



*"Impulsando la sociedad  
del conocimiento"*

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción**

### **Tercer Programa de Postgrado de Producción Más Limpia**

#### **Trabajo de Titulación de Especialista**

Estudio de Tres Casos donde se Aplica la Metodología de  
Producción Más Limpia a la Empresa Ultra Química Cía. Ltda.

Previo la obtención del Título

## **ESPECIALISTA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

Presentada por:

Franklin Vicente López Rocafuerte

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2005

## **AGRADECIMIENTO:**

A cada una de las personas que de una forma u otra colaboraron en la culminación de este trabajo; en especial al Ing. Marcos Tapia, Director de Tesis.

De igual manera, al Sr. José Hazins Gerente de Ultra Química Cía. Ltda y al personal que aportaron con información durante el desarrollo del proyecto.

**DEDICATORIA:**

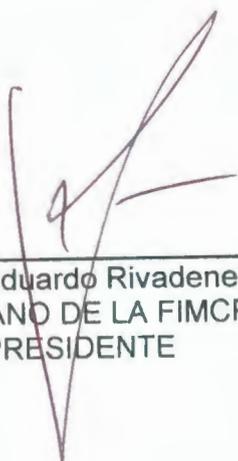
A MIS PADRES

A MI MUJER

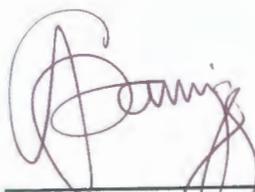
A MI HIJA

A MIS HERMANOS.

## TRIBUNAL DE GRADUACION



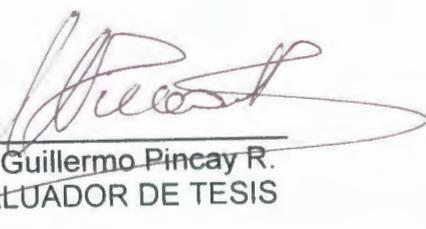
Ing. Eduardo Rivadeneira P.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



DR. Alfredo Barriga R.  
DIRECTOR DE POSTGRADO



Ing. Marcos Tapia Q.  
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Guillermo Pincay R.  
EVALUADOR DE TESIS

## DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Franklin Vicente López Rocafuerte

## RESUMEN

El presente trabajo de producción más limpia está centrada en mejorar la eficiencia de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, la cual consiste en la identificación y evaluación de aspectos técnicos, ambientales, económicos y de seguridad dentro de esta unidad, elegida por la alta gerencia como primera prioridad para la aplicación de esta metodología.

Así mismo, determinará acciones que se deberán tomar en cuenta en cuanto a la generación de residuos sólidos, líquidos, así como también controlar el consumo de materias primas, materiales auxiliares e insumos.

La aplicación de esta metodología basa su justificación en lo siguiente:

Para el Estudio del Caso Uno: **"Uso de lodo de desecho de la planta de tratamiento de aguas residuales"**, tenemos que, durante el año 2004, la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ultra Química, generó aproximadamente 1,800 Kg. de lodos de desechos con una concentración del 20% de sólidos.

Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental, todo lodo generado en la planta de tratamiento de aguas residuales es considerado como desecho peligroso; por tanto, no se lo puede votar al relleno sanitario, a menos que

cumpla con ciertos parámetros exigidos por la entidad de control; de no ser así, éste podría convertirse en un potencial pasivo ambiental.

Bajo esta premisa, la Gerencia General y el eco-equipo de la empresa decidió buscar una alternativa viable, que permita reutilizar este residuo en las líneas de producción, de tal forma que permita eliminar este posible pasivo ambiental y minimizar su impacto al medio ambiente.

En el Estudio del Caso Dos: **“Uso de una bomba de alta presión para la limpieza de mezcladores de pintura base agua”**, el departamento de operaciones tiene registrado que entre el mes de marzo y diciembre del año 2004, se ha reportado un promedio de 4.2 lotes mensuales de aguas residuales tratadas; cada batch corresponde a 3,200 litros de efluente alimentados al floculador.

