg/litro.

Para una planta de queso produzca 7,000.00 litros de agua residual diariamente, los resultados serán; desde el punto de vista de los sólidos suspendidos, la población equivalente serán de 1,430.00 personas. Desde el punto de vista de la DBO, la población equivalente será de 2,116.00 personas. Esto nos indica que los residuos de una pequeña fábrica de queso, contaminan lo que un pequeño poblado. En muchos casos una fábrica de estas puede contaminar, ella sola muchísimo más que toda una pequeña población [27].

Dependiendo del tipo de instalación, el sistema de limpieza y manejo del mismo la cantidad total de agua consumida en el proceso puede llegar a superar varias veces el volumen de leche tratada. Este consumo suele encontrarse entre 1.3 – 3.2 L de agua/Kg de leche recibida, pudiéndose alcanzar valores tan elevados como 10 L de agua/Kg de leche recibida. Sin embargo, es posible optimizar este consumo hasta valores de 0.8 – 1.0 L de agua/Kg leche recibida utilizando equipamientos avanzados y un manejo adecuado (UNEP,2000) [7].

En la industria láctea se utiliza gran cantidad de agua en el proceso productivo, el consumo de agua aproximadamente en relación al producto elaborado es el siguiente:

- Leche: 3.5 litros de agua/litro de leche
- Quesos: 8 litros de agua/litro de leche
- Mantequilla: 3 litros de agua/litro de leche

También se emplea gran cantidad de agua en la limpieza de las instalaciones, además de detergentes, ácido nítrico y sosa [45].

Los vertidos son el principal aspecto ambiental generado en las empresas lácteas, la calidad de dicho vertido obliga a las empresas a poseer una planta de tratamiento de aguas residuales que minimice el impacto ambiental de estas aguas sobre el medio ambiente.

Cuadro No. 9 Principales vertidos en industrias lácteas:

Vertido	Origen	Características
Aguas de proceso	Limpieza de equipos e instalaciones	DBO ₅ , DQO, SS (sólidos en suspensión), N, detergentes, aceites y grasas.
Disoluciones de limpieza	Esterilización de bobinas de brick	Agua oxigenada
Agua de refrigeración y calderas	Mantenimiento de calderas	Agua caliente con SS

Aguas residuales sanitarias		DBO ₅ , DQO, SS, amoníaco y detergentes
Agua de regeneración de resinas de intercambio iónico	Tratamiento de agua de pozos	Acidez y basicidad

Fuente: Unión Europea 2006.

Elaborado por: Marco Zamora

c) Optimización del consumo de agua

Realizar un balance de agua analizando todos los flujos de entrada y salida, estimando los consumos teóricos. Contener todas las aguas generadas en la limpieza de instalaciones y las aguas de escorrentía, someterlas a un proceso de decantación y reutilizarlas.

Estudiar la posibilidad de reducir los volúmenes de agua utilizados para la limpieza de equipos e instalaciones, (uso de grifos con temporizador, limitadores de presión, etc [45]).

d) Gestión de vertidos

- Utilizar productos de limpieza en cantidades mínimas recomendadas por el fabricante para evitar la contaminación del agua.
- Usar productos de limpieza biodegradables, libres de color y fosfatos.
- Utilizar detergentes de “un solo pase”, que permite obtener los mismos resultados en el lavado que el doble tratamiento ácido-básico. Los formulados con agentes desinfectantes permiten incluso eliminar la fase de desinfección [45].

El efluente líquido de la industria láctea presenta como principales contaminantes aceites y grasas, sólidos suspendidos, DQO, DBO y nitrógeno amoniacal (Kjeldahl). La azúcar constituyente de la leche denominada lactosa es uno de los principales aportantes de DBO en los procesos productivos.

Sin embargo, a pesar del mayor consumo de agua, las cargas de DBO₅ en el sector lácteo están por sobre los rangos observados a nivel mundial, observándose valores medios entre 1,000.00 y 3,000.00 mg/lt. Las industrias con torres de secado llegan a valores del orden de 7,000.00 mg/lt y las industrias queseras del orden de 6,000.00 mg/lt **[8]**.

El agua consumida depende del tamaño de la empresa, los procesos de producción existentes, el tipo de equipos, la facilidad para limpiarlos, el tiempo de producción y las prácticas de manufactura del personal.

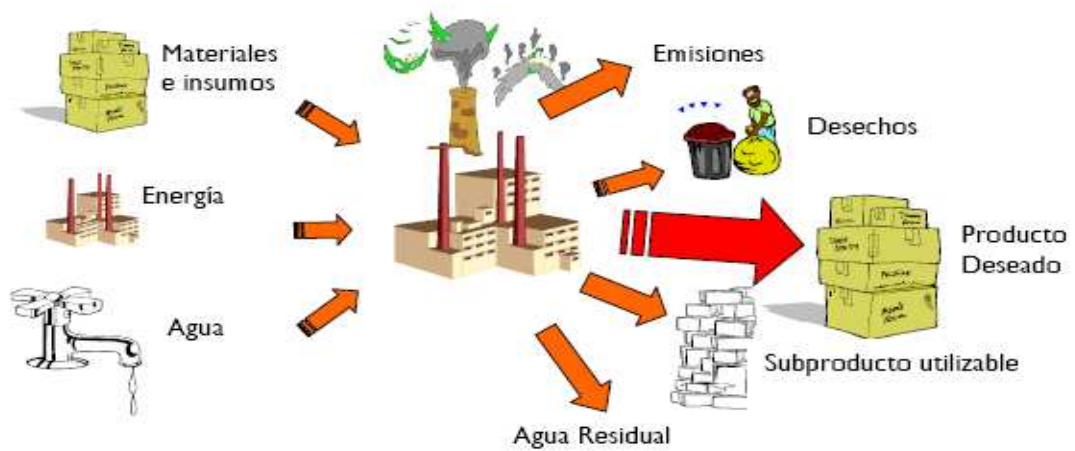
Debido a los altos costos del agua y disposición de efluentes que se ha impuesto en muchos países, la reducción del consumo de agua en la actualidad se considera fundamental para la sostenibilidad de las industrias en general **[31]**.

e) Efluentes

Los efluentes de empresas lácteas generalmente contienen leche que ha sido perdida durante el proceso, así como detergentes, ácidos, agentes limpiadores como la soda cáustica.

La mayoría de los componentes de los efluentes de esta industria los constituyen: grasa de la leche, proteínas, lactosa y ácido lácteo, así como también sodio, potasio y calcio. La pérdida de leche por efluentes puede ascender de 0.5 a 2.5 % de la leche que entra al proceso, pero en algunas ocasiones alcanza valores de 3 a 4 %. **[24]**.

Gráfico No. 10 Componentes de una Industria.



Fuente: International Finance Corporation, 2007.

Elaborado por: Marco Zamora

f) Contaminación del Agua

El problema medioambiental más importante de la industria es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (fundamentalmente orgánica). En cuanto al volumen de aguas residuales generado por una empresa láctea se pueden encontrar valores que oscilan entre 2 y 6 L/L leche procesada.

Las aguas residuales generadas en una empresa láctea se pueden clasificar en función de: procesos y limpieza, y refrigeración [7].

Se ha estimado que el 90 % de la DQO de las aguas residuales de una industria láctea es atribuible a componentes de la leche y sólo el 10% a suciedad ajena a la misma.

En la composición de la leche además de agua se encuentran grasas, proteínas (tanto en solución como en suspensión), azúcares y sales minerales. Los productos lácteos además de los componentes de la leche pueden contener azúcar, sal, colorantes, estabilizantes, etc. Dependiendo de la naturaleza y tipo de producto y de la tecnología de producción empleada.

Todos estos componentes aparecen en las aguas residuales en mayor o menor cantidad, bien por disolución o por arrastre de los mismos con las aguas de limpieza [7].

En general, los efluentes líquidos de una industria láctea presentan las siguientes características:

- Alto contenido en materia orgánica, debido a la presencia de componentes de la leche. La DQO media de las aguas residuales de una industria láctea se encuentran entre 1,000.00 – 6,000.00 mg DBO/L.
- Presencia de aceites y grasas, debido a la grasa de la leche y otros productos lácteos, como en las aguas de lavado de la mazada.
- Niveles elevados de nitrógeno y fósforo, principalmente debidos a los productos de limpieza y desinfección.
- Variaciones importantes de pH, vertidos de soluciones ácidas y básicas. Principalmente procedentes de las operaciones de limpieza, pudiendo variar entre valores de pH 2-11.
- Conductividad elevada (especialmente en las empresas productoras de queso debido al vertido de cloruro sódico procedente de salado del queso).
- Variaciones de temperatura (considerando las aguas de refrigeración).

Las pérdidas de leche, que pueden llegar a ser del 0.5 -2.5 % de la cantidad de leche recibida o en los casos más desfavorables hasta del 3-4% (UNEP,2000), son una contribución importante a la carga contaminante del efluente final. Un litro de leche entera equivale aproximadamente a una DBO₅ de 110,000.00 mg/L y una DQO de 210,000.00 mg O₂/L [7].

La generación de aguas residuales es el aspecto ambiental más significativo de la industria láctea. Una adecuada monitorización de las aguas residuales debería permitir controlar los valores máximos de

concentración de parámetros químicos como la cuantificación de las cantidades anuales vertidas.

En conocimiento de estos aspectos permitirá adecuar el plan de medición y control de emisiones a las características de cada instalación [24].

2.4.2.2. Análisis Físico-químicos

a) Demanda Química de Oxígeno

La demanda química de oxígeno es un parámetro analítico de polución que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química. La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte. [35].

b) Demanda Bioquímica de Oxígeno

Cantidad de oxígeno consumida durante un tiempo determinado, a temperatura dada, para descomponer por oxidación las materias orgánicas del agua con ayuda de las bacterias. Es una medida de la contaminación de un líquido al ser vertido a un cuerpo de agua. Una sustancia tiene alta DBO si, al ser descargada a un cuerpo de agua, proporciona a las bacterias y otros microorganismos que en él habitan una rica fuente de alimentos, permitiendo que se reproduzca con rapidez. Las cantidades cada vez mayores de bacterias consumen el oxígeno del agua. Si la DBO del efluente es demasiado elevada, o el cuerpo receptor no es capaz de diluirlo hasta alcanzar un nivel seguro, la cantidad de oxígeno disuelto disminuye de tal forma que los peces y otros organismos acuáticos mueren asfixiados [32].

c) Potencial Hidrógeno (pH)

El término pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrógeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrógeno.

En general se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total. En las plantas de tratamiento de aguas residuales que emplean procesos biológicos, el pH debe controlarse dentro de un intervalo favorable a los organismos. Tanto por estos factores como por las relaciones que existen entre pH, alcalinidad y acidez, es muy importante entender los aspectos teóricos y prácticos del pH [35].

Los valores de pH demasiado altos o demasiado bajos son casi siempre indicio de que están presentes materias indeseables, como metales tóxicos o solventes; la medición, en este caso, a pesar de su sencillez, no es fácil de ejecutarla en línea. La determinación de este parámetro es siempre una buena inversión contra paradas repentinas de la planta [2].

d) Aceites y Grasas

Se entiende por grasas y aceites el conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, muy ofensivas estéticamente. En aguas residuales los aceites, las grasas y las ceras son los principales lípidos de importancia.

Las grasas y los aceites son uno de los problemas principales en la disposición de lodos crudos sobre el suelo; por ello, uno de los objetivos de la digestión de lodos es la reducción de ellos. Además, las grasas y los aceites afectan adversamente la transferencia de oxígeno del agua a las células e interfieren con su desempeño dentro del proceso de tratamiento

biológico aeróbico. La rotura de las emulsiones aceitosas puede requerir acidificación o agregación de coagulantes [35].

Si las grasas y aceites no se remueven en los procesos de pretratamiento de aguas residuales, tenderán a acumularse posteriormente en los procesos siguientes. Si las grasas no se remueven antes de descargar las aguas residuales tratadas, podrían interferir con la vida biológica en la superficie de las fuentes receptoras creando películas desagradables a la vista [12].

e) Nitrógeno Total en base a Nitratos

Los compuestos del nitrógeno son de gran interés para los ingenieros ambientales debido a su importancia en los procesos vitales de todas las plantas y animales. La química del nitrógeno es compleja a causa de los diversos estados de valencia que puede asumir este elemento y al hecho de que los cambios en la valencia los pueden hacer organismos vivos, según si las condiciones son aeróbicas o anaeróbicas [35].

f) Sulfatos

Es uno de los aniones más comunes en las aguas naturales, en concentraciones que varían desde unos pocos hasta varios miles de mg/L. Como los sulfatos de sodio y de magnesio tienen un efecto purgante, especialmente entre los niños, se recomienda un límite superior en aguas potables de 250 mg/L de sulfatos. El contenido es también importante, porque las aguas con alto contenido de sulfatos tienden a formar incrustaciones en las calderas y en los intercambiadores de calor [35].

g) Sólidos Totales

Se clasifica toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquido, como materia sólida. En ingeniería sanitaria es necesario

medir la cantidad del material sólido contenido en una gran variedad de sustancias líquidas y semilíquidas que van desde aguas potables hasta aguas contaminadas, aguas residuales, residuos industriales y lodos producidos en los procesos de tratamiento [35].

h) Sólidos Sedimentables

La denominación se aplica a los sólidos en suspensión que se sedimentarán, en condiciones tranquilas, por acción de la gravedad. La determinación de sólidos suspendidos totales y sólidos suspendidos volátiles es importante para evaluar la concentración o “fuerza” de aguas residuales y para determinar la eficiencia de las unidades de tratamiento. En plantas de lodos activados, estas determinaciones se usan para controlar el proceso y como factores de diseño de unidades de tratamiento biológico secundario [35].

i) Nitritos

El nitrógeno de nitritos raras veces aparece en concentraciones mayores de 1mg/L, aun en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. En aguas superficiales y subterráneas su concentración por lo general es menor de 0.1 mg/L. Su presencia indica, por lo regular, procesos activos biológicos en el agua, ya que es fácil y rápidamente convertido en nitrato [35].

j) Conductividad

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación [35].

La conductividad eléctrica (CE) del agua es la medida de la capacidad de una solución para conducir la corriente eléctrica. Como la corriente eléctrica es transportada por iones en solución, el aumento en la concentración de iones provoca un aumento en la conductividad. Por tanto, el valor de la medida de CE es usado como un parámetro sustituto de la concentración de sólidos disueltos totales (SDT).

La conductividad eléctrica se expresa en micromhos por centímetro ($\mu\text{mho/cm}$) en unidades del sistema inglés y como milisiemens por metro (mS/m) en unidades del SI. Debe anotarse que $10 \mu\text{mho/cm}$ equivalen a 1mS/m [12].

k) Hierro

Muchas aguas residuales industriales son ácidas y, por consiguiente, poseen grandes cantidades de hierro ferroso soluble. La secuencia principal de tratamiento supone oxidación de hierro ferroso en hierro férrico, precipitación y clarificación. El agua se neutraliza inicialmente a pH 7.0 para que el hierro ferroso se oxide en hierro férrico y forme hidróxido férrico, el cual es insoluble. En algunos residuos industriales el hierro también puede existir con cianuro y formar compuestos muy estables que hacen extremadamente difícil el tratamiento, tanto del hierro como del cianuro, sin que se logre rendimientos adecuados [36].

l) Cloruros

La concentración de cloruros en aguas residuales es un parámetro importante relacionado con su reutilización. Los cloruros en aguas naturales provienen de los cloruros lixiviados de las rocas y los suelos con los que ellas hacen contacto. Otras fuentes potenciales de cloruros son las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agrícolas a las aguas superficiales. En las aguas residuales, los cloruros son añadidos como consecuencia del uso. [12].

m) Temperatura

Es un parámetro importante en aguas residuales por su efecto sobre la característica del agua, sobre las operaciones y procesos de tratamiento, así como sobre el método de disposición final. En general, las aguas residuales son más cálidas que las de abastecimiento y, en aguas de enfriamiento, la polución térmica es significativa.

En general los tiempos de retención para tratamiento biológico disminuyen a mayor temperatura y los parámetros de diseño son función de ella. La temperatura óptima para la actividad bacterial es de 25 °C a 35 °C. La digestión aeróbica y la nitrificación se suspenden cuando la temperatura alcanza los 50°C. Cuando la temperatura es menor de 15°C la digestión metanogénica es muy lenta, y a temperatura de 5°C la bacteria autotrófica nitrificante deja de operar [36].

n) Acidez

La acidez de un agua es su capacidad cuantitativa de neutralizar una base fuerte a un pH de 8.2. La titulación con NaOH mide la concentración de ácidos minerales como ácido sulfúrico, de CO₂ disuelto y de sales de hidrólisis ácida.

La acidez se origina en la disolución de CO₂ atmosférico, en la oxidación biológica de la materia orgánica o en la descarga de aguas residuales industriales. Su efecto corrosivo en aguas residuales es de gran importancia, así como su posible efecto destructor o alterador de la flora y fauna de fuentes receptoras [36].

o) Turbidez

La turbidez o turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que

pasan a través de una muestra de agua; en otras palabras, es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea reemitida y no transmitida a través de la suspensión. La turbidez en agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos [35].

p) Fosfatos

El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales. El empleo de detergentes, los cuales contienen grandes cantidades de fósforo, ha aumentado el contenido de fosfato en las aguas residuales domésticas y ha contribuido al problema de incremento del mismo en las fuentes receptoras.

Los fosfatos orgánicos están constituidos por muchos tipos de compuestos de P orgánico, incluidos fosfolípidos, fosfatos azucarados, nucleótidos, fosforamidas, etc [35].

q) Sólidos Disueltos

Los sólidos disueltos representan el material soluble y coloidal, el cual requiere usualmente, para su remoción, oxidación, oxidación biológica o coagulación y sedimentación. Los sólidos suspendidos o no disueltos constituyen la diferencia entre los sólidos totales de la muestra filtrada y los sólidos de la muestra filtrada. En la práctica los sólidos disueltos son aquellos con tamaño de $1.2 \mu\text{m}$ y los suspendidos los que tienen tamaño mayor de $1.2 \mu\text{m}$, tamaño nominal de poros correspondiente a los filtros de fibra de vidrio usados para hacer separación [36].

r) Coliformes Totales

El grupo coliforme como todas las bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37 °C, produciendo ácido y gas (CO₂) en 24 horas, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la B-galactosidasa (Ministerio de Salud, 1998). Entre ellos se encuentran los diferentes *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. (Organización Panamericana de la Salud, 1987) [5].

s) Coliformes Fecales

Los coliformes fecales también denominados coliformes termotolerantes, llamados así porque soportan temperaturas altas hasta de 45 °C, comprenden un grupo muy reducido de microorganismos los cuales son indicadores de calidad, ya que son de origen fecal. En su mayoría están representados por el microorganismo *E. coli* pero se pueden encontrar, entre otros menos frecuentes, *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* estos últimos hacen parte de los coliformes termotolerantes, pero su origen se asocia normalmente con la vegetación y solo ocasionalmente aparecen en el intestino (HAYES; 1993) [5].

t) Color

Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y magnesio coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. El color natural en el agua existe principalmente por efecto de partículas coloidales cargadas negativamente; debido a esto, su remoción puede lograrse con ayuda de un coagulante de una sal de ion metálico trivalente como el Al⁺⁺⁺ o el Fe⁺⁺⁺. [35].

u) Olor y sabor

Los olores de las aguas residuales constituyen una de las principales objeciones ambientales y su control en plantas de tratamiento es muy importante. Entre los problemas atribuibles a los olores ofensivos se señalan pérdida del apetito por los alimentos, menor consumo de agua, dificultades respiratorias, náusea, vómito, perturbaciones mentales, deterioro de las relaciones humanas, pérdida del orgullo comunitario y de nivel social, pérdida del valor de la propiedad y del potencial de su desarrollo [36].

v) Aspecto

Cuando la luz incide una suspensión de partículas en solución acuosa, éstas pueden remitirla, en varias direcciones, con la misma longitud de onda de la luz incidente. Una porción de la luz puede emitirse con longitud de onda mayor que la de la luz incidente y una porción de energía puede emitirse enteramente como radiación de longitud de onda grande o calor. [35].

w) Formación de Espuma

Los detergentes, agentes tensoactivos o agentes superficiales activos, son compuestos constituidos por moléculas orgánicas grandes, polares, solubles en agua y aceites, que tiene la propiedad de disminuir la tensión superficial de los líquidos en que se hallan disueltos. Su presencia disminuye la tensión superficial del agua y favorece la formación de espumas, aún en bajas concentraciones, cuando se acumula en la interfaz aire-agua, gracias a la presencia de proteínas, partículas sólidas finas y sales minerales disueltas. Además, inhiben la actividad biológica y disminuye la solubilidad del oxígeno. Por otra parte, los detergentes son fuente principal de fósforo en las aguas residuales y causantes de la eutrofización en lagos [36].

2.4.2.3. Aguas Residuales

Aguas residuales de procesos industriales

Dada la presencia de sólidos de la leche (por ejemplo, proteínas, grasa, carbohidratos y lactosa), las aguas residuales procedentes de las instalaciones de procesamiento de productos lácteos pueden registrar un contenido orgánico y una demanda biológica (DBO) y química (DQO) de oxígeno considerables. Asimismo, esto puede contribuir a la existencia de grandes cargas orgánicas en las aguas residuales. Las actividades de salazón durante la producción de queso pueden derivar en elevados niveles de salinidad en las aguas residuales. Las aguas residuales también pueden contener ácidos, álcali y detergentes con cierto número de ingredientes activos y desinfectantes, incluidos compuestos de cloro, peróxido de hidrógeno y amonio cuaternario [24].

Consumo de agua y otras corrientes de aguas residuales

En las guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad se dan orientaciones sobre el manejo de aguas residuales no contaminadas procedentes de operaciones de servicios públicos, aguas pluviales no contaminadas y aguas de alcantarillado. Las corrientes contaminadas deberían desviarse hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales de procesos industriales. Las instalaciones dedicadas al procesamiento de productos lácteos emplean un volumen considerable de agua potable para el procesamiento y la limpieza de equipos, áreas de proceso y vehículos [24].

Los vertidos líquidos son el aspecto que presenta una mayor incidencia medioambiental debido al alto volumen de aguas residuales generado (consumos de agua de 2 a 5 veces el volumen de leche tratada) y a su marcado carácter orgánico.

El volumen de los efluentes y su contenido en materia contaminante son muy variables, según sea la naturaleza de la fabricación, las técnicas de trabajo y de cómo se realicen las operaciones de limpieza. **[23]**.

Los residuos generados en las industrias lácteas son principalmente residuos orgánicos derivados del proceso productivo, residuos de envases y embalajes tanto de materias primas y secundarias como de producto final y, en menor medida, residuos relacionados con las actividades de mantenimiento, limpieza, laboratorio y trabajo de oficina.

También se deben considerar los residuos derivados de los procesos de tratamiento de aguas residuales como son las grasas retiradas y los fangos de los sistemas físico-químicos y/o biológicos **[23]**.

El mayor volumen de aguas residuales procede de agua de lavado derivada de operaciones de limpieza de equipos, purga de líneas por cambio de producto, etapas de los procesos de pasteurización.

Los productos lácteos además de los componentes de la leche pueden contener azúcar, sal, colorantes, estabilizantes, etc., dependiendo de la naturaleza y tipo de producto y de la tecnología de producción empleada. Todos estos componentes aparecen en las aguas residuales en mayor o menor cantidad. **[3]**.

Por sus características analíticas las aguas residuales se podrían clasificar en función de dos focos de generación: actividades de proceso (donde se incluyen las operaciones de limpieza) y operaciones de tratamiento térmico y/o refrigeración.

En función del proceso productivo o de la actividad realizada existe una serie de operaciones que son las que más significativamente contribuyen a la generación de aguas residuales.