Si determinamos la relación entre los litros de agua utilizada para el lavado de mezcladores por tonelada de pintura elaborada, ésta nos da un valor de 170, valor que está muy por encima del reportado por la EPA, cuyo índice oscila entre 30 y 70.

Bajo esta premisa, el eco-equipo recomendó la adquisición de una bomba de alta presión para limpiar los mezcladores y disminuir en un 50% el consumo de agua, y por ende, la generación de edluentes líquidos.

En lo que respecta al Estudio del Caso Tres: **"Instalación de un nuevo temporizador para optimizar la operación de encendido y apagado del motor de 7.5 HP del compresor de aire"**, se tiene evidencia que, el consumo de energía eléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales durante el año 2004 fue de 9,900 Kwh.

La idea del mejoramiento consiste en incrementar, en media hora, el tiempo de reposo del motor del compresor y fijarlo en una hora, sin que esta modificación afecte significativamente el proceso de lodos activados.

Finalmente, quedan planteadas otras alternativas de mejoras en la parte operativa de la planta de tratamiento de aguas residuales, que se podrían ejecutar, de acuerdo a las necesidades de mejoramiento continuo de la empresa

# INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN .....	II
INDICE GENERAL .....	V
ABREVIATURAS .....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO 1	
1. PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	10
1.1. Descripción del proceso .....	10
1.1.1. Etapa de sedimentació preliminar .....	12
1.1.2. Etapa de clarificación-floculación .....	14
1.1.3. Etapa de aireación .....	16
1.1.4. Etapa de secado .....	17
1.2. Flujograma del proceso .....	18
1.3. Lay out del proceso .....	20
1.4. Maquinarias y equipos .....	21
CAPITULO 2	
2. EVALUACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO .....	22

2.1. Cuadro de resumen de evaluación de datos para establecer prioridades .....	23
2.2. Balance de masa de entradas y salidas del proceso elegido .....	24
2.3. Análisis cuantitativo de entradas y salidas del proceso elegido..	25
2.4. Cuadro de balance de materiales .....	29

### CAPÍTULO 3

3. SELECCIÓN DE CASOS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA .....	30
3.1. Planilla auxiliar para la selección de casos P+L .....	30
3.2. Matriz de evaluación de datos para selección de oportunidades de P+L .....	31
3.3. Matriz de priorización de casos a implementarse .....	33
3.4. Principales indicadores .....	34
3.5. Identificación de puntos de monitoreo .....	35
3.6. Matriz de evaluación de aplicación de soluciones .....	36
3.7. Proyectos seleccionados que serán implementados .....	36
3.8. Evaluación de aspectos ambientales legales .....	37

### CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO Y SELECCIÓN DE CASOS .....	39
4.1. Estudio del Caso Uno .....	39
4.1.1. Alternativas de mejoramiento estudiadas .....	39
4.1.2. Descripción de la situación anterior del Caso .....	40

4.1.3. Descripción del estudio del Caso.....	41
4.1.4. Beneficios económicos .....	43
4.1.5. Beneficios ambientales .....	44
4.2. Estudio del Caso Dos .....	45
4.2.1. Alternativas de mejoramiento estudiadas .....	45
4.2.2. Descripción de la situación anterior del Caso .....	45
4.2.3. Descripción del estudio del Caso.....	46
4.2.4. Beneficios económicos .....	48
4.2.5. Beneficios tecnológicos .....	48
4.2.6. Beneficios ambientales .....	49
4.3. Estudio del Caso Tres .....	49
4.3.1. Alternativas de mejoramiento estudiadas .....	49
4.3.2. Descripción de la situación anterior del Caso .....	50
4.3.3. Descripción del estudio del Caso.....	50
4.3.4. Beneficios económicos .....	52
4.3.5. Beneficios tecnológicos .....	52
4.3.6. Beneficios ambientales .....	53

## CAPÍTULO 5

5. PROGRAMA DE CONTINUIDAD .....	54
5.1. Oportunidad de Producción Más Limpia N° 1 .....	54
5.2. Oportunidad de Producción Más Limpia N° 2 .....	54

## CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES .....	56
6.1. Estudio del Caso Uno .....	56
6.2. Estudio del Caso Dos .....	57
6.3. Estudio del Caso Tres .....	57

## CAPÍTULO 7

7. RECOMENDACIONES .....	59
7.1. Estudio del Caso Uno .....	59
7.2. Estudio del Caso Dos .....	59
7.3. Estudio del Caso Tres .....	60

## APÉNDICES

## BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

CF	Cubic feet (siglas en inglés)
db(eq)	Decibeles equivalentes
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química del oxígeno
EPA	Environmental Protection Agency
gr	Gramo
HP	Horse Power
Hr	Hora
Kg	Kilogramo
Kwh.	Kilowattios Hora
LS	Lecho de secado
lt.	Litro
°T	Temperatura
P+L	Producción más Limpia
pH	Potencial hidrógeno
pie <sup>3</sup>	Pie cúbico
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
rpm	Revoluciones por minuto
TIR	Tasa interna de retorno
VAN	Valor Actual neto

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1 Esquema de precipitación química y procesos asociados...	11
Figura 1.1.1 Tanques presedimentadores .....	13
Figura 1.1.2 Tanques floculadores .....	15
Figura 1.1.3 Tanque reactor biológico .....	16
Figura 1.1.4 Lecho de secado de arena .....	17
Figura 1.2 Vista frontal de planta de tratamiento de aguas residuales.....	19

## INTRODUCCIÓN

La empresa Ultra Química Cía. Ltda. inició sus actividades el 3 de septiembre de 1973 con la elaboración de adhesivos y pintura base agua.

Con el transcurrir del tiempo se transforma en una mediana industria que produce y comercializa una amplia gama de productos, así como materias primas para la industria del cuero; productos químicos, etc.

Entre los datos relevantes de la empresa podemos destacar los siguientes:

Ubicación: Km. 16.5 vía a Daule, Parque Industrial de Pascuales

Fecha de instalación en la actual dirección: Agosto del 2002

Régimen de funcionamiento: 8 horas/día; 22 días/mes; 12 meses/año

Número de empleados: 185

Principales materias primas utilizadas: Tolueno, rubber solvent, asfalto, resinas alquídicas, carbonato de calcio, caolín, dióxido de titanio, óxido de zinc, policloropreno, resina fenólica, óxido de magnesio, etc.

Principales productos o servicios: Pintura esmalte, pintura base agua, pintura anticorrosiva, pintura laca, adhesivos, cemento plástico y otros.

El mercado que atiende la empresa es local.

El nivel de facturación promedio anual es de \$ 6'000.000 .

La tecnología de los procesos de fabricación de productos es manual debido a que no cuenta con sistemas automáticos de envasado de productos.

El personal que tiene la responsabilidad del aseguramiento de calidad de los productos, se desenvuelve en buena forma, constituyéndose en una fortaleza conjuntamente con el personal del Departamento de Investigación y Desarrollo de Productos.

Actualmente Ultra Química Cía. Ltda. está posicionada entre una de las más grandes fábricas productoras de pinturas a nivel nacional, gracias a la calidad de sus productos y a sus precios muy competitivos.

La implementación de la metodología de producción más limpia en Ultra Química tiene relevancia porque pretende manejar todas sus procesos productivos, de acuerdo a un sistema de gestión ambiental integrado, que permita incrementar la eficiencia del uso de energía, agua, aire comprimido y de materias primas.