Cuadro No. 10 Principales operaciones generadas de agua residual.

Proceso productivo	Operaciones con mayor generación de aguas residuales	Observaciones
Leche	Tratamiento térmico Envasado	El volumen de vertido depende de si se realiza recirculación de las aguas del tratamiento térmico.
Yogurth	Limpieza conducciones	Las aguas de lavado de la mazada tienen un alto contenido en grasas.
Queso	Corte-Desuerado Moldeo-Prensado Salado	El vertido del lactosuero supone un volumen y carga contaminante elevado. La regeneración de las salmueras suponen un vertido periódico de elevada conductividad.
Operaciones auxiliares	Limpieza y desinfección Refrigeración	El volumen y carga contaminante de las aguas de limpieza depende de la gestión que se realiza de las mismas. El vertido de las aguas de refrigeración depende del grado de recirculación.

Fuente: E. Spreer, 1991.

Elaborado por: Marco Zamora.

En el caso de la elaboración de quesos, aproximadamente el 90 % de la leche utilizada para su fabricación acabada en forma de lactosuero. El lactosuero dulce es normalmente recogido y usado como aditivo alimentario. En cambio, el lactosuero salado no se puede utilizar con este fin, a no ser que se retire la sal por medio de un proceso de separación con membranas como puede ser la ósmosis inversa, donde el permeado de esta operación es altamente salino [3].

El volumen de lactosuero generado en la elaboración de queso es aproximadamente nueve veces la cantidad de leche tratada, con una carga orgánica muy elevada (DQO aproximadamente de 60,000.00mg/ O₂/l) por lo que su vertido junto con las aguas residuales aumenta considerablemente la carga contaminante del vertido final [3].

2.4.2.4. Cambios en los parámetros de calidad del agua

La aguas residuales de la Empresa de Productos Lácteos Marco's si presenta bastante alteración al hacer una comparación entre el agua que ingresa para el proceso y el agua que se desaloja.

2.5. Hipótesis

“Las aguas residuales descargadas por la Empresa de Productos Lácteos Marco's presentan alto contenido de materia orgánica”

2.6. Señalamiento de Variables de la Hipótesis

2.6.1. Variable Independiente: Desconocimiento de los efectos de la descarga de aguas residuales.

2.6.2. Variable Dependiente: Cambios en los parámetros de calidad del agua.

Unidades de Observación: Empresa de Productos Lácteos Marco's.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque

La **Empresa de Productos Lácteos Marco's** ubicada en la zona urbana del Cantón Píllaro de la Provincia de Tungurahua se inicio en 1994. Actualmente trabajan 20 personas en la empresa, 15 en el Área Productiva y 5 en el Área Administrativa, diariamente procesa 8000 litros de los cuales el 40% es para quesos, 30% leche fluida y 30 % yogurth, diariamente se trabaja con este volumen de leche por lo que labora todos los días del año de 08:00 a 17:00.

El presente trabajo de caracterización de las aguas residuales se encamina a reducir el impacto ambiental ocasionado por la descarga de aguas residuales de la Empresa de Productos Lácteos Marco's, además se pretende comprobar la hipótesis.

El enfoque de la presente investigación es de carácter **cualitativo**, por lo que se va a identificar el grado de contaminación del agua como producto de la actividad industrial en la empresa, ya que se considera también la calidad de agua que ingresa, para así determinar la contaminación que produce y establecer las condiciones en las que se elimina.

3.2. Modalidad Básica de la Investigación

En el presente proyecto se va a utilizar diferentes tipos de modalidades de investigación mencionados:

Investigación documental – bibliográfica.- Tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una

cuestión determinada, basándose en documentos (fuentes primarias), o en libros, revistas, periódicos y otras publicaciones (fuentes secundarias) [1].

Investigación de campo.- Es el estudio sistemático de los hechos en el lugar en que se producen los acontecimientos. En esta modalidad el investigador toma contacto en forma directa con la realidad, para obtener información de acuerdo con los objetivos del proyecto.

Investigación experimental o de laboratorio.- Es el estudio en que se manipula ciertas variables independientes para observar los efectos en las respectivas variables dependientes, con el propósito de precisar la relación causa – efecto. Estos estudios son por lo general, considerados como los que mayor validez tienen en sus resultados [1].

Para desarrollar la presente investigación se va a utilizar en primera instancia de la investigación bibliográfica documental para fortalecer el marco teórico basándose en estudios ya realizados para establecer el plan de tesis, posteriormente se utiliza la investigación de campo para la recolección de muestras de las aguas residuales generadas por la Empresa de Productos Lácteos Marco's y posteriormente se empleará la investigación experimental o de laboratorio para evaluar la calidad del agua y tener los resultados suficientes para poder establecer la propuesta de solución a la problemática.

3.3. Nivel o Tipo de Investigación

Para la presente investigación se debe considerar los niveles o tipos de investigación, puesto que cada uno de ellos tiene sus propias características que se articulan con determinados objetivos. Por lo tanto se utilizará el siguiente tipo de investigación:

Método Inductivo.- Es el que parte de los datos particulares para llegar a conclusiones generales.

Método Exploratorio.- Se produce porque no se cuentan con suficientes datos acerca del objeto de estudio. La investigación pretende construir ese objeto a partir de una primera exploración. Normalmente acaba con el planteamiento de una hipótesis. También puede haber objetos exploratorios formando parte previa de la investigación: planificar una etapa explorativa a la que le van a suceder otras con otros objetivos y son:

- Generar hipótesis.
- Reconocer variables de interés investigativo.
- Sondar un problema poco investigado o desconocido en un contexto particular **[29]**.

3.4. Operacionalización de Variables

3.4.1. Operacionalización de la Variable Independiente. (Cuadro No. 11)

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: Desconocimiento de los efectos de la descarga de aguas residuales.				
CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
La descarga incontrolada de las aguas residuales ocasiona impactos negativos al ambiente cambiando la calidad del agua.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad • Frecuencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Volumen diario de eliminación. - Destino de las aguas residuales. - Eliminación diaria o semanal. - Sustancias que se desalojan con el agua. 	<p>Cantidad de agua que se elimina diariamente?</p> <p>Lugar donde se eliminan las aguas residuales?</p> <p>Con qué frecuencia se eliminan las aguas residuales?</p> <p>Qué sustancias se eliminan con el agua?</p>	<p>Entrevista al Gerente y Técnico de la Empresa de Productos Lácteos Marco's.</p> <p>Entrevista al Gerente y Técnico de la Empresa de Productos Lácteos Marco's.</p> <p>Entrevista al Gerente y Técnico de la Empresa de Productos Lácteos Marco's.</p> <p>Entrevista al Gerente y Técnico de la Empresa de Productos Lácteos Marco's.</p>

Elaborado por: Marco Zamora

3.4.2. Operacionalización de la Variable Dependiente. (Cuadro No. 12)

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: Cambios en los parámetros de calidad del agua.				
CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
Modificaciones en los valores físico-químicos, por la falta de tratamiento de las aguas antes de su descarga que provoca datos altamente contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> • Orgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de DBO en el agua. - Nivel de DQO en el agua. - Nivel de Sólidos Disueltos - Nivel de Sólidos Totales. - pH. 	<p>Se realiza análisis de DBO, DQO en las aguas residuales?.</p> <p>Se realiza análisis de Sólidos Disueltos y Sólidos Totales?.</p>	<p>Análisis de Laboratorio.</p> <p>Análisis de Laboratorio.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Inorgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de acidez. - Nivel de turbidez. - Conductividad. - Nitrógeno Total. - Fósforo Total 	<p>Se realiza mediciones de pH, acidez, turbidez, conductividad, nitrógeno total, fósforo total en las aguas residuales.</p>	<p>Análisis de Laboratorio.</p>

Elaborado por: Marco Zamora

3.5. Recolección de la Información

Se va considerar como personas u objetos de estudio al personal que laboran en la Empresa de Productos Lácteos Marco's que se les aplicó encuestas para conocer las causas del desconocimiento de la descarga incontrolada de aguas residuales y si aplican algún tratamiento previo antes de su desalojo, además se consiguió entrevistas con el gerente y técnico de la empresa para tener una información verídica de las cantidad de agua que se consume diariamente, además se consulto de donde proviene el agua que utiliza la empresa y hacia donde va una vez utilizada para el proceso y operaciones de limpieza que son muy necesarias. Considerando las operaciones unitarias del proceso de la elaboración de los productos a través de la técnica de la observación para así establecer que operación unitaria es la que más contamina sus aguas.

Para la recolección de las muestras de aguas residuales se consideran dos criterios:

- a) Se procedió a recolectar una muestra de la cisterna para considerar la calidad de agua que se emplea en los procesos para la elaboración de los productos y para las operaciones de limpieza categorizada como **muestra # 1**.

- b) Para analizar las aguas residuales desalojadas por la Empresa de Productos Lácteos Marco's se consideró una muestra compleja de las diferentes líneas de proceso como son queso fresco, queso mozzarella, yogurth, leche y de las operaciones de limpieza por lo que, en cada toma de muestra se registro las condiciones de la muestra, del lugar donde se toma la muestra y la temperatura a la cual son descargadas sus aguas residuales. Para de esta manera tener una idea globalizada de la descarga diaria y poder establecer las acciones correctivas correspondientes categorizada como **muestra # 2**.

Entre los análisis **físico-químicos** realizados en las aguas residuales son:

pH, temperatura, conductividad, alcalinidad, acidez, turbiedad, cloruros, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, hierro, fosfatos, nitritos, nitrógeno de nitratos, sulfatos, aceites y grasas, sólidos en suspensión, sólidos disueltos, sólidos totales.

De los **análisis microbiológicos** se aplicaron los siguientes:

Coliformes fecales y totales.

Los **análisis sensoriales** que se aplicaron a las muestras son:

Color, olor, aspecto, formación de espuma.

3.6. Procesamiento y Análisis de la Información.

La información que se obtenga en la encuesta, entrevista y pruebas de laboratorio, con los datos obtenidos se procederá a analizar mediante tablas y gráficos en el paquete estadístico EXCEL.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los Resultados (Encuestas, Entrevistas)

Con el visto bueno del Gerente propietario de la empresa de Productos Lácteos Marco's se procedió a entrevistarle junto con el Técnico encargado de la producción sobre los impactos de la descarga de aguas residuales sin ningún tratamiento a la red alcantarillado del cantón y los beneficios que tendría la empresa al desarrollar un estudio de las aguas residuales para plantear una propuesta de solución y cumplir con la ordenanza municipal de dar tratamiento a sus aguas residuales antes de su descarga.

Dentro de la entrevista aplicada al Gerente está de acuerdo que se está contaminando el ambiente y ésta consiente que se debe minimizar la contaminación que produce el procesamiento de la leche en su empresa, que se podría aplicar un estudio de producción más limpia y poder ahorrar recursos e implementar una planta de tratamiento de aguas residuales, además se planteó el diseño de trampas de grasas inicialmente para retener los sólidos que diariamente se descargan. Finalmente supo manifestar que sería bueno capacitar a los empleados sobre los impactos que ocasionan la manipulación de químicos y su descarga inmediata, concluyendo que todas las empresas deberían preocuparse más sobre la contaminación que están generando.

En la entrevista al Técnico de la Empresa supo manifestarse que se está contaminando y sería un gran aporte desarrollar un estudio de las aguas en la empresa, ya que está próximo a emitirse una ordenanza municipal sobre los impactos que ocasionan estas aguas y se plantea que los empresarios lácteos del cantón se asocien para dar tratamiento a sus efluentes, resulta de gran utilidad un estudio de esta naturaleza para que la

empresa sea más productiva y ahorrar los recursos que en las jornadas diarias que se están desperdiciando.

A los empleados se les aplicó modelo de encuesta para saber el nivel de conocimientos que poseen sobre las aguas residuales que están descargando consiente o inconscientemente al alcantarillado. La cual contiene las siguientes preguntas:

1.- ¿Conoce los efectos de la descarga de aguas residuales?

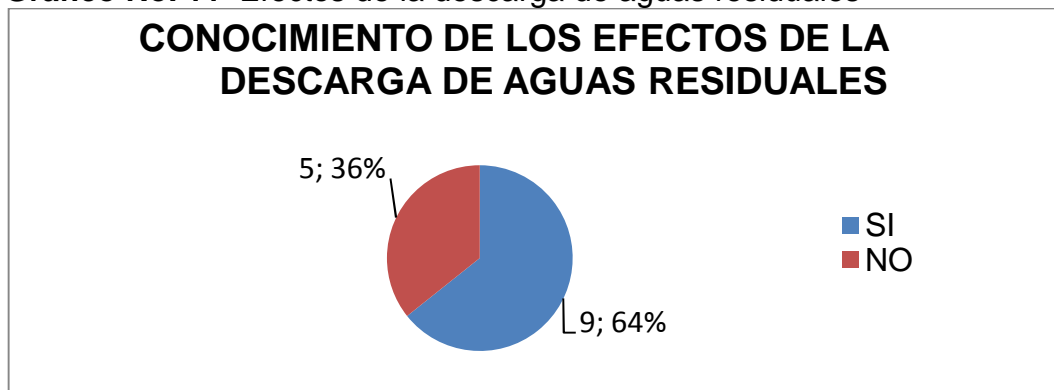
SI NO

Cuadro No. 13 Efectos de la descarga de aguas residuales

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	9	64.29
NO	5	35.71
TOTAL	14	100

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 11 Efectos de la descarga de aguas residuales



Elaborado por: Marco Zamora

Interpretación:

De acuerdo al gráfico anterior se puede manifestar, que nueve de catorce de los empleados encuestados están de acuerdo en los efectos que pueden ocasionar estas aguas residuales descargadas incontroladamente, mientras que cinco personas no conocen.

2.- ¿Ha recibido capacitación sobre los efectos de las aguas residuales?

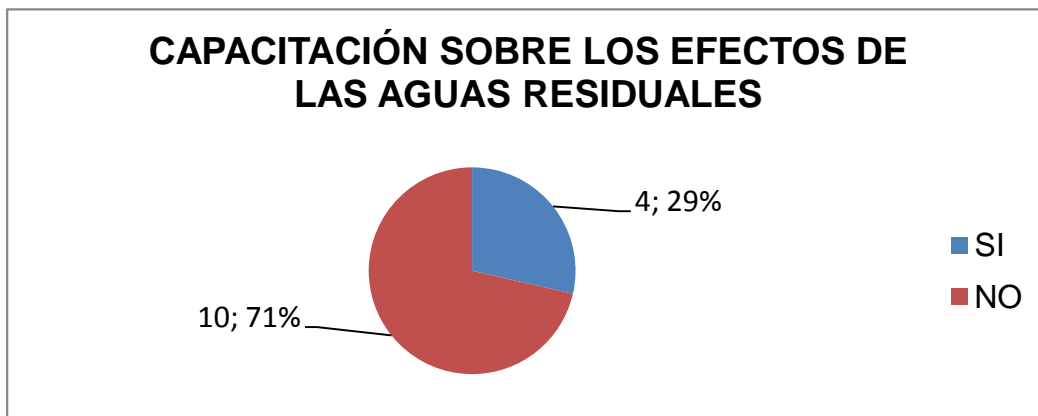
SI NO

Cuadro No. 14 Efectos de las aguas residuales

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	4	28.57
NO	10	71.43
TOTAL	14	100

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 12 Efectos de las aguas residuales



Elaborado por: Marco Zamora

Interpretación:

Se concluye que cuatro de catorce empleados encuestados tiene conocimiento de los efectos de las aguas residuales; mientras que diez personas no tienen conocimiento alguno, por lo tanto se considera necesario aplicar una capacitación.

3.- ¿Con qué frecuencia desalojan las aguas residuales de la empresa?

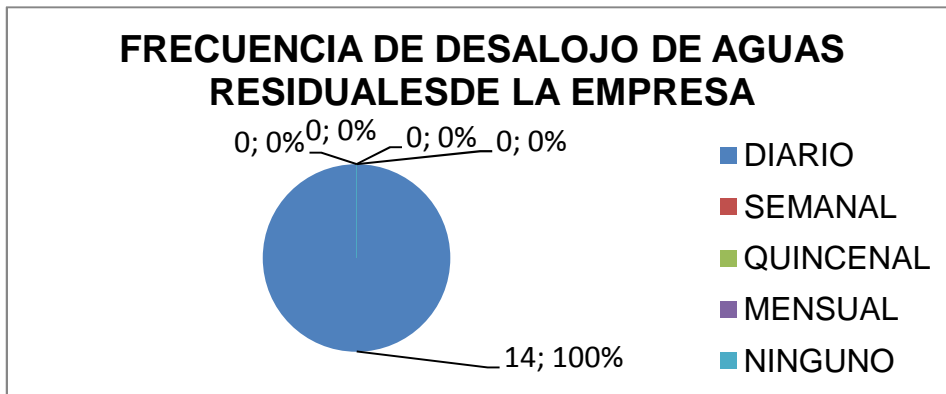
Diario Semanal Quincenal Mensual Ninguno

Cuadro No. 15 Frecuencia de desalojo de aguas residuales

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
DIARIO	14	100.00
SEMANAL	0	0.00
QUINCENAL	0	0.00
MENSUAL	0	0.00
NINGUNO	0	0.00
TOTAL	14	100

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 13 Frecuencia de desalojo de aguas residuales



Elaborado por: Marco Zamora

Interpretación:

En el gráfico se aprecia, que la totalidad de los empleados manifiestan que las aguas residuales se desalojan diariamente de sus diferentes líneas de producción.

4- ¿Con qué frecuencia se realizan las operaciones de limpieza en la empresa?

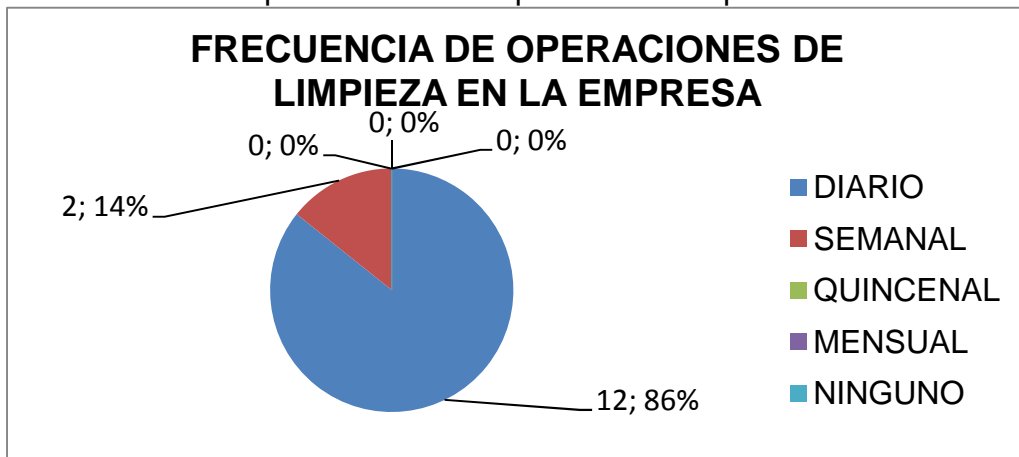
Diario
 Semanal
 Quincenal
 Mensual
 Ninguno

Cuadro No. 16 Operaciones de limpieza en la empresa

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
DIARIO	12	85.71
SEMAMANAL	2	14.29
QUINCENAL	0	0.00
MENSUAL	0	0.00
NINGUNO	0	0.00
TOTAL	14	100

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 14 Operaciones de limpieza en la empresa



Elaborado por: Marco Zamora

Interpretación:

En la gráfica se llega a la conclusión, doce de las catorce personas encuestados explican que las operaciones de limpieza se realizan son diarias y mientras que dos personas dice que son semanales; es decir se necesita abundante agua para cubrir con las operaciones de limpieza.

5.- ¿Qué cantidad de agua normalmente se desaloja de la empresa?

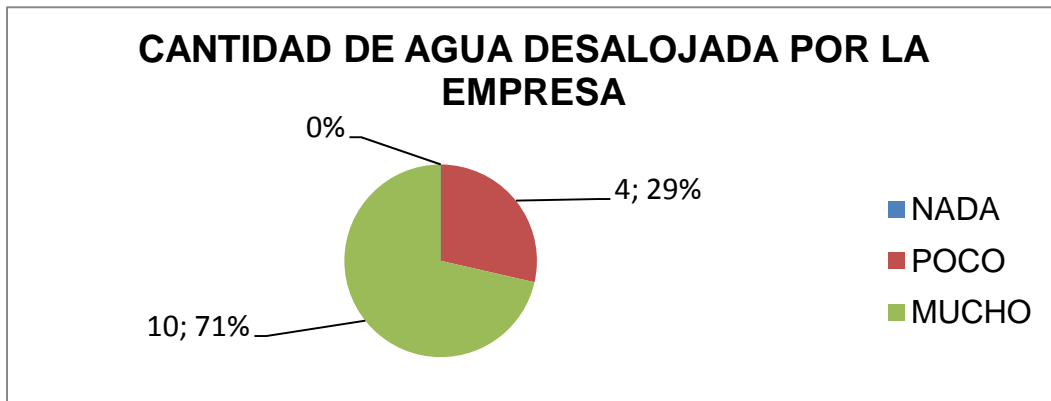
Nada Poco Mucho

Cuadro No. 17 Cantidad de agua desalojada

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
NADA	0	0.00
POCO	4	28.57
MUCHO	10	71.43
TOTAL	14	100

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 15 Cantidad de agua desalojada



Elaborado por: Marco Zamora

Interpretación:

Se puede manifestar, que diez de cada catorce personas encuestadas concuerdan que se descarga agua en grandes cantidades, mientras que cuatro personas dicen que se desalojan agua en pequeña cantidad, por lo que se debería controlar mejor la cantidad de agua utilizada.

6.- ¿Considera qué pueden ocasionar peligro si se consumen éstas aguas?

SI

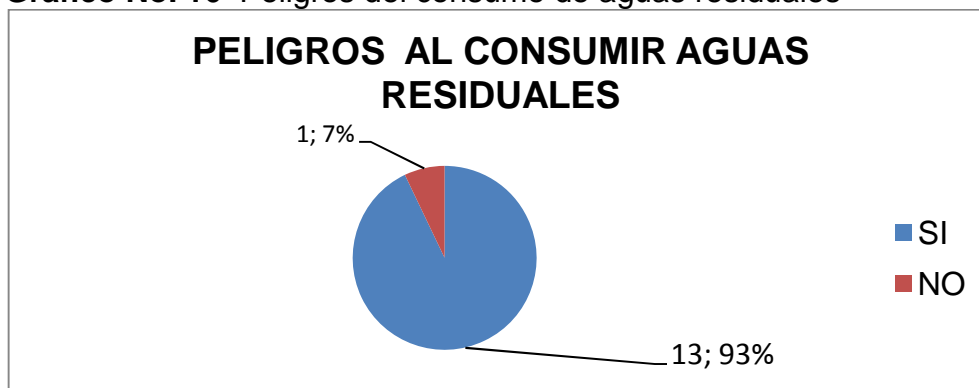
NO

Cuadro No. 18 Peligros del consumo de aguas residuales

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	13	92.86
NO	1	7.14
TOTAL	14	100

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 16 Peligros del consumo de aguas residuales



Elaborado por: Marco Zamora

Interpretación:

En la gráfica se llega a la conclusión, que trece de las catorce personas encuestadas consideran que consumir estas aguas una vez descargadas de la empresa puede ser peligro, mientras que una persona manifiesta que no causaría daño, resulta importante analizar la calidad de las aguas que se desalojan.

7.- ¿Conoce para qué se emplean éstas aguas una vez descargadas de la empresa?