Principalmente busca aplicar de manera continua estrategias ambientales preventivas con el propósito de reducir los riesgos ambientales y también al

ser humano; reducir los desperdicios, aprovechar el uso de los residuos y minimizar la contaminación en el origen. Consecuentemente, esto permitirá a la empresa ser más eficiente, competitiva y rentable.

### **Objetivos generales**

Dentro de los objetivos que persigue Ultra Química con la implementación de la metodología de P+L, están: Optimizar los costos por tratamiento y disposición de un volumen alto de residuos, ya sea in situ o fuera de las instalaciones.

De igual manera, la reducción de los costos de producción a través de el mejor manejo de materias primas y una mayor eficiencia de los procesos. Así como también implementar un plan de manejo ambiental, que permita llevar a cabo labores apegadas a lo establecido en las leyes y reglamentos ambientales, pretendiendo entre otros aspectos, prevenir y minimizar los impactos ambientales, los riesgos operacionales y laborales de los trabajadores.

### **Objetivos específicos:**

- Reutilizar el lodo de desecho, que se genera en la planta de tratamiento de aguas residuales, en la elaboración de cemento plástico.

- Reducción del consumo de agua de lavado de mezcladores de pintura base agua.
- Optimizar el consumo de energía eléctrica en la etapa de aireación de la planta de tratamiento de aguas residuales.

### **Alcance de P+L**

El alcance de la metodología de producción más limpia está centrada en mejorar la eficiencia de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, la cual consiste en la identificación y evaluación de aspectos técnicos, ambientales, económicos y de seguridad dentro de esta unidad, elegida por la alta gerencia como primera prioridad para la aplicación de esta metodología.

Entre los principales aspectos del programa podemos mencionar:

- Utilización de residuos sólidos: lodos de desechos
- Mejoras de prácticas operacionales mediante un programa de capacitación.
- Optimizar el consumo de materias primas.
- Optimizar el consumo de insumos.
- Optimizar el consumo de agua en el lavado de mezcladores, etc.

## **Enfoque de Producción más Limpia**

La planta de tratamiento de aguas residuales de Ultra Química Cía. Ltda. está operando desde el mes de marzo del 2004, contando para ello con un registro del volumen de agua tratada, consumo de materias primas, días operativos, cantidad de lodos de desechos generados, consumo de insumos y auxiliares y horas máquinas utilizadas durante el año 2004.

El enfoque sistemático de P+L se tomó considerando siguiente:

### **Beneficios Financieros:**

- Reducción de costos mediante la optimización del uso de materias primas.
- Optimización del consumo de insumos y materiales auxiliares.
- Incremento de la eficiencia en producción.

### **Beneficios Operacionales:**

- Mejoras de condiciones de seguridad.
- Mejoras de condiciones de salud ocupacional.
- Buenas prácticas de operaciones.

### **Beneficios Ambientales:**

- Reutilización de los desechos sólidos en el proceso de producción.
- Minimización de residuos con beneficios tangibles e intangibles.

- Reducción de costos por tratamiento.
- Mejora de la imagen pública de la empresa.

### **Metodología**

La metodología utilizada para la ejecución de la primera parte es la recopilación de datos, fue el contacto directo y la entrevista con los Jefes Departamentales de la empresa y el personal de diferentes áreas, algunos de los cuales integraban el Eco-Equipo, quienes proporcionaron la información general para llenar las diferentes matrices de recopilación de información.

Se realizaron inspecciones in situ de los procesos y operaciones de producción, condiciones de operación, mantenimiento de maquinarias y equipos, monitoreo de niveles de ruido, manipulación y peso de materias primas, y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se realizó una descripción macro de las diferentes líneas de producción con sus respectivos diagramas de flujo, señalándose las principales entradas, y las principales salidas, en las cuales se generan los residuos.

Luego se eligió el proceso donde se implementaría la metodología de producción más limpia; se elaboró un diagrama de flujo completo para

identificar, en cada una de las etapas, las diferentes entradas y salidas, así como un análisis minucioso de los residuos, subproductos, emisiones y desechos generados.