SI

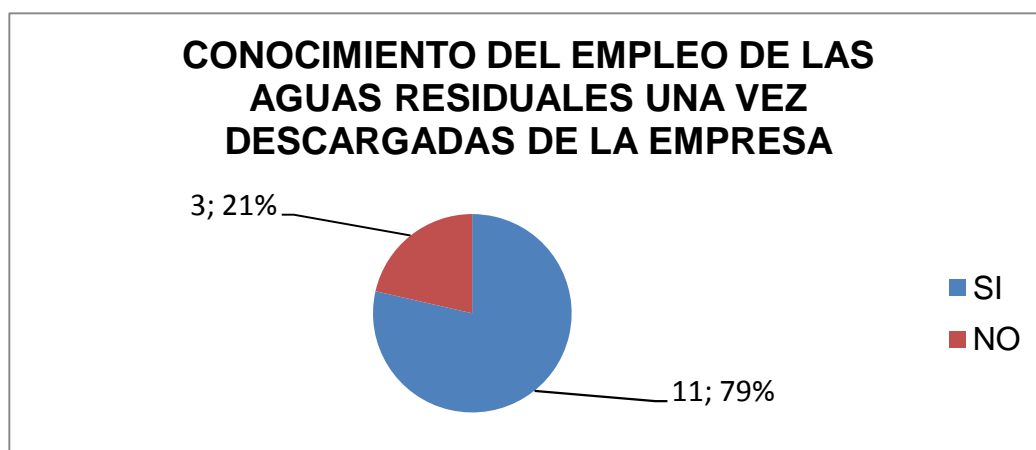
NO

Cuadro No. 19 Empleo de las aguas residuales

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	11	78.57
NO	3	21.43
TOTAL	14	100

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 17 Empleo de las aguas residuales



Elaborado por: Marco Zamora

Interpretación:

Se concluye, que once de las catorce personas encuestadas tiene conocimiento para que se emplean estas aguas una vez descargadas, mientras que tres personas desconoce la utilización de estas aguas.

8.- ¿Conoce la forma adecuada de manejar los residuos industriales?

SI

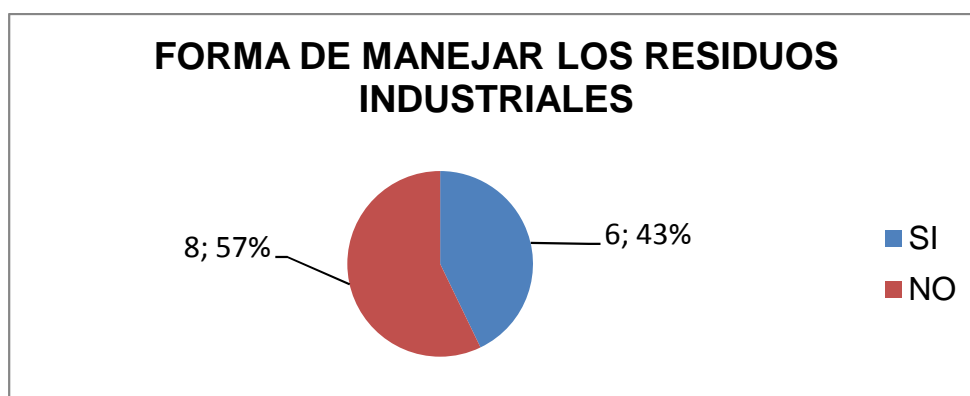
NO

Cuadro No. 20 Forma de manejo los residuos industriales

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	6	42.86
NO	8	57.14
TOTAL	14	100

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 18 Forma de manejo los residuos industriales



Elaborado por: Marco Zamora

Interpretación:

Se puede manifestar, que seis de las catorce personas encuestadas conocen la forma adecuada de manejar los desechos generados por el procesamiento de la leche, mientras ocho personas consideran que no conocen la forma de manejar los desechos.

9.- ¿Considera que se deba aplicar un tratamiento de las aguas residuales antes de su descarga?

SI

NO

Cuadro No. 21 Tratamiento de aguas residuales antes de su descarga

OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	14	100.00
NO	0	0.00
TOTAL	14	100

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 19 Tratamiento de aguas residuales antes de su descarga



Elaborado por: Marco Zamora

Interpretación:

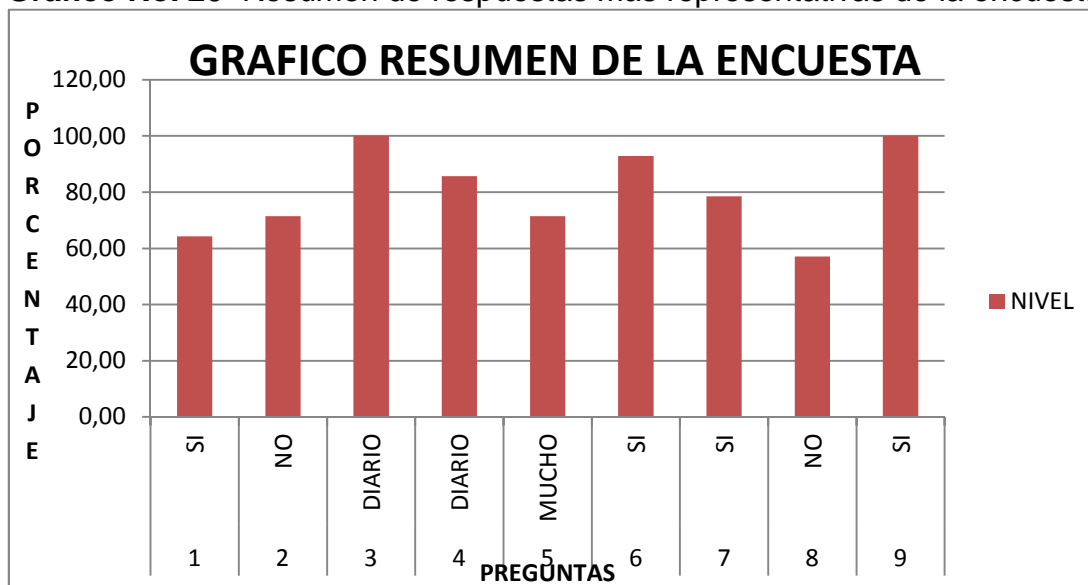
En el gráfico se evidencia, que la totalidad de las personas encuestadas, están de acuerdo que se deba aplicar un tratamiento a las aguas residuales para minimizar el impacto ambiental que están ocasionando.

Cuadro No. 22 Resumen de respuestas más representativas de la encuesta.

PREGUNTA	OPCIONES	RESPUESTAS	PORCENTAJE
1	SI	9	64.29
2	NO	10	71.43
3	DIARIO	14	100.00
4	DIARIO	12	85.71
5	MUCHO	10	71.43
6	SI	13	92.86
7	SI	11	78.57
8	NO	8	57.14
9	SI	14	100.00

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 20 Resumen de respuestas más representativas de la encuesta



Elaborado por: Marco Zamora

Interpretación:

En la gráfica anterior se considera los puntos más altos de cada pregunta para comparar la variabilidad de respuestas de cada una y se concluye que se está contaminando el agua, por lo tanto se debería capacitar y analizar los procesos, para minimizar la contaminación.

4.2 Interpretación de Datos (Encuesta, Entrevista).

Se puede manifestar que la mayoría de las personas que laboran en la Empresa de Productos Lácteos Marco's tienen conocimiento de los efectos que puede ocasionar el consumo de éstas aguas, pero no han recibido capacitación, mientras que las descargas y las operaciones de limpieza que se realizan son diarias, ya que se necesita de abundante agua para cubrir esta necesidad.

Consumir éstas aguas puede ocasionar peligro, por lo que su principal cuerpo receptor es el alcantarillado que posteriormente desemboca en una quebrada que alimenta al río, categorizando de mala calidad éstas aguas.

Finalmente se concluye que no existe suficiente conocimiento para el manejo de residuos industriales del procesamiento de la leche, por lo que se considera de gran importancia plantear una alternativa para disminuir la contaminación ambiental.

INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Para conocer la calidad del agua que desaloja la empresa se consideran dos muestras:

Muestra # 1: Agua que ingresa a la empresa es tomada en la cisterna que alimenta para los distintos procesos.

Muestra # 2: Agua que desaloja la empresa, haciendo referencia a una muestra compuesta la misma que se recolecto de las diferencias líneas de producción (queso fresco y mozzarella, yogurth, y leche) y a distinto horario junto con las aguas de los procesos de limpieza.

Se toman en cuenta las dos muestras para establecer en que condiciones ingresa el agua y los parámetros de calidad bajo los cuales se está descargando.

Cuadro No. 23 Muestra # 1 Análisis Físico-Químicos del Agua que Ingresa

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	LÍMITES
pH	Und.	4500-B	7.81	7-8.5
Temperatura	°C	2550-B	19.00	
Conductividad	µSiems/cm	2510-B	170.60	
Alcalinidad	mg/L	2320-B	170.00	
Acidez	mg/L	2310-B	420.00	
Turbiedad	NTU	2130-B	1.70	5.00
Cloruros	mg/L	4500-CI-B	92.00	50.00
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	10.60	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	7.30	
Hierro	mg/L	4500-Fe	0.17	0.20

Fosfatos	mg/L	4500-P-D	0.12	
Nitritos	mg/L	4500-NO ₂ -B	0.005	
Nitrógeno de Nitratos	mg/L	4500-NO ₃ -C	10.11	10.00
Sulfatos	mg/L	4500-SO ₄ -E	1.65	50.00
Aceites y Grasas	mg/L	5520-D	< 0.10	
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	< 0.10	
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	105.70	
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	240.00	500.00

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos (ESPOCH)

Elaborado por: Marco Zamora

Cuadro No. 24 Análisis Sensorial de Agua que Ingresa

PARÁMETRO	RESULTADO	LÍMITE
Color	Incolora	5
Olor	Inolora	Ausencia
Aspecto	Normal	Inobjetable
Formación de espuma	Nula	

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos (ESPOCH)

Elaborado por: Marco Zamora

Análisis Microbiológico

Color: Inolora

Olor: Inolora

Aspecto: Presencia de escaso material sedimentable.

Cuadro No. 25 Análisis Microbiológicos de Agua que Ingresa

DETERMINACIONES	MÉTODO USADO	VALOR ENCONTRADO	LÍMITE
Coliformes Totales UFC/100 ml	Filtración por membrana	100.00	Ausencia
Coliformes Fecales UFC/100 ml	Filtración por membrana	Ausencia	Ausencia

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos (ESPOCH)

Elaborado por: Marco Zamora

* Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.

Cuadro No. 26 Muestra # 2 Análisis Físico-químicos del Agua Desalojada

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	LÍMITES (TULAS)
pH	Und.	4500-B	4.74	5-9
Temperatura	°C	2550-B	30.00	< 40.00
Conductividad	µSiems/cm	2510-B	7,820.20	
Alcalinidad	mg/L	2320-B	1,130.00	
Acidez	mg/L	2310-B	3,220.00	
Turbiedad	NTU	2130-B	3,921.00	
Cloruros	g/L	4500-CI-B	101.90	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	18,400.00	500.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	12,500.00	250.00
Hierro	mg/L	4500-Fe	0.17	25.00
Fosfatos	mg/L	4500-P-D	14.96	15.00
Nitritos	mg/L	4500-NO ₂ -B	0.005	
Nitrógeno de Nitratos	mg/L	4500-NO ₃ -C	104.40	40.00
Sulfatos	mg/L	4500-SO ₄ -E	462.00	400.00
Aceites y Grasas	mg/L	5520-D	4,600.00	100.00
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	1,020.00	220.00
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	4,848.00	
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	36,620.00	1,600.00

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos (ESPOCH)**Elaborado por:** Marco Zamora**Cuadro No. 27** Análisis Sensorial del Agua Desalojada

PARÁMETRO	RESULTADO
Color	Blanquesina
Olor	Objetable (desagradable)
Aspecto	Presencia de material en suspensión y flotante
Formación de espuma	Abundante

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos (ESPOCH)**Elaborado por:** Marco Zamora**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO****Color:** Blanquesina**Olor:** Desagradable a lácteos**Aspecto:** Presencia de material en suspensión y sedimentado

Cuadro No. 28 Análisis Microbiológico del Agua Desalojada

DETERMINACIONES	MÉTODO USADO	VALOR ENCONTRADO	LÍMITE (TULAS)
Coliformes Totales UFC/100 ml	Filtración por membrana	39,500.00	
Coliformes Fecales UFC/100 ml	Filtración por membrana	Ausencia	

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos (ESPOCH)

Elaborado por: Marco Zamora

INTERPRETACIÓN:

4.2.1 Potencial Hidrógeno (pH)

Las muestras sometidas a análisis son las siguientes:

Muestra # 1: 7.81

Muestra # 2: 4.74

Norma TULAS: 5 – 9

Se concluye que el agua que se utiliza para los procesos está dentro de los límites permisibles, mientras que el agua que se desaloja no cumple con los parámetros establecidos para su descarga, ya que se encuentra un poco ácida por los materiales disueltos que contienen.

4.2.2 Temperatura

Las muestras tomadas en cuenta para el análisis de la temperatura son:

Muestra # 1: 19.00

Muestra # 2: 30.00

Norma TULAS: < 40

Se puede observar que la muestra 1 y 2 cumple con los parámetros establecidos en el Tulas para la descarga en el sistema de alcantarillado público que se debe descargar a una temperatura menor a 40°C.

4.2.3 Conductividad

Las muestras de las aguas en la Empresa de Productos Lácteos Marco's son las siguientes:

Muestra # 1: 170.60

Muestra # 2: 7,820.20

Al analizar la conductividad de las dos muestras de agua se puede manifestar que los valores presentan grandes diferencias, lo que se explica que tienen gran cantidad de sustancias disueltas que aumentan la conductividad.

4.2.4 Alcalinidad

Para determinar la alcalinidad del agua que ingresa y se desaloja de la empresa se consideran las siguientes muestras:

Muestra # 1: 170.00

Muestra # 2: 1,130.00

La alcalinidad de las muestras presenta mucha variación por lo que se puede explicar que hay gran cantidad de sustancias disueltas que aumentan la basicidad de las muestras, principalmente por las actividades de limpieza.

4.2.5 Acidez

Para estudiar la acidez de los afluentes y efluentes de la empresa se toma en cuenta las siguientes muestras:

Muestra # 1: 420.00

Muestra # 2: 3,220.00

Al comparar las dos muestras se puede apreciar que existe una diferencia significativa, ya que el agua que desaloja la empresa es en su mayoría diluida con suero lo cual se explica el valor de acidez alto en comparación con la que ingresa.

4.2.6 Cloruros

La presencia de cloruros en las aguas investigadas en la empresa de Lácteos Marco's son:

Muestra # 1: 92.00

Muestra # 2: 101.90

En el análisis de cloruros tanto en el agua que ingresa a la empresa como en el agua que la empresa desaloja presentan mucha diferencia, por las sustancias disueltas que contiene residuos de productos.

4.2.7 Demanda Química de Oxígeno

Para analizar la DQO se toma en cuenta las muestras que se detallan a continuación:

Muestra # 1: 10.60

Muestra # 2: 18,400.00

Norma TULAS: 500.00

En la muestra 2 existe un alto nivel de contaminación, ya que existe bastante materia orgánica que facilita la oxidación química. Por lo que se consume en gran cantidad el oxígeno. No cumple con el valor establecido en el Tulas.

4.2.8 Demanda Bioquímica de Oxígeno

Para la DBO de las muestras se consideran las siguientes muestras:

Muestra # 1: 7.30

Muestra # 2: 12,500.00

Norma TULAS: 250.00

En las muestras anteriores se puede observar que existe mucha diferencia entre la muestra que ingresa y la que se descarga, se aprecia que existe una progresiva oxidación de las materias orgánicas que se producen por la cantidad de bacterias que existen, además no cumple con lo establecido en la norma.

4.2.9 Hierro

Para determinar la presencia de hierro del agua que ingresa y se desaloja de la empresa se consideran las siguientes muestras:

Muestra # 1: 0.17

Muestra # 2: 0.17

Norma TULAS: 25.00

En las muestras analizadas existe la presencia de hierro pero en cantidades que están bajo la norma, por lo que las aguas no son muy ácidas y por lo tanto no tienen cantidades de hierro ferroso soluble.

4.2.10 Fosfatos

Para analizar la presencia de fosfatos se toma en cuenta las siguientes muestras:

Muestra # 1: 0.12

Muestra # 2: 14.96

Norma TULAS: 15.00

En las muestras analizadas el nivel de fosfatos se encuentra dentro del límite permisible para la descarga al sistema de alcantarillado público redactado en el Tulas. El nivel de fosfatos se encuentra bajo la norma debido a que se emplean detergentes orgánicos y no se utilizan en cantidades exageradas.

4.2.11 Nitritos

Las muestras de las aguas en la empresa de Productos Lácteos Marco's son las siguientes:

Muestra # 1: 0.005

Muestra # 2: 0.005

En las dos muestras sus valores no son muy elevados lo que indica que existe poca actividad biológica por lo que rápidamente se convierte en nitratos.

4.2.12 Nitrógeno de Nitratos

Para determinar la presencia de nitratos del agua que ingresa y se desaloja de la empresa se consideran las siguientes muestras:

Muestra # 1: 10.11

Muestra # 2: 104.40

Norma TULAS: 40.00

Se concluye que existe una gran diferencia entre la muestra de agua que ingresa a la empresa y la muestra que se desaloja, por lo tanto no cumple con los parámetros de calidad, el incremento en su valor se debe principalmente a la polución que se produce por la presencia de condiciones favorables como: pH, temperatura, humedad, nutrientes, cantidad de microorganismos.

4.2.13 Sulfatos

Para analizar los sulfatos en la Empresa de Lácteos Marco's se toma como referencia las dos muestras:

Muestra # 1: 1.65

Muestra # 2: 62.00

Norma TULAS: 400.00

Las dos muestras analizadas se observa que en el agua ingresa presenta un nivel aceptable, mientras que en el agua que se descarga posee un valor elevado y no cumple con el valor establecido en la norma para sistema de alcantarillado, ya que la presencia de los sulfatos pueden ocasionar la presencia de malos olores.

4.2.14 Aceites y Grasas

La presencia de aceites y grasas en las aguas en la empresa de Productos Lácteos Marco's se analiza mediante las siguientes muestras:

Muestra # 1: < 0.1

Muestra # 2: 4,600.00

Norma TULAS: 100.00

Al analizar las dos muestras se llega a la conclusión que al ingresar no presenta grasa el agua, mientras que al salir posee en gran cantidad excediendo los límites establecidos para descargar en el sistema de alcantarillado. Existe abundante grasa por los procesos de elaboración de los productos.

4.2.15 Sólidos en Suspensión

Para estudiar los sólidos en suspensión se toman en cuenta las siguientes muestras:

Muestra # 1: < 0.10

Muestra # 2: 1,020.00

Norma TULAS: 220.00

Se puede manifestar que la muestra 1 presenta su valor muy bajo, mientras que la muestra 2 que se refiere a las aguas residuales encontramos un valor muy elevado que es un indicativo del nivel de contaminación que tienen éstas aguas residuales.

4.2.16 Sólidos en Disueltos

En el análisis de sólidos disueltos en la Empresa Láctea Marco's se toma en cuenta el agua que ingresa y que sale para lo cual se parte de las siguientes muestras:

Muestra # 1: 105.70

Muestra # 2: 4,848.00

Al comparar las dos muestras existe una diferencia muy marcada entre la cantidad de sólidos disueltos que ingresa y que se desalojan por la cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas que se descarga parte de cuajada del proceso de elaboración de quesos y residuos de las actividades de limpieza.

4.2.17 Sólidos Totales

Para investigar los sólidos totales presentes en las aguas de la Empresa de productos Lácteos Marco's se toman en cuenta las siguientes muestras:

Muestra # 1: 240.00

Muestra # 2: 32,620.00

Norma TULAS: 1,600.00

Como se aprecia existe un nivel alto de contaminación, ya que la muestra 1 esta bajo el límite establecido, mientras que la muestra 2 esta fuera de los límites establecidos por la norma Tulas para la descarga al sistema de alcantarillado.

4.2.18 Color

Para determinar el color de las muestras a investigar en la empresa de productos Lácteos Marco's se toman en cuenta las siguientes muestras:

Muestra # 1: Incolora

Muestra # 2: Blanquesina

Al comparar las muestras se puede evidenciar que la muestra 1 presenta un color incoloro, mientras que la muestra 2 presenta un color blanquesino por la adición de suero, residuos de productos y agua que se desaloja por las actividades de limpieza.

4.2.19 Olor y sabor

Al analizar el olor de las muestras a investigar en la Empresa de productos Lácteos Marco's se toman en cuenta las siguientes muestras:

Muestra # 1: Inolora

Muestra # 2: Desagradable

Como se puede observar existe una gran diferencia entre las dos muestras, en la muestra 1 el agua esta libre de contaminación, en tanto que la muestra 2 tiene un olor desagradable por la contaminación que se produce.

4.2.20 Aspecto

El aspecto de las muestras a estudiar en la Empresa de productos Lácteos Marco's se toman en cuenta las siguientes muestras:

Muestra # 1: Normal

Muestra # 2: Presencia de material en suspensión y flotante

La muestra 1 tiene condiciones normales, al contraste con la muestra 2 se aprecia que posee material en suspensión y flotante.

4.2.21 Formación de espuma

Para caracterizar la formación de espuma en las muestras analizadas se presentan los siguientes resultados:

Muestra # 1: Nula
Muestra # 2: Abundante

En la muestra 1 no existe formación de espuma porque es el agua que ingresa, mientras que en la muestra 2 existe la presencia de gran cantidad de espuma, por la presencia de residuos de detergentes utilizados para la limpieza.

4.2.22 Coliformes Totales

Analizando la cantidad de coliformes totales en las aguas residuales de las siguientes muestras en la empresa de Productos Lácteos Marco's:

Muestra # 1: 100.00
Muestra # 2: 39,500.00

Al apreciar la muestra 1 presenta un valor bajo en comparación con la muestra 2 que tiene un valor bastante elevado por las condiciones en que se descargan.

4.2.23 Coliformes Fecales

Para investigar los coliformes fecales se considera las siguientes muestras:

Muestra # 1: Ausencia
Muestra # 2: Ausencia

En las muestras analizadas no existe la presencia de coliformes fecales, por las condiciones bajo las cuales se están descargando sus aguas residuales que son ácidas y a temperaturas altas.

4.3 Verificación de Hipótesis

El alto contenido de materia orgánica en las aguas residuales descargadas por la Empresa de Productos Lácteos Marco's se verifica

mediante los análisis físico-químicos como: pH, conductividad, alcalinidad, cloruros, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, hierro, nitritos, nitrógeno de nitratos, sulfatos, aceites y grasas, sólidos suspendidos y sólidos totales. Análisis sensoriales: color, olor, aspecto, formación de espuma y análisis microbiológicos coliformes totales y coliformes fecales. Se concluye que se está contaminando las aguas residuales descargadas por la Empresa de Productos Lácteos Marco's, ya que no se aplica ningún tratamiento y además se descargan residuos de los productos que elaboran y productos utilizados para la limpieza de los equipos y planta.