Conocidos cada uno de los residuos, se procedió a identificar, evaluar y valorar los aspectos ambientales que producen las actividades operacionales de cada etapa del proceso.

La matriz de evaluación tiene el siguiente formato:

- a. Número de la etapa
- b. Descripción del aspecto
- c. Impactos:
  - Usos de recursos naturales
  - Contaminación del agua.
  - Contaminación del suelo y aguas subterráneas.
  - Contaminación del aire.
  - Incómodo a personas interesadas
- d. Prioridad.
- e. Relevancia del impacto.
- f. Requisito legal.
- g. Resultado.

h. Prioridad.

i. Medidas de adecuación.

Para la valoración se han ubicado en filas de la matriz los aspectos de las etapas y en columnas las severidades de los impactos ambientales, en una escala de 1 a 3: En la siguiente columna se ha considerado la probabilidad,, relevancia del impacto , requisito legal, medidas de adecuación. Luego se procede a sumar los valores y se determina el orden de las prioridades de los aspectos, de mayor a menor importancia, con su respectiva medida de adecuación.

También se ha tomado en cuenta, en forma implícita, los principales riesgos de trabajo y del sistema de gestión de seguridad e higiene industrial.

Para realizar el balance de materiales se tomó como base de cálculo 3,200 litros por lote de efluente que ingresan a la etapa de floculación.

Los valores de entradas totales y salidas totales fueron valorados siguiendo las directrices de las matrices que constan en el manual 2.

Para los tres casos seleccionados se hizo una descripción de la situación anterior; se analizaron las alternativas de mejoramiento estudiadas y descripción de los estudios de los casos.

Adicionalmente, se llevo a cabo un balance de las entradas y salidas antes de la implementación; igualmente se hizo un balance de las entradas y salidas después de la implementación; el plan de mediciones y monitoreo y el análisis económico para los tres casos seleccionados.

A continuación consta el eco-equipo de la empresa que trabajó en la aplicación de la metodología de producción más limpia.

#### **Eco-equipo de Ultra Química Cía. Ltda.**

<b>Nombre</b>	<b>Sección</b>	<b>Cargo</b>	<b>Formación</b>
María Betancourt	Importaciones	Jefa	Ing. Química
Romelia Rivera	Producción	Jefa	Ing. Química
Carlos Vera	Investigación y Desarrollo	Jefe	Ing. Químico
Néstor Mina	Mantenimiento	Jefe	Tecnólogo Ind.
Mildred Ríos	Finanzas	Jefa	CPA
Rosalío Estrada	Producción	Jefe de Molienda	Ciclo Básico
Franklin López	Seguridad Industrial y Medio Ambiente	Jefe	Ing. Químico

# CAPÍTULO 1

## 1. PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

### 1.1. Descripción del proceso

A continuación se detalla una descripción resumida del flujo grama del proceso del elegido, que para nuestro caso, es la planta de tratamiento de aguas residuales industriales.

La planta de tratamiento de aguas residuales utiliza para el tratamiento de efluentes de desechos cuatro etapas:

- Etapa de sedimentación preliminar
- Etapa de clarificación o floculación
- Etapa de aireación
- Lecho de secado