Cuadro No.29 Comparación fisicoquímica entre el agua que ingresa y sale

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO	Agua ingresa	Agua desalojada
pH	Und.	4500-B	7.81	4.74
Temperatura	°C	2550-B	19.00	30.00
Conductividad	μSiems/cm	2510-B	170.60	7,820.20
Alcalinidad	mg/L	2320-B	170.00	1,130.00
Acidez	mg/L	2310-B	420.00	3,220.00
Turbiedad	NTU	2130-B	1.70	3,921.00
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	92.00	101.90
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	10.60	18,400.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	7.30	12,500.00
Hierro	mg/L	4500-Fe	0.17	0.17
Fosfatos	mg/L	4500-P-D	0.12	14.96
Nitritos	mg/L	4500-NO ₂ -B	0.005	0.005
Nitrógeno de Nitratos	mg/L	4500-NO ₃ -C	10.11	104.40
Sulfatos	mg/L	4500-SO ₄ -E	1.65	462.00
Aceites y Grasas	mg/L	5520-D	< 0.10	4,600.00
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	< 0.10	1,020.00
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	105.70	4,848.00
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	240.00	36,620.00

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos (ESPOCH)

Elaborado por: Marco Zamora

Cuadro No.30 Comparación sensorial entre el agua que ingresa y sale

PARÁMETRO	Agua ingresa	Agua desalojada
Color	Incolora	Blanquesina
Olor	Inolora	Objetable (desagradable)
Aspecto	Normal	Presencia de material en suspensión y flotante
Formación de espuma	Nula	Abundante

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos (ESPOCH)

Elaborado por: Marco Zamora

Cuadro No. 31 Comparación microbiológica entre el agua que ingresa y sale

DETERMINACIONES	MÉTODO USADO	Agua ingresa	Agua desalojada
Coliformes Totales UFC/100 ml	Filtración por membrana	100	39,500.00
Coliformes Fecales UFC/100 ml	Filtración por membrana	Ausencia	Ausencia

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos (ESPOCH)

Elaborado por: Marco Zamora

Mediante las tablas anteriores se puede apreciar que si se esta contaminando el agua, por lo tanto resulta de mucho interés aplicar algún tratamiento para minimizar su impacto ambiental.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ✓ La descarga incontrolada de las aguas residuales de la Empresa de Productos Lácteos Marco's al sistema de alcantarillado público está contaminando, resultado que se puede verificar mediante los análisis físico-químicos y microbiológicos aplicados, al comparar con los parámetros de control establecidos en el TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria) se encuentran fuera de los límites de control. Cuyos valores presentan tal magnitud porque se desalojan directamente sin ningún tratamiento.

- ✓ Con los resultados obtenidos mediante las encuestas y entrevistas se puede manifestar que entre las principales causas del desconocimiento del personal que labora en la empresa, es la falta de capacitación sobre el impacto que ocasiona la descarga incontrolada de las aguas residuales y además se debería brindar charlas sobre el manejo de las aguas residuales antes de desalojarlas de la empresa para evitar incrementos en el nivel de contaminación.

- ✓ Mediante el análisis de las aguas residuales que la empresa esta desalojando, se puede manifestar que está ocasionando un impacto ambiental negativo, ya que no se aplica ningún tratamiento a sus aguas residuales, por lo tanto se esta produciendo una eutrofización; que es un incremento de los nutrientes en los cuerpos receptores de agua, ya que se desaloja el suero dulce con pequeñas partes de cuajada, derrames de leche, residuos del lavado de las yuguteras y aguas del lavado de los camiones recolectores de leche y de distribución de los productos de la empresa.

- ✓ Luego de la investigación aplicada a las aguas residuales de la Empresa de Productos Lácteos Marco's y comprobado su nivel de contaminación, se elaboró una Propuesta Tecnológica para el Tratamiento de sus Aguas Residuales, puesto que la cantidad de agua que se desaloja diariamente es en promedio de 33.33 litros por minuto dato tomado a distintas horas del día, teniendo un valor aproximado de descarga diaria de 18,000.00 litros por día de trabajo.

- ✓ Ante las circunstancias de contaminación del agua y con el visto bueno de la gerencia se esta utilizando productos de limpieza biodegradables para minimizar el impacto ambiental, se colocó rejillas más finas para controlar la salida de desechos gruesos y se sugirió la implementación de trampas de grasa, para la retención de los sólidos principalmente, ya que sus valores exceden el parámetro máximo permitido, de esta manera se tendrá mayor control sobre los desechos de la elaboración de quesos y con resultados comprobados mediante análisis de laboratorio.

5.2 Recomendaciones

- ❖ Se sugiere tener mayor criterio para manejar las aguas desalojadas por la empresa ya que los análisis físico-químicos y microbiológicos realizados presentan valores muy elevados que se encuentran fuera de los límites de control del TULAS, para disminuir estos niveles de contaminación se ha colocado rejillas más finas y la construcción de una trampa de grasa para minimizar el nivel de contaminación.

- ❖ Se debería capacitar al personal que labora en la empresa en temas de producción más limpia, para que tengan la visión de mejorar la productividad con menor contaminación, controlar mejor los procesos y las actividades de limpieza dentro de la empresa antes de realizar las descargas para proteger el medio ambiente produciendo aguas menos contaminadas.

- ❖ Utilizar el suero desalojado en: elaboración de requesón, en la alimentación de animales y como materia prima para la producción de bioles insecticidas, fertilizantes para obtener mayor productividad en los cultivos.
- ❖ Optimizar el consumo de agua para la limpieza de los camiones recolectores de leche. No descargar directamente la sosa como producto de la limpieza del pasteurizador de placas ya que se debería almacenar para poder reutilizarla varias veces y no contaminar el ambiente. Evitar en lo posible que se produzcan derrames de leche ya que incrementar los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- ❖ Para minimizar la contaminación ambiental se sugiere recolectar los desechos gruesos principalmente de quesos para darles un tratamiento diferenciado y un buen manejo a las rejillas, detergentes biodegradables, trampas de grasa para retener los sólidos y disminuir la carga orgánica.

Se recomienda las siguientes técnicas para prevenir la contaminación de la corriente de aguas residuales:

- Evitar las pérdidas de leche, producto y subproducto (por ejemplo, las ocasiones por vertidos, fugas, cambios excesivos y paradas) mediante la adopción de buenos procedimientos de fabricación y el mantenimiento de las instalaciones.
- Separar y recoger los residuos de producto, incluyendo aguas de aclarado y subproducto, para facilitar su reciclado o posterior procesamiento para su uso, venta o eliminación (por ejemplo, suero lácteo y caseína).
- Instalar mallas para reducir o evitar la introducción de materiales sólidos en el sistema de drenaje de las aguas residuales **[24]**.

- El drenaje de aguas de proceso y aguas contaminadas debe de mantenerse separado en las áreas de proceso y verterse directamente en una planta de tratamiento y/o sistema de alcantarillado municipal.
- De conformidad con los requisitos sanitarios, reciclar las aguas de proceso, incluidos los condensados originados en los procesos de evaporación, para los sistemas de precalentamiento y recuperación de calor y los procesos de calefacción y refrigeración, reduciendo así el consumo de agua y energía.
- Adoptar las mejores prácticas para la limpieza de las instalaciones, empleando para ellos sistemas manuales o automatizados de limpieza in situ y sustancias químicas y/o detergentes aprobados cuyo impacto ambiental sea mínimo y cuyo uso sea compatible con los procesos subsiguientes de tratamiento de aguas residuales **[24]**.

CAPÍTULO VI PROPUESTA

TÍTULO:

“TECNOLOGÍA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS MARCO'S EN EL CANTÓN PÍLLARO”

6.1 Datos Informativos

Lugar de Realización: Empresa de Productos Lácteos Marco's

Ubicación: Barrio San Luis, Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua

Fecha de Iniciación: Marzo 2010.

Fecha de Finalización: Julio del 2011.

Autor del Trabajo de Investigación: Ing. Marco Zamora

Asesor del Trabajo de Investigación: Ing. Mg. Fernando Alvarez

6.2 Antecedentes de la Propuesta

6.2.1 Tipos de Tratamiento

El objetivo de los diferentes tipos y niveles de tratamiento es en general, reducir la carga de contaminantes del vertido (o agua residual) y convertido en inocuo para el medio ambiente y la salud humana.

Los tipos de tratamiento se pueden clasificar a grandes rasgos como: físicos, químicos, biológicos.

Tratamiento físico: son todos aquellos en los que se utilizan las fuerzas físicas para el tratamiento. En general se utilizan en todos los niveles. Sin embargo algunas de las operaciones son exclusivas de la fase de pretratamiento. Algunas de las operaciones físicas son:

- Tamizado

- Homogenización de caudales
- Intercepción de aceites y grasas
- Mezclado
- Sedimentación
- Flotación. Natural o provocada con aire.
- Filtración. Con arena, carbón, cerámicas, etc.
- Evaporación.
- Adsorción. Con carbón activado, zeolitas, etc.
- Desorción (Stripping). Se transfiere el contaminante al aire (ej. Amoniac).
- Extracción. Con líquido disolvente que no se mezcla con el agua [27].

Tratamiento químico: Son todos aquellos procesos en los que la eliminación de los contaminantes presentes en el agua residual se lleva a cabo mediante la adición de reactivos químicos, o bien mediante las propiedades químicas de diversos compuestos. Se utiliza junto con tipos físicos y biológicos. Algunas de las operaciones químicas son:

Coagulación-floculación. Agregación de pequeñas partículas usando coagulantes y floculantes (sales de hierro, aluminio, polielectrolitos, etc).

Precipitación química. Eliminación de metales pesados haciéndolos insolubles con la adición de lechada de cal, hidróxido de sodio u otros que suben el pH.

Oxidación-reducción. Con oxidantes como el peróxido de hidrógeno, ozono, cloro, permanganato potásico o reductores como el sulfito sódico.

Reducción electrolítica. Provocando la deposición en el electrodo del contaminante. Se usa para recuperar elementos valiosos.

Intercambio iónico. Con resinas que intercambian iones. Se usa para quitar dureza al agua.

Osmosis inversa. Haciendo para al agua a través de membranas semipermeables que retienen los contaminantes disueltos [27].

Tratamiento biológico: Este tipo de tratamiento es facilitado principalmente por bacterias que digieren la materia orgánica presente en los fluidos residuales. Las sustancias presentes en el líquido residual, se utilizan como nutrientes para dichos microorganismos.

Los flóculos que se forman por agregación de microorganismos son separados en forma de lodos. Los tejidos celulares formados son ligeramente más pesados que el agua. Por tanto, la separación se hace por sedimentación y decantación. Si éstos excedentes no se eliminan, el agua se vuelve a recontaminar.

Los principales procesos biológicos según el tipo de microorganismos, se clasifican como aeróbios y/o anaerobios. Los procesos aerobios requieren presencia de oxígeno y los anaerobios no requieren oxígeno. Algunos de las operaciones biológicas son:

Lodos activos. Se añade agua con microorganismos a las aguas residuales en condiciones aerobias (burbujeo de aire o agitación de las aguas) .

Filtros bacterianos. Los microorganismos están fijos en un soporte sobre el que fluye las aguas a depurar. Se introduce oxígeno suficiente para asegurar que el proceso es aerobio.

Biodiscos. Intermedio entre los dos anteriores. Grandes discos dentro de una mezcla de agua residual con microorganismos facilitan la fijación y el trabajo de los microorganismos.

Lagunas aireadas. Se realiza el proceso biológico en lagunas de grandes extensiones.

Degradación anaerobia. Procesos con microorganismos que no necesitan oxígeno para su metabolismo [27].

6.2.2 Niveles de Tratamiento

Los niveles de tratamiento se agrupan según los diferentes grados de eficiencia alcanzados en la remoción de los contaminantes existentes en los líquidos residuales. Estos niveles se conocen usualmente como: Pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamientos avanzados o terciarios.

Pretratamiento. Se trata de un tratamiento previo, diseñado para remover partículas grandes, como plásticos, pelos, papeles, etc. Ya sea que floten o se sedimenten, antes de que lleguen a las unidades de tratamiento posteriores. Aquí se emplean mayoritariamente rejillas o tamices [27].

Tratamiento primario: En el primario, se elimina un gran porcentaje de sólidos en suspensión, sobrenadante y materia inorgánica.

En este nivel se hace sedimentar los materiales suspendidos usando tratamientos físicos o físico-químicos. También se utiliza la flotación.

En algunos casos el tratamiento se hace, dejando simplemente, las aguas residuales un tiempo en grandes tanques, en el caso de los tratamientos primarios mejores, añadiendo el agua contenida en estos grandes tanques, sustancias químicas quelantes que hacen más rápida y eficaz la sedimentación. [27].

Tratamiento secundario: En la secundaria se trata de reducir el contenido en materia orgánica acelerando los procesos biológicos naturales.

En esta fase del tratamiento se eliminan las partículas coloidales y similares. Puede incluir procesos biológicos y químicos.

El tipo de tratamiento más empleado es el biológico, en el que se facilita que bacterias digieran la materia orgánica que llevan las aguas. Este proceso se suele hacer llevando el efluente que sale del tratamiento primario a tanques en los que se mezcla con agua cargada de microorganismos. En el caso de los procesos aeróbicos, estos tanques tienen sistemas de burbujeo o agitación condiciones aerobias para el crecimiento de los microorganismos. Posteriormente se conduce este líquido a tanques cilíndricos, con sección en forma de tronco de cono, en los que se realiza la decantación de los lodos. Separación de lodos, el agua que sale contiene muchas menos impurezas [27].

Tratamiento terciario: La terciaria es necesaria cuando el agua va a ser reutilizada; elimina un 99% de los sólidos y además emplean varios procesos químicos para garantizar que el agua esté tan libre de impurezas como sea posible.

Se emplean tipos de tratamientos físicos y químicos con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Estos tratamientos son más costosos que los anteriores y se usa para purificar desechos de algunas industrias, o en las zonas con escasez de agua que necesitan purificada para volverla a usar como potable, o en zonas declaradas sensibles (con peligros de eutrofización) en las que los vertidos deben ser bajos en nitrógeno y fosforo, etc [27].

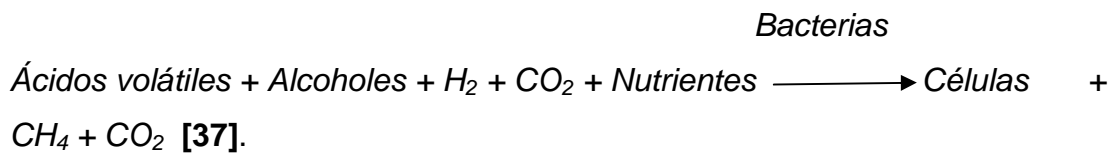
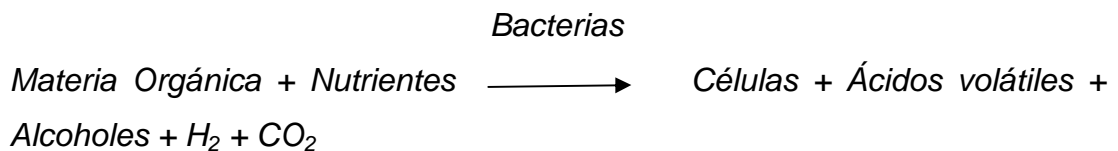
6.2.3 Tratamiento Anaeróbico

La oxidación anaeróbica se define como aquella en que la descomposición se ejecuta en ausencia de oxígeno disuelto y se usa el oxígeno de compuestos orgánicos, nitratos, nitritos, los sulfatos y el CO₂, como aceptor de electrones.

El tratamiento anaerobio se puede, por lo tanto, considerar que ocurren procesos básicos de la descomposición anaeróbica, es decir: desnitrificación, reducción de sulfuros, hidrólisis y fermentación acetogénica y metanogénica.

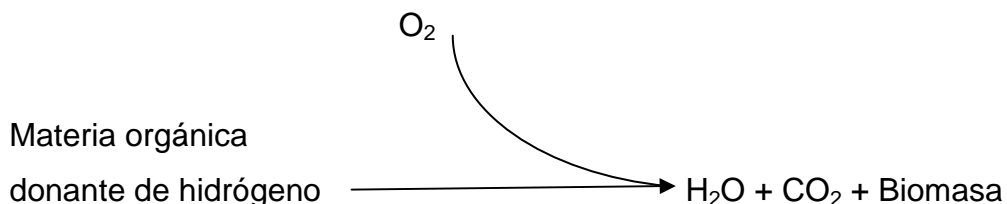
En la fermentación ácida, los compuestos orgánicos de estructura compleja, proteínas, grasas, carbohidratos, son primero hidrolizados en unidades moleculares más pequeñas y sometidos a biooxidación para convertirlos en ácidos orgánicos de cadena corta, principalmente ácido acético, propiónico y butírico; alcoholes, hidrógeno y CO₂[37].

Las ecuaciones verbales que resumen el proceso anaeróbico, incluyendo crecimiento, serían:



6.2.4 Tratamiento Aeróbico

Cuando se usa oxígeno molecular disuelto como aceptor final de electrones, el proceso es aeróbico y se conoce, también como respiración aeróbica. En la forma más elemental:



La oxidación biológica aeróbica es la conversión bacteriana de los elementos, de su forma orgánica a su forma inorgánica altamente oxidada, en un proceso conocido también como “*Mineralización*” [37].

Las aguas crudas naturales contienen tres tipos de sólidos no sedimentables: suspendidos, coloides y disueltos. Los suspendidos son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua; los más pequeños (menos de 0.01 mm) no sedimentan rápidamente y se consideran sólidos no sedimentables, y los más grandes (mayores de 0.01mm) son generalmente sedimentables.

La coagulación química puede definirse como un proceso unitario utilizado para causar la coalescencia o agregación de material suspendido no sedimentable y partículas coloidales de agua y de aguas residuales; es el proceso por el cual se reducen las fuerzas repelentes existentes entre partículas coloidales para formar partículas mayores de buena sedimentación.

El proceso consiste en la adición de sustancias químicas al agua, su distribución uniforme en ella y la formación de un *floc* fácilmente sedimentable. La coagulación prepara el agua para la sedimentación, incrementa grandemente la eficiencia de los sedimentadores y tiene como función principal desestabilizar, agregar y unir las sustancias coloidales presentes en el agua. El proceso remueve la turbiedad, color, bacterias, algas y otros organismos planctónicos, fosfatos y sustancias productoras de olores y sabores. La coagulación es el proceso que se usa más ampliamente para remover las sustancias que ocasionan turbiedad en el agua, las cuales son a menudo inorgánicas, mientras que las que causan olor, sabor o color son generalmente orgánicas.

Los coagulantes más empleados son el sulfato de aluminio, el sulfato ferroso y la cal, el cloruro férrico, el sulfato férrico, el aluminato de sodio. Entre las ayudas de coagulación se incluye el cloruro de magnesio, el aluminato de sodio, la sílice activada, el almidón y gran número de polielectrolitos de masa molecular alta [35].

6.3 Justificación

Una vez caracterizadas las aguas residuales de la empresa de Productos Lácteos Marco's y verificando que se está contaminando el agua se ve la necesidad de establecer un tratamiento, planteando una alternativa tecnológica para el tratamiento de dichas aguas descargadas que tienen un alto contenido de materia orgánica lo cual favorece el desarrollo de microorganismos e incrementan el nivel de contaminación de las aguas, teniendo en cuenta que se está eliminando productos de limpieza que alteran la calidad de las aguas e influyen en la estabilidad de la flora y fauna que se desarrolla. Además la emanación de olores propios de una industria lechera y de sus aguas.

Las aguas residuales descargadas de la empresa se mezclan con las aguas servidas que bajan por el sistema de alcantarillado que recogen aguas servidas de la población, por lo que se incrementa el nivel de contaminación que posteriormente serán descargadas a un cuerpo receptor de agua donde se produce un mucho mayor nivel de contaminación y cambios en los parámetros de calidad del agua.

6.4. Objetivos

6.4.1 Objetivo General

- ✓ Entregar la propuesta tecnológica para el tratamiento de las aguas residuales a la Empresa de Productos Lácteos Marco's.

6.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analizar diferentes alternativas de tratamiento de las aguas residuales.

- ✓ Identificar los puntos de control en la elaboración de queso que contaminan las aguas.
- ✓ Presentar un plan de mejora para las aguas residuales de la Empresa de Productos Lácteos Marco's.

6.5 Análisis de Factibilidad

La factibilidad de aplicar un tratamiento a las aguas residuales de la Empresa de Productos Lácteos Marco's resulta de gran importancia para minimizar la contaminación de sus aguas residuales y una vez que se verificó que se esta contaminando y existe el visto bueno de la gerencia.

6.6 Fundamentación

6.6.1 Tratamiento de aguas residuales

La generación de aguas residuales se debe principalmente a las aguas producidas en las operaciones de limpieza y a restos de producto derramados en etapas intermedias del proceso productivo.

Existe una gran variedad en las características de las aguas residuales generadas en la industria láctea debido a la diversidad de procesos productivos y de productos elaborados.

Las diferencias existentes en las características de las aguas residuales generadas en las distintas instalaciones dependen del:

- Grado de optimización del consumo de agua.
- Tipo de limpieza y productos químicos utilizados.
- La gestión de los restos de producto realizada (aporte o no de suero, restos de queso, yogurth, etc) **[3]**.

a) Tratamiento para la eliminación de materia en suspensión

La materia en suspensión puede ser de muy diversa índole, desde partículas de varios centímetros y muy densas (normalmente inorgánicas), hasta suspensiones coloidales muy estables y con tamaños de partícula de hasta uno pocos nanómetros (normalmente de naturaleza orgánica).

La eliminación de esta materia en suspensión se suele hacer mediante operaciones mecánicas. Sin embargo, en muchos casos, y para favorecer esa separación, se utilizan aditivos químicos, denominándose en este caso tratamientos químico-físicos [33].

b) Olores

Normalmente, los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar, algo desagradable, que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor más característico de agua residual séptica es el debido a la presencia del sulfuro de hidrógeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios. La problemática de los olores está considerada como la principal causa de rechazo a la implantación de instalaciones de tratamiento de aguas residuales [21].

6.6.2 Vertidos de las Industrias lácteas

Las aguas residuales de las industrias Lácteas, son generalmente, neutras o poco alcalinas, pero tienen tendencia a volverse ácidas muy rápidamente a causa de la fermentación del azúcar de la leche transformándose en ácido lácteo. Las aguas residuales tienen un alto contenido en materia orgánica disuelta y por ello tienden a fermentar y tiene un olor fuerte, pero responde muy bien al tratamiento biológico. Los procesos aeróbicos son los más convenientes, pero la selección final del

método de tratamiento depende de la colocación y del tamaño de la planta. Los seis métodos más convencionales y más efectivos que se utilizan son: aireación, filtros bacterianos, fangos activos, riego, lagunaje y digestión anaeróbica.

Cuando hay una amplia variación en el caudal y concentración de materiales contaminantes en los vertidos, es conveniente prever un período de homogenización y retención para hacer a las aguas residuales uniformes antes del tratamiento. Es deseable dar una aireación, ya como método de tratamiento o como un pretratamiento antes de los procesos biológicos. La aireación durante un día produce normalmente una reducción del 50% de la DBO y elimina los olores durante la conversión de lactosa en ácido [21].

Los procesos aeróbicos pueden resultar más caros cuando se emplea biorreactores que consumen gran cantidad de energía para transferir el oxígeno disuelto requerido para la diodegradación de la materia orgánica presente en efluentes altamente contaminados. Sin embargo, esto no es necesariamente la regla [4].

6.6.3 Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

Se pueden clasificar en dos tipos: los sistemas que emplean procesos fisicoquímicos y los que se sustentan en procesos biológicos. Los procesos biológicos pueden ser llevados a cabo mediante procesos aerobios, anaerobios o una combinación de ambos (mixtos) (Jones, 1974).

Procesos aerobios. Someten a cualquier volumen de agua residual a aireación durante un tipo en el cual se reduce su contenido de materia orgánica y se forma a la vez un lodo biológico. Éste lodo está formado por una población heterogénea de microorganismos que cambia continuamente en función de las variaciones en la composición de las aguas residuales y de las condiciones ambientales (Ramalho, 1993).

Procesos anaerobios. Son procesos que se llevan a cabo en ausencia de oxígeno. Estos procesos no han tenido mucho éxito cuando se utilizan como los únicos sistemas de tratamiento, ya que la calidad de sus efluentes es inferior a la requerida por los estándares reguladores. Sin embargo, el proceso ofrece un sistema de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales.

Procesos mixtos (anaerobio-aerobio). Cuando se utiliza un proceso anaerobio como etapa previa a un sistema aerobio se obtienen procesos aerobios más efectivos en la remoción de los contaminantes del agua industrial. [49].

En la tabla se presentan algunos parámetros que permiten comparar los sistemas anaerobios con los aerobios.

Cuadro No. 32 Comparación entre los tratamientos anaerobio y aerobio

Parámetro	Anaerobio	Aerobio
Requiere de energía	Bajos	Altos
Grado de Tratamiento	Moderado (60 a 90%)	Alto 95%
Producción de lodos	Baja	Alta
Estabilidad del proceso (a compuestos tóxicos y sobrecargas)	Baja a moderada	Moderada a alta
Tiempo para arranque	2 a 4 meses	2 a 4 semanas
Requerimientos de nutrientes	Bajos	Altos para ciertos desechos industriales
Olor	Problemas potenciales	Menores posibilidades
Requerimiento de alcalinidad	Alto para ciertos desechos industriales	Bajos
Producción de biogás	Si	No

Fuente: Zamora, 2006.

Elaborado por: Marco Zamora

Se puede observar que las diferencias entre unos y otros sistemas sugieren la conveniencia de aplicarlos en forma conjunta en lugar de antagonizarlos como se ha pretendido durante mucho tiempo. La unión o

combinación de estos sistemas en forma apropiada da por resultado la obtención de un tratamiento adecuado y más económico para un fin determinado y, en especial, para el tratamiento de aguas residuales industriales (Vochten, P.S., 1988) [49].

6.6.4 Contaminación ocasionada por los efluentes del suero lácteo

La producción mundial anual de suero lácteo puede ser estimada a partir de la producción anual de quesos, ya que por 1 Kg de queso producido se generan aproximadamente 9 Kg de suero lácteo. El suero producido en México contiene en promedio 53 mil toneladas de lactosa (Cristiani, 2000).

Una industria quesera media que produzca diariamente 400,000.00 litros de suero son depurar está produciendo una contaminación diría similar a una población de 1,250,000.00 habitantes.

El suero lácteo genera una DBO y una DQO altas aproximadamente de 40,000.00-60,000.00 ppm (Ben-Hassan y Ghaly, 1994) y de 50,000.00 – 80,000.00 ppm respectivamente y más del 90% de esas demandas se debe a la lactosa presente en el mismo (Fournier y col, 1993).

La descarga continua del suero en el suelo puede alterar la estructura física y química del suelo y disminuir el rendimiento de las cosechas. Además, el nitrógeno del suero es soluble en agua y puede lixiviar, proceso mediante el cual las sustancias freáticas, convirtiéndose de esta manera en una amenaza para la salud de animales y humanos (Ben-Hassan y Ghaly, 1994) [49].

6.6.5 Biorreactores

Un biorreactor es un equipo en el que se pueden realizar reacciones bioquímicas por la acción de biocatalizadores para convertir cualquier sustrato en un producto de utilidad (enzimas, células o estructuras

celulares). Estos se aplican en el tratamiento de aguas residuales (Chisti y Moo-Young, 2002).

Los reactores biológicos pueden clasificarse en dos tipos: aerobios y anaerobios.

a) Reactor Aerobio

Existen biorreactores que utilizan agitación mecánica (Reactores Agitados Mecánicamente ó RAM), algunos que aprovechan el aire suministrado con fines de mezclado (reactores con agitación neumática) como son las columnas de burbujeo y los reactores airlift, los que utilizan el bombeo de parte del mismo medio para el mezclado (biorreactores de chorro) y otros que se utilizan para el cultivo de células o enzimas inmovilizadas, como los reactores de lecho fijo, lecho fluidizado, con microportador y los de membrana [49].

b) Reactor Anaerobio

La oxidación anaerobia se define como aquella en que la descomposición se ejecuta en ausencia de oxígeno disuelto y se usa el oxígeno de compuestos orgánicos, nitratos y nitritos, los sulfatos y el CO₂ como aceptor de electrones (Romero 1999).

En los reactores anaerobios se pueden tratar aguas residuales procedentes de industrias con una base biológica, donde sus residuos tienen un contenido de materia orgánica alta como es en el caso de la industria láctea [49].

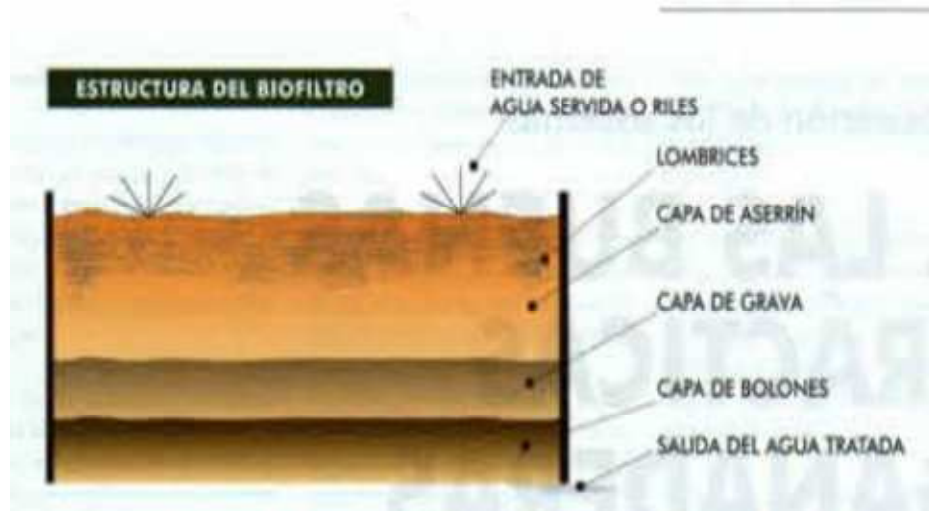
6.6.6 Biofiltro dinámico aeróbico

Las lombrices consumen la materia orgánica de los afluentes residuales transformándola, por oxidación, en anhídrido carbónico y agua. Una parte, aproximadamente un tercio, pasa a constituir masa corporal y la otra fecales, que en último término dan origen a humus que puede ser utilizado para mejorar los terrenos; es decir, no se generan lodos. En el proceso se genera una rica flora bacteriana que también contribuye a la degradación de la materia orgánica presente.

También denominado lombrifiltro que es un biofiltro que contiene lombrices, a través del cual se hace pasar el agua residual. Este biofiltro comprende cuatro capas de diversos materiales. La capa superior consiste en material orgánico con un gran número de micro-organismos y lombrices (*Eisenia phoetida*) principalmente, las cuales absorben y digieren la materia orgánica dejando el agua sin su principal contaminante. A continuación, hay una capa de aserrín para una segunda filtración, luego, la tercera capa está formada por piedras de tamaño pequeño y la última por piedras de mayor tamaño. Estas dos últimas capas proveen soporte y aireación al sistema, asegurando su permeabilidad. El agua pasa a través del biofiltro sólo por gravedad y emerge clara y sin materia orgánica. [40].

Para el correcto funcionamiento del lombrifiltro éste debe estar en un estado de saturación, en donde se dispersan homogéneamente las aguas residuales para que las lombrices puedan llegar a esa zona (Lay- Son, 2002).

Gráfico No. 21. Estructura de un Biofiltro



Fuente: Fundación para la transferencia y tecnología Chile 2008.
Elaborado por: Marco Zamora

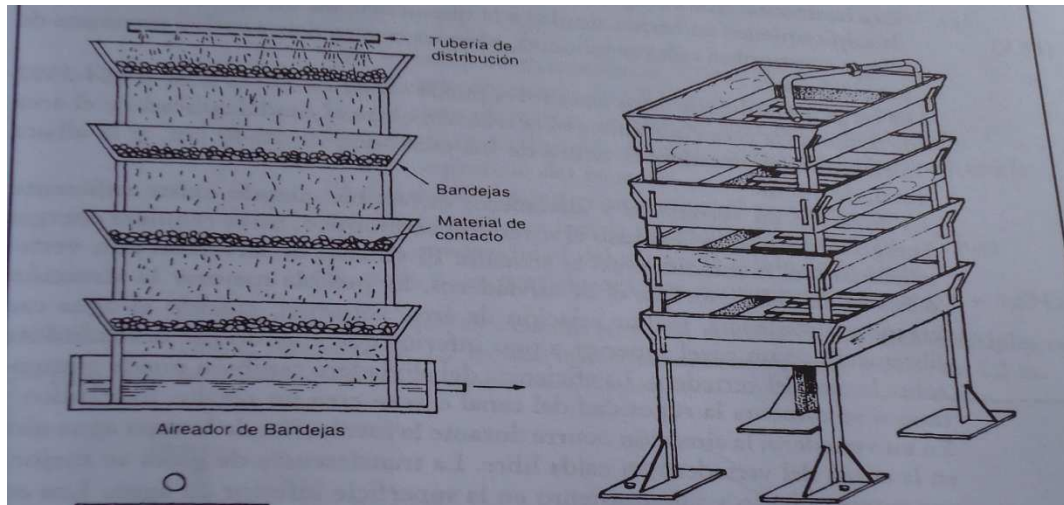
6.7 Metodología

6.7.1 Alternativa # 1

6.7.1.1 Aireación

Un aireador de bandejas múltiples consiste en una serie de bandejas equipadas con ranuras, fondos perforados o mallas de alambre, sobre los cuales se distribuye el agua y se deja caer a un tanque receptor en la base. En muchos aireadores de bandeja se coloca medio grueso de coque, piedra, ladrillo triturado o cerámica, de 5 – 15 cm de diámetro, para mejorar la eficiencia del intercambio de gases y la distribución del agua. Generalmente se usan de 3 a 9 bandejas, comúnmente 3 a 5; el esparcimiento entre bandejas es de 30 a 75 cm. El área requerida para las bandejas varía entre 0.05 a 0.15 m² por L/s de agua tratada. La altura del aireador de bandejas suele ser de 2 a 3 m. [38].

Gráfico No. 22. Aireadores tipo bandeja



Fuente: Romero, 2000.

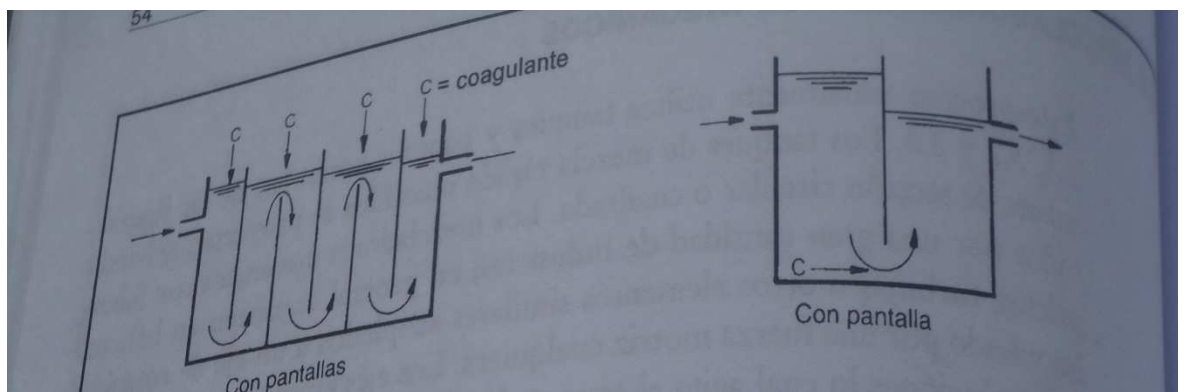
Elaborador por: Marco Zamora

6.7.1.2 Mezcla Rápida

La principal observación formulada, con respecto al diseño de mezcla rápida radica en la importancia de dispersar uniformemente el coagulante en el agua cruda de manera que se evite el subtratamiento o sobretatamiento.

El tiempo y el grado de mezcla han sido considerados como los factores más importantes en el diseño; sin embargo, consideraciones adicionales sobre el mecanismo de la coagulación y la cinética de las reacciones de coagulación son también necesarias. [38].

Gráfico No. 23. Mezcla Rápida



Fuente: Romero, 2000.

Elaborado por: Marco Zamora.

6.7.1.3 Floculación

El termino floculación se refiere a la aglomeración de partículas coaguladas en partículas floculantes, es el proceso por el cual, una vez desestabilizados los coloides, se provee una mezcla suave de las partículas para incrementar la tasa de encuentros o colisiones.

La agitación del agua, mediante mezcla hidráulica o mecánica, produce gradientes de velocidad cuya intensidad controla el grado de floculación producido. El número de colisiones entre partículas está directamente relacionado con el gradiente de velocidad. Se puede determinar la potencia introducida al agua, necesaria para obtener un grado particular de floculación, según un gradiente de velocidad específico. [38].

Gráfico No. 24. Floculador hidráulico



Fuente: Romero, 2000.

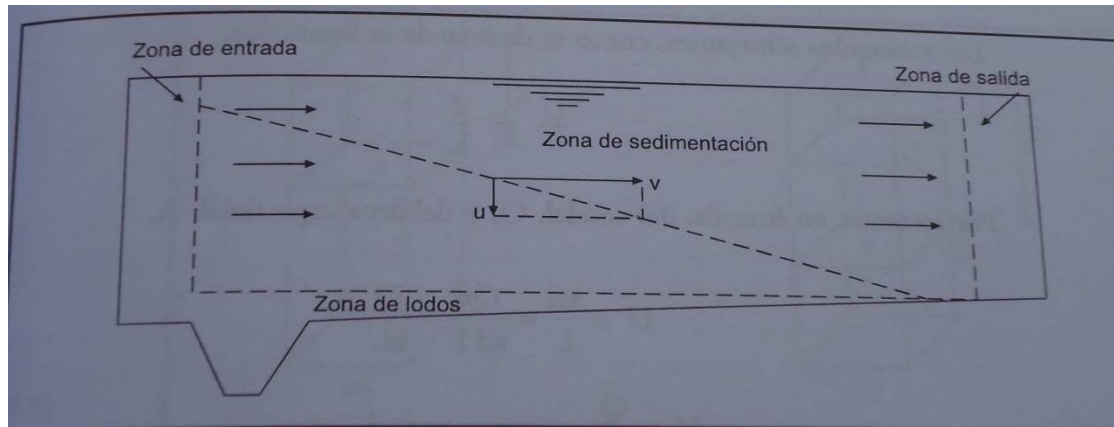
Elaborado por: Marco Zamora.

6.7.1.4 Sedimentación

Se designa por sedimentación la operación por la cual se remueven las partículas sólidas de una suspensión mediante la fuerza de gravedad, en algunos casos se denomina clarificación o espesamiento. Dos son las formas de sedimentación usadas en la purificación del agua: sedimentación simple y sedimentación después de coagulación y floculación o ablandamiento.

Para propósitos teóricos, se acostumbra dividir el tanque de sedimentación en 4 zonas: zona de entrada, zona de salida, zona de lodos y zona de asentamiento [38].

Gráfico No.25.Zonas hipotéticas en un tanque de sedimentación rectangular



Fuente: Romero, 2000

Elaborado por: Marco Zamora

En el tratamiento de aguas residuales se usa la sedimentación para los siguientes propósitos:

- Sedimentación primaria para remover sólidos sedimentables y material flotante de aguas residuales crudas, reduciendo así el contenido de sólidos suspendidos.
- Sedimentación intermedia para remover los sólidos y crecimientos biológicos preformados en reactores biológicos intermedios, como los filtros percoladores de primera etapa.
- Sedimentadores secundarios para remover la biomasa y sólidos suspendidos de reactores biológicos secundarios, como los procesos de lodos activados y filtros percoladores.
- Sedimentadores terciarios para remover sólidos suspendidos y floculados, o precipitados químicamente, en plantas de tratamiento de aguas residuales [36].

6.7.1.5 Lagunas Aireadas

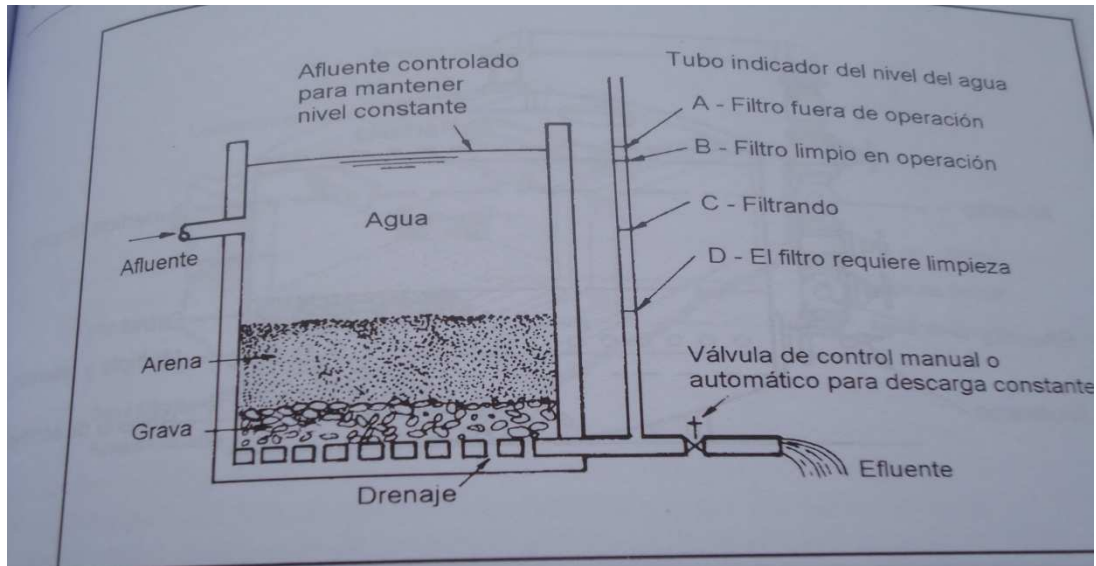
Una laguna aireada es un estanque de 2 m a 5 m de profundidad hecho para el tratamiento biológico de aguas residuales. En el sistema de tratamiento se usa un equipo de aireación mecánica con el objetivo de suministrar oxígeno y mezcla. Una laguna aireada se diseña como laguna aerobia, con suficiente introducción de potencia, para mantener todos los sólidos en suspensión, o facultativa o de mezcla incompleta, con un nivel de potencia apenas suficiente para crear la turbulencia requerida para la dispersión de oxígeno y permitir la sedimentación de sólidos.

La laguna aireada aerobia es semejante a un sistema muy diluido de lodos activados de aireación prolongada, sin recirculación de lodos, con concentraciones de sólidos suspendidos de 100 a 400 mg/l; requiere menos potencia que un sistema de lodos activados, pero es más sensible a la temperatura que el proceso de lodos activados por la magnitud del área y la ausencia de recirculación de lodos [36].

6.7.1.6 Filtración

La producción de agua clara y cristalina es prerrequisito para el suministro de agua segura y requiere de la filtración. Aunque cerca del 90% de la turbiedad y el color son removidos por la coagulación y la sedimentación, una cierta cantidad de floc son removidos por la coagulación y requiere su remoción. Por ello, para lograr la clarificación final se usa la filtración a través de medios porosos, generalmente dichos medios son arena y antracita. El filtro rápido por gravedad es el tipo de filtro más usado en tratamiento de aguas. [38].

Gráfico No. 26. Filtro Lento de arena



Fuente: Romero, 2000

Elaborado por: Marco Zamora

6.7.1.7 Lavado de los Filtros

El lavado de los filtros consiste, en hacer pasar agua ascensionalmente a través del lecho filtrante, a una velocidad tal que los granos del medio filtrante se muevan a través del flujo ascensional, se froten unos contra otros y se limpien de los depósitos de mugre formados sobre ellos. La velocidad ascensional del agua, 10-14 mm/s hace que el lecho filtrante se expanda a un espesor mayor que el del lecho en reposo, en un valor menor del 40% [38].

6.7.1.8 Lecho de Grava

El tamaño y la profundidad de la capa inferior de grava depende del sistema de drenaje usado; así mismo, el tamaño y la profundidad de la capa superior de grava depende del tamaño de la capa inferior de medio fino (arena o antracita) que soporte.

El lecho de grava ideal es uno en el cual ésta es casi esférica en forma y existe un incremento uniforme en tamaño desde el techo hasta el fondo. La profundidad del lecho de grava puede variar entre 15 y 60 cm; es

usual una profundidad de 45 cm en filtros rápidos. Piedras tan grandes como de 7.5 cm pueden colocarse cerca de los drenajes del filtro pero se prefiere un tamaño máximo de 2.5 cm. La capa del fondo debe extenderse por lo menos 10 cm sobre el punto de salida más alto del agua de lavado proveniente del sistema de drenaje. La grava debe ser dura, redondeada, con una densidad relativa promedio no menor de 2.5 [38].

6.7.1.9 Zeolitas

Las Zeolitas son materiales granulares capaces de intercambiar iones monovalentes de sodio por iones multivalentes del grupo alcalino terreo, o por ion amonio, o por iones divalentes de algunos de los metales contenidos en el agua. Dos tipos de zeolitas son de uso común: las zeolitas naturales se obtienen por el procesamiento de arena verde natural, las zeolitas sintéticas por preparación mediante la mezcla de soluciones de silicato de sodio y sulfato de aluminio o aluminato de sodio. Las zeolitas naturales retienen cerca del 10% de agua y las sintéticas hasta el 50%. [38].

En el tratamiento de aguas residuales, la filtración es una operación utilizada para remover sólidos, material no sedimentable, turbiedad, fósforo, DBO, DQO, metales pesados, virus; es decir, para asegurar una calidad superior del efluentes secundario. La mayor experiencia en la utilización de filtración para tratamiento de aguas proviene del diseño y operación de filtros de medio granular para obtención de agua potable. La filtración se puede usar para depurar efluentes secundarios, sin agregar coagulantes; con agregación de coagulantes, antes de la filtración o antes del sedimentador secundario, y para depurar aguas residuales crudas previamente coaguladas, floculadas y sedimentadas, en una planta de tratamiento físico-químico.

La diferencia principal entre los filtros para purificación de agua y los filtros para tratamiento de aguas residuales radica en el tamaño del medio filtrante. [36].