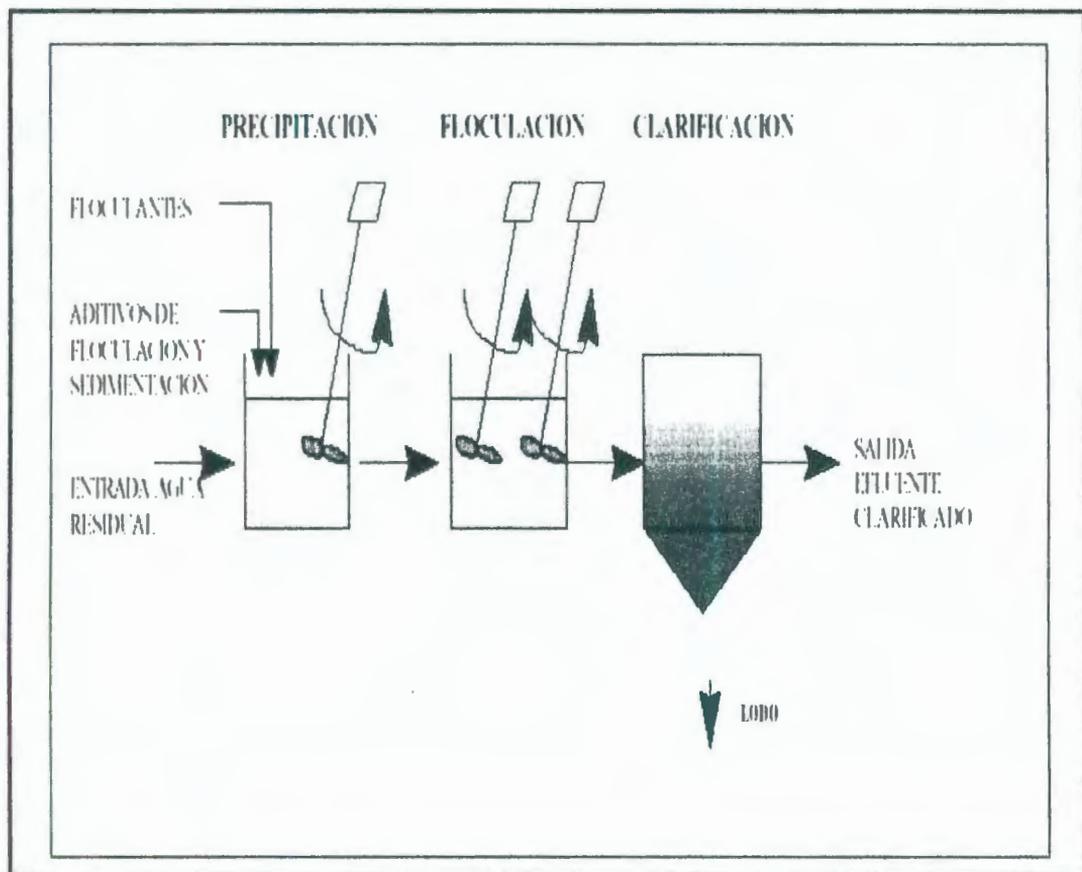


FIGURA 1.1. ESQUEMA DE PRECIPITACIÓN QUÍMICA Y PROCESOS ASOCIADOS

### 1.1.1. Etapa de sedimentación preliminar

El principio fundamental bajo el cual funcionan los sedimentadores es el de la atracción gravitacional; bajo la cual las partículas más pesadas tienden a sedimentarse, desplazándose a una velocidad propia de la partícula.

Esta etapa de sedimentación primaria, paralelo a la eliminación de parte de los sólidos sedimentables que permite obtener:

- a. Una reducción en el costo de coagulación y filtración, resultante de una disminución de la cantidad de productos químicos requeridos para modificar las características del agua.
- b. Una mejor clarificación en la etapa de coagulación dando como resultado una disminución en la carga sobre los filtros y lecho de secado.

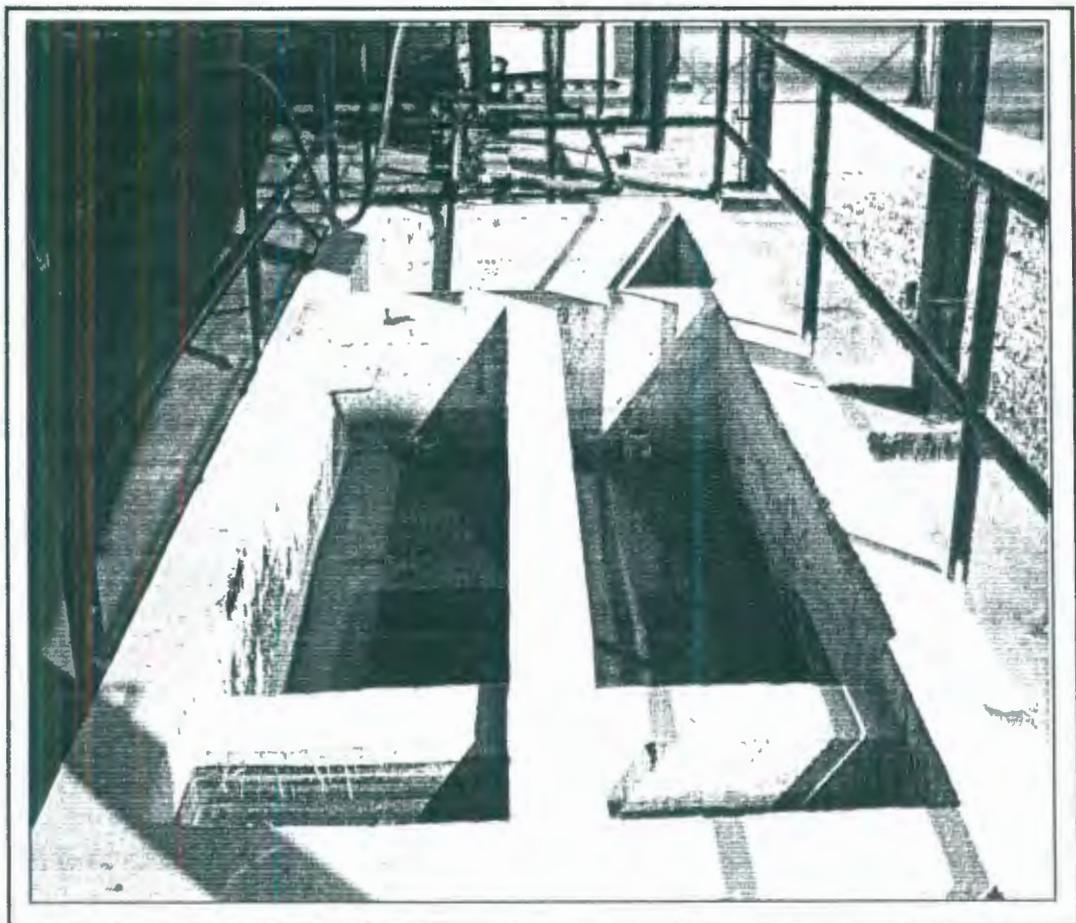


FIGURA 1.1.1. TANQUES PRESEDIMENTADORES

### 1.1.2. Etapa de clarificación-floculación

La sedimentación preliminar removerá lo sólidos suspendidos relativamente gruesos, pero existe un límite práctico definido de la longitud del período de sedimentación, de ahí que sea necesario recurrir a la floculación, por medio de la cual, se reduce la concentración de sólidos suspendidos más finos, color y algunos otros materiales coloidales a límites que pueden ser tolerables

Luego se toma una muestra entre 5 a 10 kilogramos y es llevada al laboratorio para determinar las cantidades de sulfato de aluminio, de polímero y de cal que se necesitarán para la floculación de un lote, mediante el ensayo del equipo de prueba de jarras

Una vez determinada estas cantidades, se procede a cargar primeramente el sulfato de aluminio, luego la cal y por último el polímero. Se agita la mezcla a una velocidad de 80 a 100 rpm durante 5 minutos. Posteriormente disminuir la velocidad de 15 a 20 rpm y mantenerla por espacio de 40 minutos. Se recomienda que el pH de la mezcla debe estar entre 6.5 a 8.5 para un mejor proceso de floculación