6.7.1.10 Tratamiento de Lodos

Uno de los principales problemas en el tratamiento de aguas y de aguas residuales es el relacionado con el tratamiento y disposición de lodos. En los tanques de sedimentación se producen grandes volúmenes de lodos con alto contenido de agua, su deshidratación y disposición final pueden representar un alto porcentaje del costo del tratamiento del agua. En plantas de tratamiento de aguas residuales el costo del tratamiento y disposición de lodos puede representar hasta un 50% del valor del tratamiento total [36].

a) Características de los Lodos

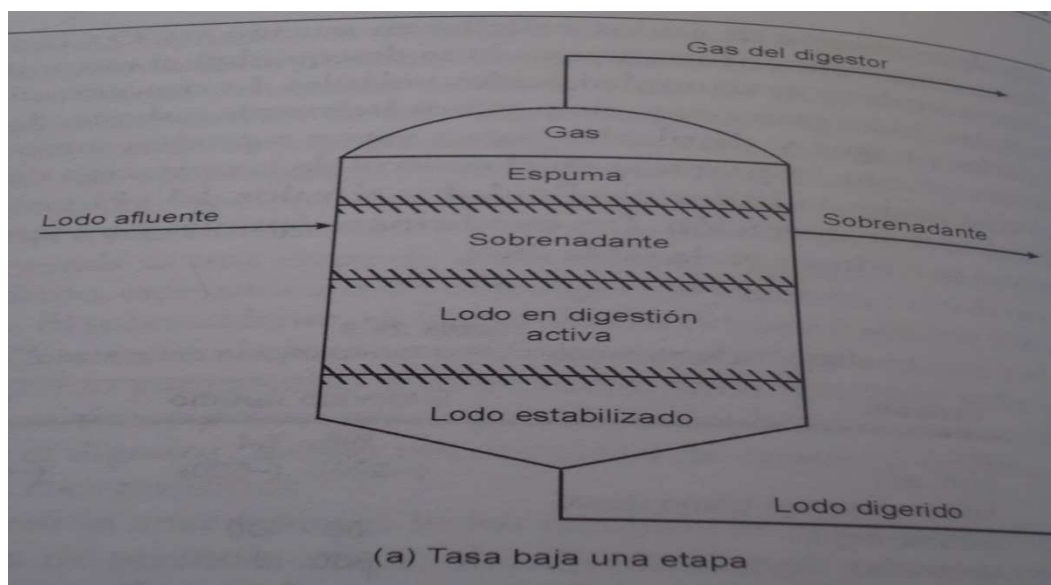
Todos los lodos crudos tienen un contenido bajo en sólidos (1 - 6 %); por ello, la disposición de su pequeño contenido de sólidos requiere el manejo de un gran volumen de lodo. El problema principal en el tratamiento de lodos radica, por tanto, en concentrar los sólidos mediante la máxima remoción posible de agua y en reducir el contenido orgánico. Los lodos provenientes de aguas residuales están compuestos en especial por la materia orgánica removida del agua residual, la cual eventualmente se descompone y causa los mismos efectos indeseables del agua residual cruda [36].

b) Digestión Anaerobia de Lodos de Aguas Residuales

El lodo producido en los procesos de tratamiento de aguas residuales está compuesto de la materia orgánica contenida en el agua residual cruda, en forma diferente, pero también susceptible de descomposición. La digestión de lodos se aplica con el propósito de producir un compuesto final más estable y eliminar cualquier microorganismo patógeno presente en el lodo crudo. La digestión anaerobia se usa principalmente para estabilizar lodos primarios y secundarios. El primario es un lodo digerible con fuerte olor fecal. La reducción de sólidos volátiles es el criterio usado para medir el rendimiento de los procesos de digestión de lodos. El resultado de la

digestión es reducir el contenido volátil a cerca del 50% y los sólidos a aproximadamente un 70% de los valores originales. Los sólidos orgánicos remanentes son de naturaleza homogénea, relativamente estables, con olor a alquitrán; sin embargo, la deshidratación del lodo digerido es difícil. El sobrenadante, rico en material orgánico soluble (DBO hasta 10,000.00 mg/L), se recircula para tratamiento aerobio en la planta y el lodo digerido es extraído para secado y disposición final. [36].

Gráfico No. 27 Sistema de digestión anaerobia



Fuente: Romero 2004.

Elaborador por: Marco Zamora

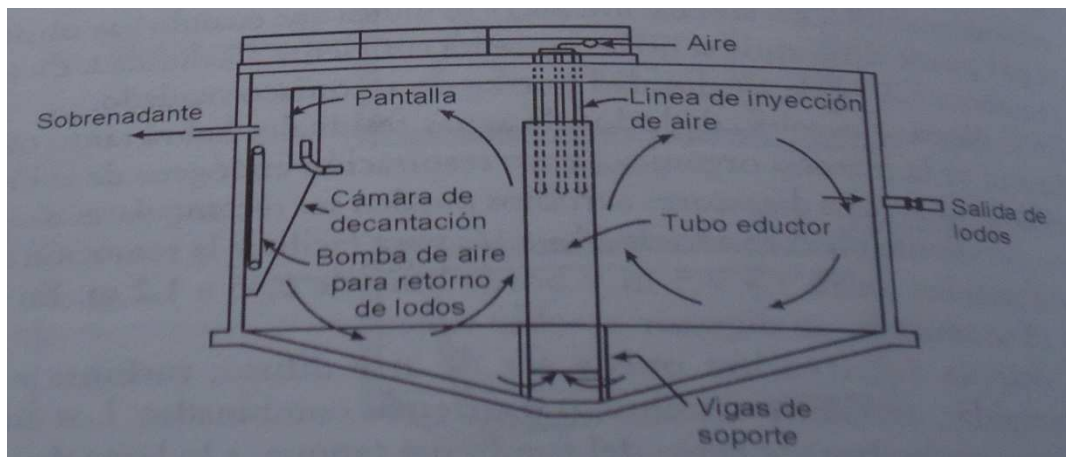
c) Digestión Aerobia de Lodos de Aguas Residuales

La digestión aerobia de lodos de aguas residuales es el método más usado en plantas con caudales menores de 19,000.00 m³/d, 220L/s para estabilizar su componente orgánico. En el digestor aerobio de lodos de aguas residuales habrá tanto oxidación directa de la materia orgánica como respiración endógena de la biomasa o tejido celular. Los digestores aerobios pueden ser rectangulares o circulares, con pendiente en el fondo de 1/12 a 1/4 para facilitar la remoción de lodo, profundidad entre 3 y 7.5 m y borde libre de 0.45 a 1.2 m.

Entre las ventajas del proceso de digestión de lodos se señalan los siguientes:

- Para plantas de menos de 220 L/s tiene un costo de capital inferior al del proceso anaerobio.
- Es más fácil de operar que el proceso anaerobio.
- No genera malos olores.
- Produce un sobrenadante de DBO, SS y NH_3 bajo.
- Reduce el contenido de grasas y aceites en el lodo.
- Reduce bastantes el contenido de patógenos [36].

Gráfico No. 28. Digestor aerobio circular.



Fuente: Romero, 2004.

Elaborado por: Marco Zamora

d) Secado de Lodos

El proceso de secado de lodos se refiere generalmente a los sistemas de desaguado de lodos que buscan reducir el contenido de agua del lodo a menos de un 85 %. En la selección del método de secado de un lodo hay que tener en cuenta la naturaleza del lodo, los procesos subsecuentes de tratamiento y el método de disposición final. Los objetivos del secado de lodos son principalmente, los siguientes:

- Reducir los costos de transporte de lodo al sitio de disposición.
- Facilitar el manejo del lodo. Un lodo seco permite su manejo con cargadores, garlanchas, carretillas, etc.
- Aumentar el valor calórico del lodo en un relleno sanitario.
- En general, reducir la humedad para disminuir el volumen de lodo, facilitar su manejo y hacer más económico su tratamiento posterior y disposición final [36].

e) Compostaje de Lodos

El compostaje es la degradación biológica controlada de materiales orgánicos, hasta formar un compuesto estable, de color oscuro, textura suelta y olor a tierra similar al humus, denominado compost. El proceso puede llevarse a cabo por vía aerobia o anaerobia. El compostaje aerobio acelera el proceso de descomposición del material orgánico y permite obtener altas temperaturas, necesarias para la destrucción de patógenos, mientras que el anaerobio va siempre acompañado de malos olores que no se presentan en el primero razón por la cual es poco común hacer compostaje anaerobio [36].

6.7.1.11 Cloración

La dosificación de cloro se inicia donde el cilindro se conecta al clorador, o al múltiple de suministro de cloro si se conecta más de un cilindro. El sistema de dosificación termina en el punto en que la solución de cloro se mezcla con el agua que va a ser desinfectada [38].

6.7.1.12 Disposición de Efluentes

La disposición de un residuo sobre el suelo, el aire o el agua, es una de las etapas inevitables de la transformación que sufre todo material en la naturaleza. Las aguas residuales se descargan finalmente sobre el suelo,

sobre una fuente receptora o, en muy pocos casos, se reutiliza en forma directa.

El método más común de disposición de aguas residuales consiste en descargarlas sobre los ríos, un lago o el mar. El análisis de sus efectos contaminantes constituye uno de los problemas de mayor interés en la definición de políticas de manejo de los recursos hídricos, especialmente cuando se requiere aprovechar la capacidad de autopurificación del río en beneficio del desarrollo social [38].

Cuadro No. 33 Resumen de la Alternativa No 1:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se obtiene agua purificada de buena calidad.	Necesitan de una inversión fuerte para la construcción de la planta.
Se puede captar el gas que se genera.	Requiere de demasiado espacio físico.
Se obtiene lodos secos para la elaboración de abonos orgánicos.	Las instalaciones requieren mantenimiento muy seguido.
Se esta minimizando la contaminación al ambiente descargando aguas menos contaminadas.	Se ocupan mucho reactivo para la coagulación floculación.

Elaborado por: Marco Zamora

6.7.2 Alternativa # 2

6.7.2.1 Tratamientos para la eliminación de materia en suspensión

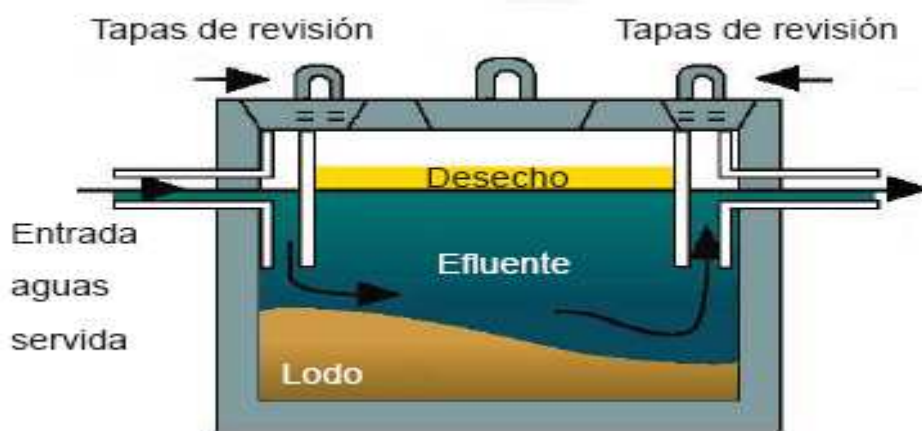
Las operaciones para eliminar este tipo de contaminación de aguas suelen ser las primeras en efectuarse, dado que la presencia de partículas en suspensión suele no ser indeseable en muchos procesos de tratamiento.

La eliminación de esta materia en suspensión se suele hacer mediante operaciones mecánicas. Sin embargo, en muchos casos, y para favorecer esa separación, se utilizan aditivos químicos, denominándose en este caso tratamientos químicos-físicos.

6.7.2.2 Desbaste (Trampas de Grasa).

Es una operación en la que se trata de eliminar sólidos de mayor tamaño que habitualmente tienen las partículas que arrastran las aguas. El objetivo es eliminarlos y evitar que dañen equipos posteriores del resto de tratamientos.

Gráfico No. 29. Trampa de grasa



Fuente: Rodríguez, 2006.

Elaborado por: Marco Zamora

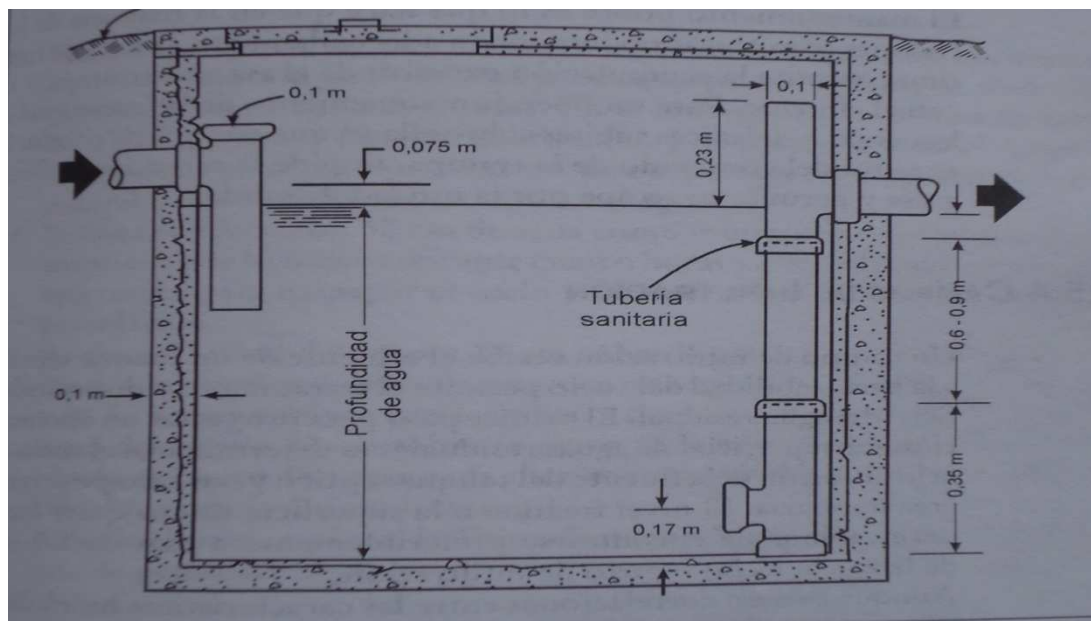
Trampa para Grasas

La trampa para grasas se incluye en sistemas de tratamiento de aguas residuales para establecimientos como estaciones de servicio, moteles, hospitales, restaurantes y hoteles, en que existe una producción aceptable de grasas, con el objetivo de prevenir el taponamiento de las tuberías y el efecto deletéreo que puedan tener ellas sobre la acción bacterial y la sedimentación en el tanque séptico. En la figura se presentan un esquema típico del separador de grasas.

En aguas residuales domésticas, el contenido de grasas y aceites puede ser de orden de 30 a 50 mg/L y constituir alrededor del 20% de la

DBO; en aguas residuales con residuos industriales la concentración es generalmente mucho mayor. Las grasas y aceites pueden acumularse en las alcantarillas y bombas, obstruyéndolas, en los sedimentadores causan problemas de flujo, sobre todo en lodos con alta concentración de grasas y aceites. Las grasas y aceites dificultan el proceso de secado de lodos de dichas aguas residuales [36].

Gráfico No. 30. Esquema de una trampa para grasas



Fuente: Romero 2004.

Elaborado por: Marco Zamora.

El sistema más sencillo para remoción de aceites y grasas no emulsificadas usado para establecimientos e industrias pequeñas, es la trampa para grasas. Ésta es un tanque diseñado para retener las grasas y aceites, así como para permitir su limpieza y mantenimiento apropiado. La trampa debe tener un diseño hidráulico y un tiempo de retención adecuado para el propósito propuesto, la distancia entre la entrada y la salida de la trampa ha de ser suficiente para permitir la separación diferencial por gravedad y no dejar escapar grasas por la unidad de salida [36].

Una trampa de grasas en una cámara pequeña de flotación en la cual la grasa flota a la superficie libre del agua y es retenida, mientras que el

agua más clara subyacente es descargada. En un trampagrasas no hay equipo mecánico y el diseño es similar al de un tanque séptico. La entrada del agua residual se hace por debajo de la superficie del agua y la salida generalmente por el fondo; entre más grande sea el tanque más eficiente es el sistema, por ello el mejor trampagrasas es el tanque séptico. Normalmente se diseña con tiempos de retención de 15 a 30 minutos y de un tamaño mínimo de 2.8 m³.

El mantenimiento pobre es lo que hace que en la mayoría de los casos las trampas para grasas no funcionen adecuadamente, la falta de limpieza continua permite la acumulación excesiva de grasa en la trampa y su descarga con el efluente. [36].

6.7.2.3 Sedimentación

Operación física en la que se aprovecha la fuerza de la gravedad que hace que una partícula más densa que el agua tenga una trayectoria descendente, depositándose en el fondo del sedimentador. Esta operación será más eficaz cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas a separar del agua, es decir, cuanto mayor sea su velocidad de sedimentación, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos. [33].

6.7.2.4 Flotación

Operación física que consiste en generar pequeñas burbujas de gas (aire), que se asocian a las partículas presentes en el agua y serán elevadas hasta la superficie, de donde son arrastradas y sacadas del sistema. Obviamente, esta forma de eliminar materia en suspensión será adecuada en los casos en los que las partículas tengan una densidad inferior o muy parecida a la del agua, así como en el caso de emulsiones, es decir, una dispersión de gotas de un líquido inmiscible, como en el caso de aceites y grasas. En este caso las burbujas de aire ayudan a “flotar” más rápidamente

estas gotas, dado que generalmente la densidad de estos líquidos es menor que la del agua [33].

6.7.2.5 Coagulación-Floculación

Como ya se ha mencionado en varias ocasiones, en muchos casos parte de la materia en suspensión puede estar formada por partículas de muy pequeño tamaño ($10^{-6} - 10^{-9}$ m), lo que conforma una suspensión coloidal. Estas suspensiones coloidales suelen ser muy estables, en muchas ocasiones debido a interacciones eléctricas entre las partículas. Por lo tanto tienen una velocidad de sedimentación extremadamente lenta, por lo que haría inviable un tratamiento mecánico clásico. Una forma de mejorar la eficiencia de todos los sistemas de eliminación de materia en suspensión es la adición de ciertos reactivos químicos.

Los coagulantes suelen ser productos químicos que en solución aportan carga eléctrica contraria a la del coloide. Habitualmente se utilizan sales con cationes de alta relación carga/masa (Fe^{3+} , Al^{3+}) junto con polielectrolitos orgánicos, cuyo objeto también debe ser favorecer la floculación [33].

Sales de Fe^{3+} : Pueden ser Cl_3Fe o $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, con eficiencia semejante. Se pueden utilizar tanto en estado sólido como en disoluciones. La utilización de una u otra está en función del anión, si no se desea la presencia de cloruros o sulfatos.

Sales de Al^{3+} : Suele ser $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ o policloruro de aluminio. En el primer caso es más manejable en disolución, mientras que en el segundo presenta la ventaja de mayor porcentaje en peso de aluminio por Kg dosificado.

Polielectrolitos: Pueden ser polímeros naturales o sintéticos, no iónicos (poliacrilamidas) aniónicos (ácidos poliacrílicos) o catiónicos (polivilaminas).

Cuadro No. 34 Características de algunos reactivos coagulantes

Coagulante	Dosis (mg/L)	pH óptimo	Aplicaciones
Cal	150-500	09-11	Eliminación de coloides (1)
Al ₂ (SO ₄) ₃	75-250	4.5-7	Eliminación de coloides (1)
FeCl ₃	35-150	04-7	Eliminación de coloides (2)
FeCl ₂	70-200	04-7	
FeSO ₄ · 7H ₂ O			
Polímero catiónico	02-5		Eliminación de coloides (3)
Polímero aniónico y no aniónico		0.25-1.0	Ayudante de floculación y sedimentación

Fuente: Rodríguez, 2006.

Elaborador por: Marco Zamora

(1) Eliminación de coloides y de fósforo. Agua con baja alcalinidad y alta concentración de fósforo.

(2) Eliminación de coloides y de fósforo. Agua con alta alcalinidad y baja concentración de fósforo.

(3) Eliminación de coloides. Ayudante con coagulantes metálicos [33].

6.7.2.6 Tratamientos biológicos aerobios

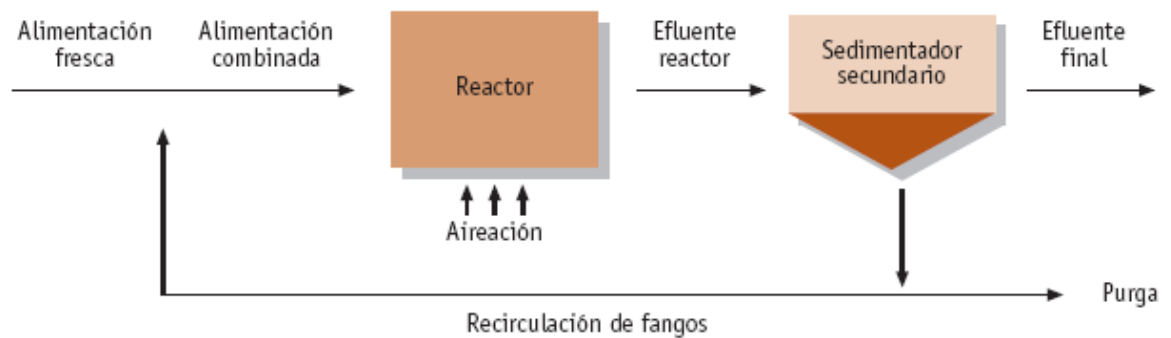
Constituye una serie de importantes procesos de tratamiento que tienen en común la utilización de microorganismos (entre las que destacan las bacterias) para llevar a cabo la eliminación de componentes indeseables del agua, aprovechando la actividad metabólica de los mismos sobre esos componentes. La aplicación tradicional consiste en la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto soluble como coloidal, así como la eliminación de compuestos que contienen nutrientes (N y P) [33].

6.7.2.7 Fangos activados: Proceso básico

Consiste en poner en contacto en un medio aerobio, normalmente en una balsa aireada, el agua residual con flóculos biológicos previamente formados, en los que se adsorbe la materia orgánica y donde es degradada por las bacterias presentes. Junto con el proceso de degradación, y para

separar los flocúlos del agua, se ha de llevar a cabo una sedimentación, donde se realiza una recirculación de parte de los fangos, para mantener una elevada concentración de microorganismos en el interior del reactor.

Gráfico No. 31. Proceso de fangos activados



Fuente: Rodríguez, 2006.

Elaborador por: Marco Zamora

Dentro de los parámetros básicos de funcionamiento, un parámetro muy importante es el de la aireación. La solubilidad del oxígeno en el agua es pequeña (en torno a 8 - 9 mgO₂/l dependiendo de presión y temperatura) por lo que será necesario asegurar el suministro a los microorganismos, utilizando aireadores superficiales, capaces de suministrar 1 KgO₂/KW.h. El valor mínimo de operación aconsejable de concentración de oxígeno disuelto es de 2 mg/l. El consumo eléctrico en esta operación será importante dentro de los costos de operación del proceso [33].

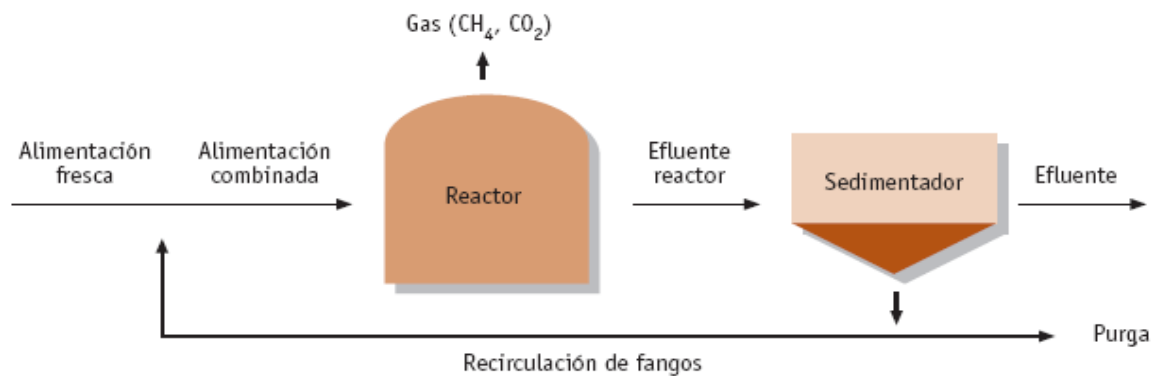
6.7.2.8 Procesos biológicos anaerobios

El tratamiento anaerobio es un proceso biológico ampliamente utilizado en el tratamiento de aguas residuales. Cuando éstas tienen una alta carga orgánica, se presenta como única alternativa frente al que sería un costoso tratamiento aerobio, debido al suministro de oxígeno. El tratamiento anaerobio se caracteriza por la producción del denominado "biogás", formado fundamentalmente por metano (60 - 80 %) y dióxido de carbono (40 - 20 %) y susceptible de ser utilizado como combustible para la generación de energía térmica y/o eléctrica. Además, solo una pequeña parte de la

DQO tratada (5 - 10%) se utiliza para formar nuevas bacterias, frente al 50 - 70 % de un proceso aerobio. Es un complejo proceso en el que intervienen varios grupos de bacterias, tanto anaerobias estrictas como facultativas, en el que, a través de una serie de etapas y en ausencia de oxígeno, se desemboca fundamentalmente en la formación de metano y dióxido de carbono [33].

Reactor de contacto (mezcla completa con recirculación de biomasa): Se trata del equivalente al proceso de fangos activos aerobio. Consiste un tanque cerrado con un agitador donde tiene una entrada para el agua residual a tratar y dos salidas, una para el biogás generado y otra para la salida del efluente. Este efluente se lleva a un decantador donde es recirculada la biomasa de la parte inferior del decantador al reactor, para evitar la pérdida de la misma. Los principales problemas que presentan radican en la necesidad de recircular los lodos del decantador y de una buena sedimentación de los mismos. [33].

Gráfico No. 32. Reactor anaerobio de contacto



Fuente: Rodríguez, 2006.

Elaborador por: Marco Zamora

6.7.2.9 Filtración

La filtración es una operación en la que se hace pasar el agua a través de un medio poroso, con el objetivo de retener la mayor cantidad posible de materia en suspensión. El medio poroso tradicional utilizado es un

lecho de arena, de altura variable, dispuestas en capas de diferente tamaño de partícula, siendo la superior la más pequeña en distintas capas de distinto tamaño de partículas, siendo la superior la más pequeña y de entre 0.15 y 0.3 mm. En aguas industriales hay más variedad en cuanto al material filtrante utilizado, siendo habitual el uso de Tierra de Diatomeas. [33].

Cuadro No. 35 Resumen de la Alternativa No. 2 Tratamiento Aerobio:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Necesitan poco tiempo de retención	Requieren un gran espacio físico para su construcción e implementación.
No desprenden olores desagradables.	Es necesario suministrar oxígeno para acelerar el proceso.
Presenta una alta remoción de la DBO.	Elevados costos para su construcción.
Se puede utilizar microorganismos para acelerar la reacción de degradación.	Gran espacio físico

Elaborado por: Marco Zamora

Cuadro No. 36 Resumen de la Alternativa No. 2 Tratamiento Anaerobio:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Generan gas metano.	Altos costos para la adquisición de reactores anaerobios.
No necesitan mucho espacio físico para su implementación.	Largos tiempos de retención.
Reducen de un 5 a 10 % la DBO.	Generación de malos olores.

Elaborado por: Marco Zamora

6.7.3 Alternativa # 3

6.7.3.1 Humedales Artificiales

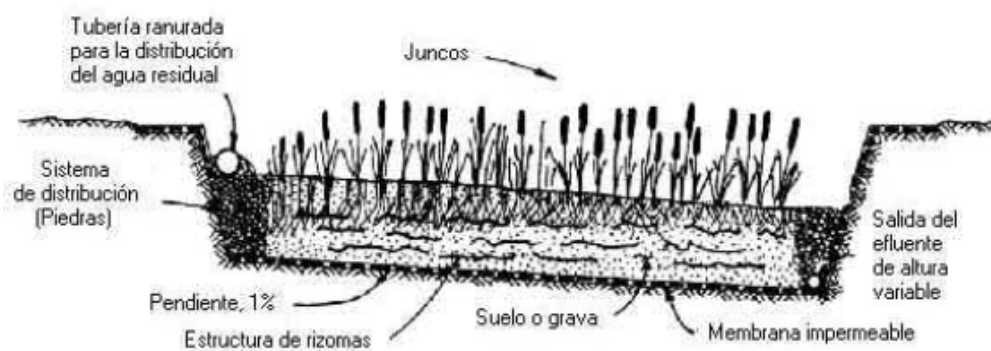
Los humedales son áreas que se encuentran saturados por aguas superficiales o subterráneas con una frecuencia y duración tales, que sean suficientes para mantener condiciones saturadas. Suelen tener aguas con profundidades inferiores a 60 cm con plantas emergentes como espadañas, carrizos y juncos. La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la adsorción de los constituyentes

de agua residual, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de luz solar [25].

Los humedales tienen tres funciones básicas que los hacen tener un atractivo potencial para el tratamiento de aguas residuales; son estas:

- Fijar físicamente los contaminantes en la superficie del suelo y la materia orgánica.
- Utilizar y transformar los elementos por intermedio de los microorganismos.
- Lograr niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y bajo mantenimiento.

Gráfico No. 33. Sección transversal de un sistema de flujo superficial.



Fuente: Lara, 1999.

Elaborado por: Marco Zamora

En cuanto al rendimiento de los humedales, se puede decir que pueden tratar con eficiencia niveles altos de DBO, SS y nitrógeno (rendimientos superiores al 80%), así como niveles significativos de metales, trazas orgánicas y patógenos. No ocurre lo mismo con la eliminación de fósforo que es mínima en estos sistemas [25].

6.7.3.2 Componentes del humedal

Los humedales construidos consisten en el diseño correcto de una cubeta que contenga agua, sustrato, y la mayoría normalmente plantas emergentes.

a) El agua

Es probable que se formen humedales en donde se acumule una pequeña capa de agua sobre la superficie del terreno y donde exista una capa del subsuelo relativamente impermeable que prevenga la filtración del agua en el subsuelo.

b) Substratos, sedimentos y restos de vegetación

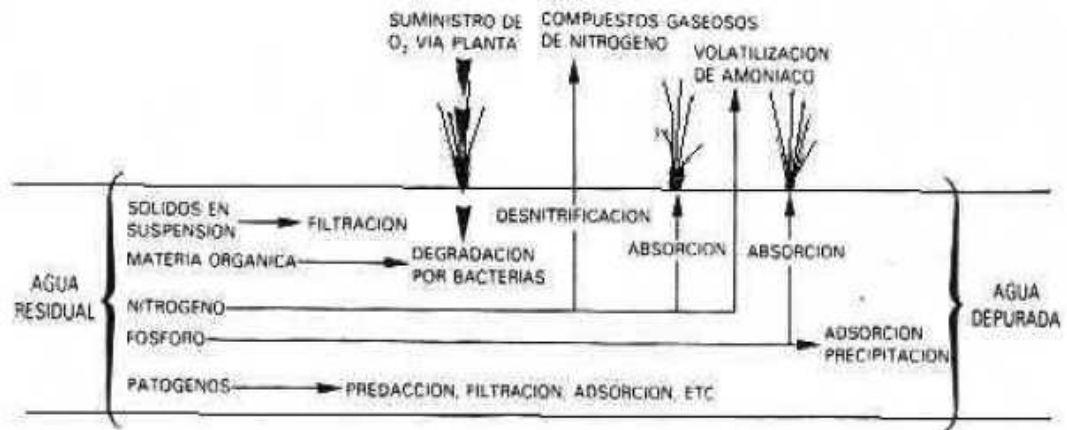
Los substratos en los humedales construidos incluyen suelo, arena, grava, roca y materiales orgánicos como el compost. Sedimentos y restos de vegetación se acumulan en el humedal debido a la baja velocidad del agua y a la alta productividad típica de estos sistemas.

c) Vegetación

El mayor beneficio de las plantas es la transferencia de oxígeno a la zona de la raíz. Su presencia física en el sistema (los tallos, raíces y rizomas) permite la penetración a la tierra o medio de apoyo y transporta el oxígeno de manera más profunda, de lo que llegaría naturalmente a través de la sola difusión.

Los principales procesos que se llevan a cabo en un humedal y que permite la depuración del agua residual **[25]**.

Gráfico No. 34. Procesos de depuración de los humedales artificiales.



Fuente: Lara, 1999.

Elaborado por: Marco Zamora

6.7.3.3 Remoción de DBO

En los sistemas de humedales la remoción de materia orgánica sedimentable es muy rápida, debido a la poca velocidad en los sistemas y a la deposición y filtración, donde cerca del 50% de la DBO aplicada es removida en los primeros metros del humedal. Esta materia orgánica sedimentable es descompuesta aeróbica o anaeróbicamente, dependiendo del oxígeno disponible.

6.7.3.4 Remoción de Sólidos Suspendidos

La remoción de sólidos suspendidos es muy efectiva produciendo efluentes con concentraciones inferiores a 20 mg/L, que es el valor de referencia. Al igual que ocurre con la remoción de DBO, se alcanzan valores siempre por debajo del valor de referencia, independientemente de la concentración de entrada. La remoción de sólidos en humedales es más o menos rápida, y se estima que ocurre en gran parte entre el 12 y el 20 % inicial del área [25].

6.7.3.5 Remoción de Nitrógeno

La remoción de nitrógeno puede ser muy efectiva en ambos tipos de sistemas de humedales y los principales mecanismos de eliminación son similares para los dos casos. La remoción de nitrógeno en humedales puede alcanzar valores por encima del 80 %. Puede medirse el nitrógeno que entra en sistemas de humedales como nitrógeno y amoniacal, nitrito y nitrato.

6.7.3.6 Remoción de Fosforo

La remoción de fósforo en la mayoría de los sistemas de humedales artificiales no es muy eficaz, debido a las pocas oportunidades de contacto entre el agua residual y el terreno

6.7.3.7 Remoción de Metales

Los mecanismos de eliminación de metales en humedales artificiales son similares a los descrito anteriormente para el fosforo, asimilación por parte de las plantas, adsorción y precipitación [25].

Cuadro No.37 Resumen de la Alternativa No. 3 Humedales Artificiales:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo costo para su instalación	Necesitan grandes espacios
No generan malos olores	Sensible a cambios ambientales
Soportan variaciones caudales	Requieren una mínima cantidad de agua para sobrevivir

Elaborado por: Marco Zamora

6.7.4 Puntos del proceso de contaminan las aguas

6.7.4.1 Queso fresco

En el proceso de elaboración de queso fresco las operaciones que más contaminan las aguas son:

- Derrames que se producen durante la pasteurización de la leche debido a que se colocan muy llena la tina durante la agitación.
- Durante el desuerado gran parte de suero se lo destina al tanque de almacenamiento del suero pero una vez que se llena el tanque se lo arroja directamente al drenaje incrementando así la contaminación.
- Cuando se realiza el moldeado y desmoldado parte de la cuajada y queso respectivamente cae directamente al piso de esta manera aumentando la materia orgánica en sus aguas desalojadas.
- La salmuera cuando se cambia se arroja al drenaje directamente.

6.7.4.2 Queso mozzarella

En las operaciones que se realizan en la elaboración de queso mozzarella se puede contaminar las aguas durante:

- El desuerado se arroja suero al piso con pequeñas cantidades de cuajada.
- En el hilado se desecha partes muy pequeñas de cuajada con agua más sal y gran cantidad de grasa como producto del amasado y a temperaturas elevadas.
- Durante el prensado y el enfriamiento de los quesos se drena gran parte de suero más agua helada que alteran significativamente la calidad del agua.

6.7.4.3 Yogurth

En la elaboración de yogurth se puede contaminar las aguas de la siguiente manera:

- En el envasado con derrames innecesarios que se pueden producir y durante el lavado de la envasadora, además del lavado de las yogurteras una vez que se desaloja el yogurth.
- Se puede presentar también derrames de colorantes durante la dosificación.

- Durante el lavado, desinfección de tachos y gavetas que se lo hace con agua caliente y vapor para conseguir una buena asepsia.

6.7.4.4 Leche pasteurizada

En la elaboración de leche pasteurizada se puede producir contaminación de sus aguas en:

- En un tanque mezclador que produce derrames de leche.
- Durante el envasado por fallas de las envasadoras o por fisuras en el rollo.
- Al realizar la desinfección del pasteurizador de placas se descargan a temperaturas elevadas las soluciones ácidas y básicas utilizadas para la limpieza.

6.7.5 Sistemas de tratamiento para las aguas residuales

Calculo para la trampa de grasas

Volumen = $18.00 \text{ m}^3 = 18,000.00 \text{ l}$.

Duración de la jornada laboral = 9 horas = 32,400.00 s.

$$V = Q * t$$

Donde:

V = Volumen

Q = Caudal

T = tiempo

$$Q = V / t$$

$$Q = 18,000.00 \text{ l} / 32,400.00 \text{ s} = 0.55 \text{ l/s} \approx 0.56 \text{ l/s}$$

Según Romero 2004. El tiempo de permanencia en la trampa de grasa puede ser de 15 a 30 minutos y no mayor a 2.8 m^3 .

$$V = Q * t$$

$$V = 0.56 \text{ l/s} * 30 \text{ min.}$$

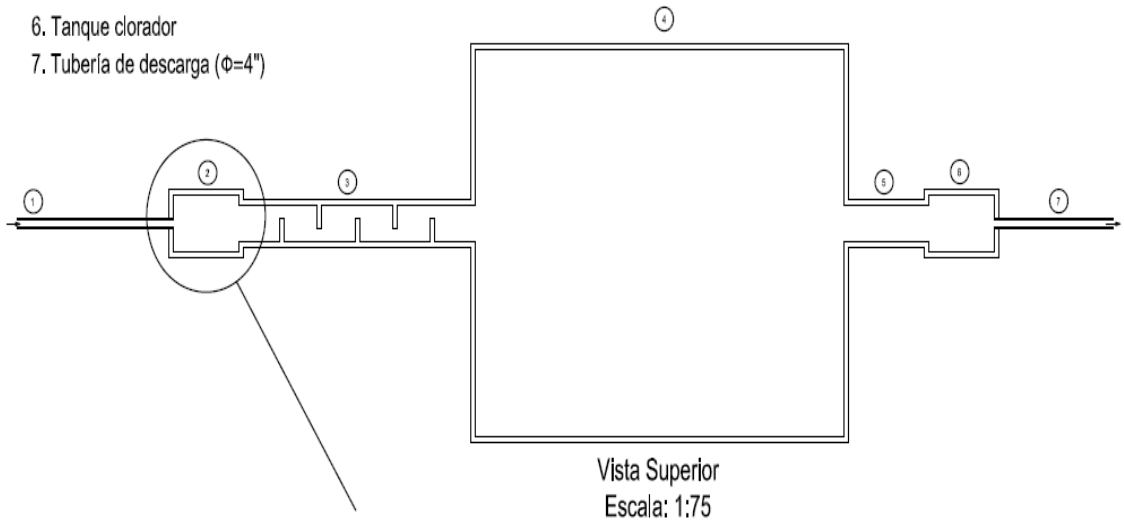
$$V = 0.56 \text{ l/s} * 1,800.00 \text{ s.}$$

$$V = 1,008.00 \text{ l} = 1.008 \text{ m}^3$$

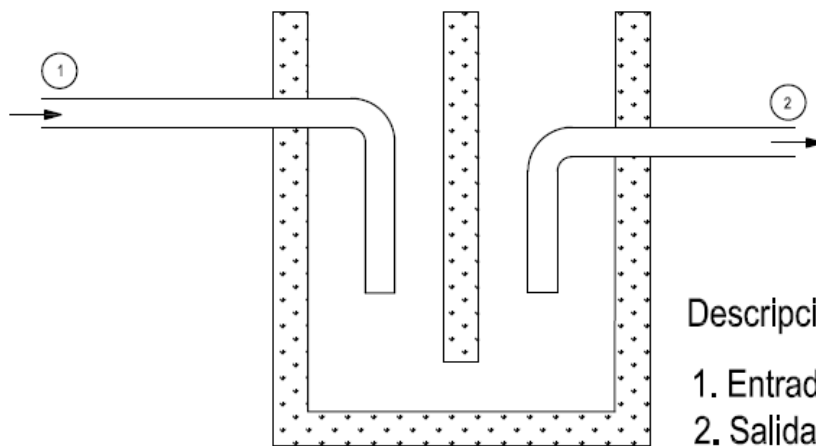
Gráfico No. 35. Alternativa con Trampa de Grasa

Descripción:

1. Caudal de Ingreso ($\phi=4"$)
2. Trampa de grasa
3. Tanque de estabilización
(Mezcla rápida) = Adición Floculante
4. Laguna de oxidación
5. Canal de transferencia
6. Tanque clorador
7. Tubería de descarga ($\phi=4"$)



Detalle 2



Descripción:

1. Entrada
2. Salida

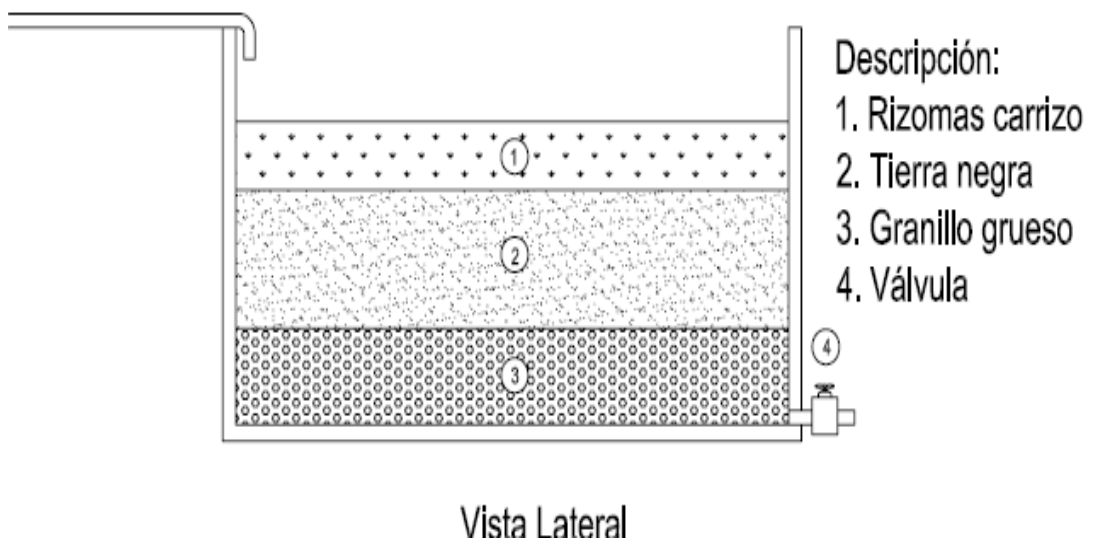
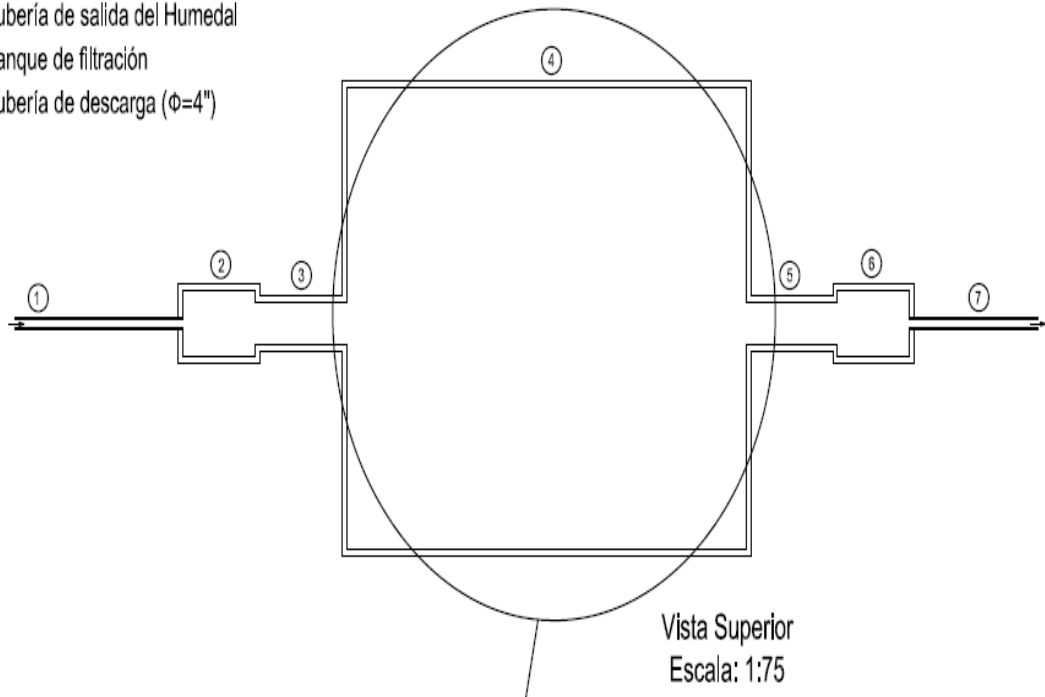
Vista Lateral
Escala: 1:25

Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 36. Alternativa con Humedales Artificiales

Descripción:

1. Caudal de Ingreso ($\Phi=4"$)
2. Trampa de grasa
3. Tubería de ingreso al Humedal
4. Humedal artificial
5. Tubería de salida del Humedal
6. Tanque de filtración
7. Tubería de descarga ($\Phi=4"$)



Elaborado por: Marco Zamora

6.8 Administración

La administración de la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa de Productos Lácteos Marco's estaría a cargo del Jefe de Planta de la Empresa que es el que tiene conocimiento de la cantidad de residuos que se generan, de los caudales que se dependen y las mejoras que se puede aplicar para minimizar la contaminación de sus aguas residuales y vigilada por el Gerente Propietario de la empresa.

La construcción de la planta estaría a cargo de un técnico que tenga conocimientos de la parte ambiental y con la ayuda de un ingeniero civil para tener un diseño correcto en sus instalaciones.

6.9 Previsión de la Evaluación

Una vez que se haya aplicado los correctivos dentro del proceso de elaboración en la empresa para disminuir la contaminación de sus aguas residuales.

Se van a considerar 90 días a partir del tiempo que se encuentre en funcionamiento la planta de tratamiento de aguas residuales se tiene que volver a considerar los análisis que se aplicaron inicialmente para establecer si se ha mejorado la calidad del agua.

De esta manera analizando nuevamente sus aguas residuales se va a tener mejor control y verificar la eficiencia del tratamiento aplicado a las aguas residuales.

MATERIALES DE REFERENCIA

1. ABRIL P. Víctor H. 2007. "Métodos y Técnicas de Investigación Científica", Séptimo Seminario de Graduación" Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. CD.
2. ARUNDEL, JOHN. 2000. "Tratamiento de Aguas Negras y Efluentes Industriales. Editorial Acribia. Zaragoza-España. p. 292.
3. CANALES, CARMEN. 2003. "Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Lácteo". Ministerio del Ambiente. Madrid - España. p. 66-67,75, 77 -79,145, Disponible en: http://www.mapa.es/alimentacion/pags/industria/medio_ambiente/guias_mtd/sector_lacteo.pdf
4. CARRILLO, JOSÉ. 2006. "Tratamiento y Reutilización del Suero de Leche". p.28. México. Disponible en: http://www.lactodata.com/lactodata/docs/lib/jose_luis_carrillo_tratamiento_reutilizacion_2002.pdf
5. CARRILLO, E. LOZANO, A. 2008. "Validación del Método de Coliformes Totales en Agua Potable utilizando Agar Chromocult". Bogota-Colombia. p. 5 -7.
6. CASTRO, B. 2001. "Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial. Portoviejo. Ecuador. P. 2-7. Disponible en: <http://www.cepis.org.pe/bvsaar/e/proyecto/generales/casos/portoviejo.pdf>
7. CENTRO DE ACTIVIDAD REGIONAL PARA LA PRODUCCIÓN LIMPIA. 2002. "Prevención de la Contaminación en la Industria Láctea".

Barcelona-España. p. 75, 77-79. Disponible en:
http://coli.usal.es/web/demo_appcc/demo_ejercicio/lac_es.pdf

8. COMISIÓN CHILENA DE MEDIO AMBIENTE. 1998. “Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial: FABRICACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS”. Santiago-Chile. P. 13 -14. Disponible en:
http://www.produccionlimpia.cl/medios/Guia_Lacteos.pdf
9. CONSEJO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. 2010. “Normas ha ser Aplicadas por las Corporaciones Regionales de Desarrollo en el Control de la Calidad del Agua”. Ambato – Ecuador. p. 1, 6 – 7, 9, 10 – 11.
10. CONSORCIO PARA EL DERECHO SOCIO- AMBIENTAL, 1974. “Legislación Ambiental Relevante”. Quito- Ecuador. Disponible en:
<http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Ley-Prevencion-Control-Contaminacion-Ambiental.html>
11. CONTAMINACIÓN DEL AGUA. 2008. Disponible en:
<http://html.rincondelvago.com/contaminacion-atmosferica-y-de-aguas.html>
12. CRITES TCHOBANOGLIOUS. 2000. “Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones”. Editorial MC Graw Hill. Buenos Aires- Argentina. p. 42, 47- 48,53, 58 – 59, 70-71.
13. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE INDUSTRIA LÁCTEA. 2010. Disponible en : <http://www.aqualimpia.com/Lacteos.htm>
14. DIARIO EL UNIVERSO. 2007. “La Industria y Ambiente”. Guayaquil- Ecuador. Disponible en:
<http://www.eluniverso.com/2007/09/10/0001/21/FA739A9CA85A42588A986A99B83F7098.html>

15. DIARIO HOY. 2010. "Los Ríos encuentran su Cause". Disponible en : <http://www.hoy.com.ec/zhechos/2003/libro/tema20.htm>
16. DICKSON, T. 1995. "Química Enfoque Ecológico" Editorial limusa. México. p. 241-243.
17. EI HERALDO, 2009. "Lo más grave de Tungurahua: la contaminación de sus ríos". Ambato- Ecuador. Disponible en: http://www.ambato.com/amb09/index.php?option=com_content&view=article&id=1542:lo-mas-grave-de-tungurahua-la-contaminacion-de-sus-rios&catid=34
18. ESTRATEGIA AGROPECUARIA DE TUNGURAHUA: HCPT, MAGAP, MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, CESA, IEDECA, GTZ, DeD. 2010. "Normativa Agricultura Limpia Tungurahua". Ambato – Ecuador. p. 12-13, 19.
19. FLORALP, 2008. "Informe de Sostenibilidad". Ibarra-Ecuador. Disponible en: http://www.floralp-sa.com/informe_sostenibilidad_floralp_2008.pdf
20. FRAZIER, W. 1976. "Microbiología de los Alimentos". Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza-España. p. 327- 328
21. GÓMEZ, MARÍA. 2010. "Manual de Diseño para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Alimenticias". p. 3-4. Disponible en: http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/manual_tratamiento.pdf
22. INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES. Características de las Aguas Residuales. 2009. Wikilibros. Disponible en: http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales/Eutrofizaci%C3%B3n.
23. INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO. 2010. "Mejores Técnicas Disponibles en la Industria Láctea". p. 80-81. Disponible en:

<http://www.prtr-es.es/data/images/la%20industria%20%C3%A1ctea-3686e1a542dd936f.pdf>

24. INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. 2007. "Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para el procesamiento de productos lácteos". Disponible en: [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_DairyProcessing_Spanish/\\$FILE/0000199659ESes+Dairy+Processing-rev+cc.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_DairyProcessing_Spanish/$FILE/0000199659ESes+Dairy+Processing-rev+cc.pdf)
25. LARA, J. 1999. "Depuración de Aguas Residuales Municipales con Humedales Artificiales. Barcelona - España. p. 1-40. Disponible en: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/9961.pdf
26. LENNTECH. 2008. Disponible en : <http://www.lenntech.com/espanol/lecherias.htm>
27. MATUTE, S. 2000. "Tratamiento de Residuos Lácteos". Mexico. p. 12-13, 17. Disponible en: http://www.cnp.go.cr/php_mysql/admin/KTML/uploads/files/boletines/TratResLactLiquidos.pdf
28. MATUTE 2000. México. http://www.mercanet.cnp.go.cr/Desarrollo_Agroid/documentospdf/TratResL%EDquidos.pdf
29. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN. 1998. Salamanca. Disponible en: http://html./metodos-y-tecnicas-de-investigacion_1.html
30. PASTOR, P. 2008. "Proyecto Sica Banco Mundial". <http://www.grundfos.com/web/homees.nsf/Webopslag.htm>
31. PROARCA, 1994. "Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Más Limpia para la Industria Láctea" Centro de Producción Más Limpia. Nicaragua. Disponible en:

http://www.mific.gob.ni/LinkClick.aspx?fileticket=3RyPsLecS_o%3D&tabid=92

32. RED ECUATORIANA DE CONSULTORES AMBIENTALES INDEPENDIENTES (RECAI). 2005. p. 103.
33. RODRIGUEZ, ANTONIO. 2006. "Tratamiento Avanzados de Aguas Residuales Industriales". Comunidad de Madrid. Universidad de Alcalá. Madrid-España. p.19-24 Disponible en: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt_2_tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf
34. ROMERO, M. 2009. "Desarrollo de un Plan de Manejo Ambiental para la Industria Procesadora de leche (FLORALP) ubicada en el cantón Ibarra-Imbabura". Quito-Ecuador. p 1-5. Disponible en : <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16711/1/CD-2601.pdf>
35. ROMERO, JAIRO. 2002. "Calidad del Agua". Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá – Colombia. p. 135 -146, 51,156-157,96 -98, 109 -111, 71-72, 73,74, 102, 69 -70, 67, 187-192, 129, 71.
36. ROMERO, JAIRO. 2004. "Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y Principios de Diseño". Tercera edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá – Colombia. p. 151-152, 36, 37, 62 – 64, 68, 70, 58 - 59, 28, 57,402, 527, 633, 635, 659, 664 - 666, 757 - 758, 787 - 788, 793 - 794, 801 - 802, 817, 835 - 836, 957.
37. ROMERO, JAIRO. 2005. "Lagunas de Estabilización de Aguas Residuales". Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá – Colombia. p. 99 – 105, 110- 111.
38. ROMERO, J. 2000. "Purificación del Agua". Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá – Colombia. p. 33, 54 – 55, 79 – 80,

125, 130 – 131, 140, 156 – 157, 195 – 197, 199 – 201, 218, 221, 224, 226 – 227, 251 – 252, 269 – 270, 289 – 292, 295 – 299, 336.

39. SÁENZ, R. 2010. “Desarrollo del Proceso de Tratamiento de Desechos de una Empresa de Productos Lácteos”. Guayaquil-Ecuador. p 70-71, 74, 37-42. Disponible en : <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11941/3/INTRO.doc>
40. SERRANO, JOSÉ. 2008. “Diseño Hidrosanitario, Sistema de Evacuación y Tratamiento de Aguas Residuales de la Planta de Lácteos (Ecolac) y Cárnicos. Loja-Ecuador. p. 38-39. Disponible en: <http://repositorio.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/3771/1/628x465.pdf>
41. SISTEMA ÚNICO DE MANEJO AMBIENTAL, 2010. “Libro VI de Calidad Ambiental”. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Disponible en : .- <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Libro-VI.pdf>
42. SPREER, D. 1991. “Lactología Industrial”. Editorial Acribia. Zaragoza-España. p. 7- 27.
43. TORRES ET AL. 2008.” Tratamiento de Aguas Residuales mediante el Sistema de Lodos Activados” España <http://www.redpml.cu/Biblioteca%20virtual/tema7/Reporte%20de%20asesor%C3%ADa%20sobre%20P+L.%20Unidad%20de%20L%C3%A1cteos.PDF>
44. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. 2010. Wikipedia. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales.
45. UNIÓN EUROPEA. 2006. “Guía Buenas Prácticas Medioambientales en el Sector Lácteo”. p. 19-20, 30, 33-34. Disponible en :

http://www.camaracompostela.com/mambiente/CCS_Guia.BP.Sector.Lacteo.pdf

46. URBANISMO E INGENIERÍA AMBIENTAL. 2008. “Centro Politécnico de Ingenieros Universidad de Zaragoza”
<http://www.etsav.upc.es/personals/monclus/cursos/1301.htm>
47. VALENCIA, E. 2010. “La Industria de la Leche y la Contaminación del Agua”. Puebla – México. Disponible en :
<http://www.elementos.buap.mx/num73/htm/27.htm>
48. WIKILIBROS. 2010. “Ingeniería de Aguas Residuales: Eutrofización”. Disponible en:
http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales/Eutrofizaci%C3%B3n
49. ZAMORA, JEANETT . 2006. “Depuración Biotecnológica del Suero Lácteo Empleando un Sistema Continuo Mixto: Anaerobio de Lecho Fijo-Aerobio. Huajuapán de León, Oaxaca, México. p. 5-16. Disponible en: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/9961.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

Gráficos de las Operaciones que contaminan las aguas

Queso fresco

Gráfico No. 37.Derrames en pasteurización



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No.38.Desuerado en el piso



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 39Recolección de suero



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 40 Segundo desuerado



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 41Cuajada en el piso



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 42 Desmoldado



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 43 Cuajada en rejillas



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Queso mozzarella

Gráfico No. 44 Desuerado



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 45 Suero en el piso



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 46 Desuerado del hilado



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 47 Autoprensado



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 48 Enfriamiento



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Yogurth

Gráfico No. 49 Dosificación



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 50 Lavado de la envasadora



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 51 Lavado de gavetas



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Leche Pasteurizada

Gráfico No. 52 Derrame de leche en la estandarización.



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 53 Sellado



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 54 Derrame de leche



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Recolección de muestras

Gráfico No. 55 Desuerado de la línea



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 56 Toma de muestra



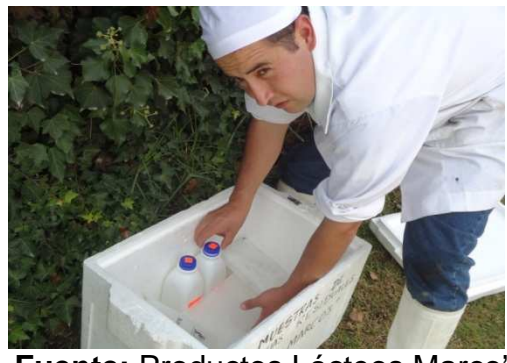
Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 57 Recolección



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

Gráfico No. 58 Transporte



Fuente: Productos Lácteos Marco's
Elaborado por: Marco Zamora

ANEXO 2

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aguas Residuales: Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales.

Administración: Acción de administrar.

ABS : Aquí benceno Sulfonato.

Aceites y Grasas

Se entiende por grasas y aceites el conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, muy ofensivas estéticamente.

Conductividad

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación

Cloruros

Las concentraciones de cloruros pueden provenir de la intrusión de las aguas salinas y salobres. En las aguas residuales, los cloruros son añadidos como consecuencia del uso.

CNRH: Consejo nacional de Recursos Hídricos.

Desechos Orgánicos. Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en

exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno.

Desechos Inorgánicos. En este grupo están incluidos ácidos, bases, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

Desnitrificación: Parte del ciclo del nitrógeno en que este es devuelto a la atmósfera por acción de ciertos microorganismos.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): La demanda química de oxígeno es un parámetro analítico de polución que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química. La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Cantidad de oxígeno consumida durante un tiempo determinado, a temperatura dada, para descomponer por oxidación las materias orgánicas del agua con ayuda de las bacterias. Es una medida de la contaminación de un líquido al ser vertido a un cuerpo de agua.

Efluentes: Desechos líquidos o gaseosos, tratados o no, generados por diversas actividades humanas que fluyen hacia sistemas colectores o directamente a los cuerpos receptores.

Fosfatos

El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales.

Líquidos Residuales: Los que se derivan de la fabricación de productos, siendo principalmente disoluciones de productos químicos tales como lejías

negras, los baños de curtido de pieles, las melazas de la producción de azúcar, los alpechines.

Leche: Es uno de los productos naturales más valiosos y es uno de los constituyentes fundamentales de la alimentación humana. La leche se tiene por uno de los alimenticios más antiguos y a la vez uno de los alimentos más importantes

Nitrógeno Total en base a Nitratos: Los compuestos del nitrógeno son de gran interés para los ingenieros ambientales debido a su importancia en los procesos vitales de todas las plantas y animales.

NTU : Unidades Nefelométricas de Turbidez

OD = Oxígeno Disuelto.

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

pH

El término pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrógeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrógeno.

PML: Producción Más Limpia

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

RPCCA: Reglamento a la Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Sólidos totales

Se define como sólidos la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103 °C. El valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos)

Sólidos Sedimentables

La denominación se aplica a los sólidos en suspensión que se sedimentarán, en condiciones tranquilas, por acción de la gravedad.

Sólidos Disueltos

Los sólidos disueltos representan el material soluble y coloidal, el cual requiere usualmente, para su remoción, oxidación, oxidación biológica o coagulación y sedimentación.

Sólidos Totales. Constituidos por materia flocculante, material sedimentable, coloidal y en suspensión.

Sulfatos

Es uno de los aniones más comunes en las aguas naturales, se en concentraciones que varían desde unos pocos hasta varios miles de mg/L.

Temperatura

Es un parámetro importante en aguas residuales por su efecto sobre la característica del agua, sobre las operaciones y procesos de tratamiento, así como sobre el método de disposición final.

Turbidez

La turbidez o turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua.

TULAS: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria.

TRH : Tiempo de retención hidráulico.

TRS: Tiempo de retención de sólidos.

°Be= Grados Beaumé

ANEXO 3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

CUESTIONARIO SOBRE LAS CAUSAS DEL DESCONOCIMIENTO DE
LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES POR LA EMPRESA DE
PRODUCTOS LÁCTEOS MARCO'S

FECHA:.....

NOMBRE:.....

La presente encuesta tiene como **objetivo** identificar las causas del desconocimiento de la descarga de aguas residuales.

Instrucciones: Por favor lea con atención cada una de las preguntas y responda según crea necesario.

1.- ¿Conoce los efectos de la descarga de aguas residuales?

SI

NO

2.- ¿Ha recibido capacitación sobre los efectos de las aguas residuales?

SI

NO

3.- ¿Con qué frecuencia desalojan las aguas residuales de la empresa?

Diario

Semanal

Quincenal

Mensual

Ninguno

4.- ¿Con qué frecuencia se realizan las operaciones de limpieza en la empresa?

Diario

Semanal

Quincena

Mensual

Ninguno

5.- ¿Qué cantidad de agua normalmente se desaloja de la empresa?

Nada

Poco

Mucho

6.- ¿Considera que pueden ocasionar peligro si se consumen éstas aguas?

SI

NO

7.- ¿Conoce para qué se emplean éstas aguas una vez descargadas de la empresa?

SI

NO

8.- ¿Conoce la forma adecuada de manejar los residuos industriales?

SI

NO

9.- ¿Considera que se deba aplicar un tratamiento de las aguas residuales antes de su descarga?

SI

NO

Gracias por su colaboración

Marco Zamora

ANEXO 4

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

**ENTREVISTA SOBRE LOS IMPACTOS QUE OCASIONAN LOS
DESECHOS GENERADOS POR EL PROCESAMIENTO DE LA LECHE EN
LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS MARCO'S**

FECHA:.....

NOMBRE:.....

La presente entrevista tiene como **objetivo** identificar los impactos que ocasiona el procesamiento de la leche en la descarga de aguas residuales.

1. Está consiente que las actividades desarrolladas en su empresa están contaminando al ambiente?.
2. Se ha realizado algún estudio de las aguas que se están descargando diariamente?.
3. Estaría de acuerdo en que se realizara un estudio de las aguas residuales descargadas de su empresa?
4. Considera que se deba capacitar a los empleados sobre la mejor forma de manejar los desechos antes de su descarga?
5. Le gustaría implementar una planta de tratamiento de las aguas residuales generadas en su empresa?.

ANEXO 5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

**ENTREVISTA SOBRE LOS IMPACTOS QUE OCASIONAN LOS
DESECHOS GENERADOS POR EL PROCESAMIENTO DE LA LECHE EN
LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS MARCO'S**

FECHA:.....

NOMBRE:.....

La presente entrevista tiene como **objetivo** identificar los impactos que ocasiona el procesamiento de la leche en la descarga de aguas residuales.

1. Conoce a dónde se descargan directamente estas aguas residuales como producto de las actividades de la empresa?.
2. Se ha considerado la calidad del agua que se utiliza para el proceso?.
3. Se aplica algún tratamiento a sus aguas residuales antes de su descarga?.
4. Tiene conocimiento de qué línea de productos que elabora la empresa es la que más contamina las aguas residuales?
5. Que opinión considera de realizar un estudio de las aguas residuales para a futuro implementar una planta de tratamiento de las aguas residuales para minimizar la contaminación ambiental?

ANEXO 6

Cuadro No. 38 Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Acidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO ₃	mg/l	0,1

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Caudal máximo		l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

Fuente: TULAS.2010.

Elaborado por: Marco Zamora

Cuadro No. 39 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		^B Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	^A Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

*La apreciación de color se estima sobre 10 cm de muestra diluida [41].

Fuente: TULAS.2010

Elaborado por: Marco Zamora

ANEXO 7

NORMA INEN DEL AGUA POTABLE (INEN 1 10B 1983-12)

Cuadro No. 40 Norma INEN de Agua Potable

REQUISITOS	UNIDAD	Límite deseable	Límite máximo permisible
Color	Unidades Escala Pt-Co	5	30
Turbiedad	FTU turbiedad formazina	5	20
Olor	—	ausencia	ausencia
Sabor	—	inobjetable	inobjetable
pH	—	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	500	1 000
Manganeso, Mn	mg/l	0,05	0,3
Hierro, Fe	mg/l	0,2	0,8
Calcio, Ca	mg/l	30	70
Magnesio, Mg	mg/l	12	30
Sulfatos, SO ₄	mg/l	50	200
Cloruros, Cl	mg/l	50	250
Nitratos, NO ₃	mg/l	10	40
Nitritos, NO ₂	mg/l	cero	cero
Dureza, CaCO ₃	mg/l	120	300
Arsénico, As	mg/l	cero	0,05
Cadmio, Cd	mg/l	cero	0,01
Cromo, Cr cromo hexavalente	mg/l	cero	0,05
Cobre, Cu	mg/l	0,05	1,5
Cianuros, CN	mg/l	cero	cero
Plomo, Pb	mg/l	cero	0,05
Mercurio, Hg	mg/l	cero	cero
Selenio, Se	mg/l	cero	0,01
ABS (MBAS)	mg/l	cero	0,2
Fenoles	mg/l	cero	0,001
Cloro libre residual*	mg/l	0,5	0,3 - 1
Cólliformes totales	NMP/100cm ³	ausencia	ausencia
Bacterias aerobias totales	colonias/cm ³	ausencia	30
Estroncio 90	Pc/l	ausencia	8
Radio 226	Pc/l	ausencia	3
Radiación total	Pc/l	ausencia	1 000

Fuente: INEN.1983

Elaborador por: Marco Zamora

ANEXO 8

ANÁLISIS DE AGUAS DE LA EMPRESA.



LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2605 912 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Ing. Marco Zamora Carrillo

Lugar: Industrial de Lácteos Marcos

Fecha de Análisis: 2 de diciembre del 2010

Fecha de Entrega de Resultados: 8 de diciembre de 2010

Tipo de muestras: Agua de cisterna alimentación a la planta

Localidad: Cantón Pillaro Prov. Tungurahua

Código LAT/159-10

Análisis Sensorial

Parámetro	Resultado
Color	Incolora
Olor	Inolora
Aspecto	normal
Formación de espuma	nula

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	Método*	Resultados
pH	Und.	4500-B	7.81
Temperatura	°C	2550-B	19
Conductividad	µSiems/cm	2510-B	170.6
Alcalinidad	mg/L	2320-B	170.0
Acidez	mg/L	2310-B	420.0
Turbiedad	NTU	2130-B	1.7
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B	92.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	10.6
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	7.3
Hierro	mg/L	4500-Fe-	0.17
Fosfatos	mg/L	4500-P-D	0.12
Nitritos	mg/L	4500-NO ₂ -B	0.005
Nitrógeno de Nitratos	mg/L	4500-NO ₃ -C	10.11
Sulfatos	mg/L	4500-SO ₄ -E	1.65
Aceites y Grasas	mg/L	5520-B	<0.1
Sólidos en suspensión	mg/L	2540-D	<0.1
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	105.7
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	240.0

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS ESPOCH



Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: Ing. Marco Zamora	CODIGO: 253-10
DIRECCION: Pillaro	TELEFONO: 2873098
TIPO DE MUESTRA: Agua de cisterna de ingreso a la planta de Lácteos	
UBICACION: Pillaro Planta de Lácteos Marcos	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-12-02	
FECHA DE MUESTREO: 2010-12-01	
EXAMEN FISICO	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de escaso material sedimentado	

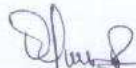
DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	100
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	Ausencia

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-12-02

FECHA DE ENTREGA: 2010-12-07

RESPONSABLES:


Dra. Gina Alvarez


LABORATORIOS
DRA. GINA ALVAREZ
RESPONSABLE

Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables



LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2605 912 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Ing. Marco Zamora Carrillo

Lugar: Industrial de Lácteos Marcos

Fecha de Análisis: 2 de diciembre del 2010

Fecha de Entrega de Resultados: 8 de diciembre de 2010

Tipo de muestras: Agua residual, salida de la planta industrial

Localidad: Cantón Pillaro Prov. Tungurahua

Código LAT/160-10

Análisis Sensorial

Parámetro	Resultado
Color	Blanquecina
Olor	Objetable (desagradable)
Aspecto	Presencia de material en suspensión y flotante
Formación de espuma	Abundante

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	Método*	*Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	4.74
Temperatura	°C	2550-B	< 40	30
Conductividad	µSiems/cm	2510-B		7,820.2
Alcalinidad	mg/L	2320-B		1,130.0
Acidez	mg/L	2310-B		3220.0
Turbiedad	NTU	2130-B		3921.0
Cloruros	g/L	4500-Cl-B		101.9
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	18,400
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	12,500
Hierro	mg/L	4500-Fe-	25	0.17
Fosfatos	mg/L	4500-P-D	15	14.96
Nitritos	mg/L	4500-NO ₂ -B		0.005
Nitrógeno de Nitratos	mg/L	4500-NO ₃ -C	40	104.4
Sulfatos	mg/L	4500-SO ₄ -E	400	462.0
Aceites y Grasas	mg/L	5520-B	100	4,600
Sólidos en suspensión	mg/L	2540-D	220	1,020
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C		4848.0
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1600	32,620

TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público
Atentamente,

Dra. Gilda Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: Ing. Marco Zamora	CODIGO: 254-10
DIRECCION: Pillaro	TELEFONO: 2873098
TIPO DE MUESTRA: Agua de salida de la planta de Lácteos	
UBICACION: Pillaro Planta de Lácteos Marcos	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-12-02	
FECHA DE MUESTREO: 2010-12-01	
EXAMEN FISICO	
COLOR: blanquesina	
OLOR: desagradable a lacteos	
ASPECTO: presencia de material en suspensión y sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	39.500
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	Ausencia

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-12-02

FECHA DE ENTREGA: 2010-12-07

RESPONSABLES:


Dra. Gina Alvarez


DRA. GINA ALVAREZ
RESPONSABLE

Dra. Fabiola Villa.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables



**LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS**

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Marco Zamora Industrias Lácteas MARCOS

Fecha de Análisis: 14 de septiembre del 2011

Fecha de Entrega de Resultados: 19 de septiembre de 2011

Tipo de muestras: Agua Residual

Localidad: Cantón Pillaro Km 1 Vía La Primavera

Código LAT/189-11

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Limites	Resultados
pH	und		5-9	3.1
Conductividad	μSiems/cm	2510-B		1,208.0
Turbidez	UNT	2130-B		1,785.0
Cloruros	mg/L	4500-Cl-B		4,130.0
Aceites y Grasas	mg/L	5530-C	100	152.0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	9,700.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	8,000.0
Sólidos Sedimentables	mg/L	2540-F	20	9,000.0
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C		780.0
Sólidos Totales	mg/L	2540-B	1600	7,920.0

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

TRABAJO PENDIENTE.

Observaciones:

Atentamente.


Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.