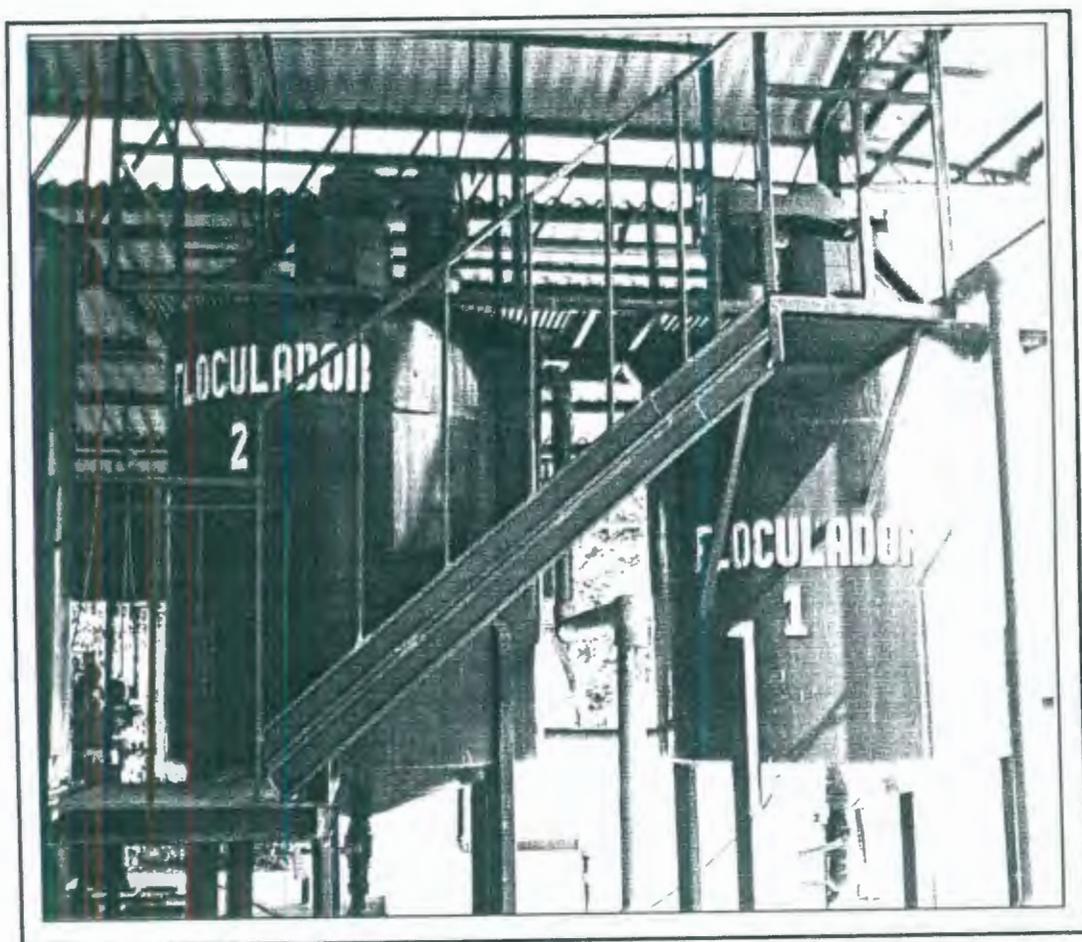


FIGURA 1.1.2. TANQUES FLOCULADORES

### 1.1.3. Etapa de aireación

En esta última parte del proceso, se produce la oxidación de la sustancia carbonácea suspendida y disuelta en el agua clarificada, la cual es alimentada de los floculadores mediante el uso de una bomba centrífuga. Para provocar esta oxidación se emplea un lecho bacteriano que está constituida por bacterias anaeróbicas.

En este equipo se introduce aire mediante una tubería que proviene de un compresor e igualmente se alimenta leche, azúcar y fósforo con la finalidad de mantener en buenas condiciones de operación al lecho bacteriano

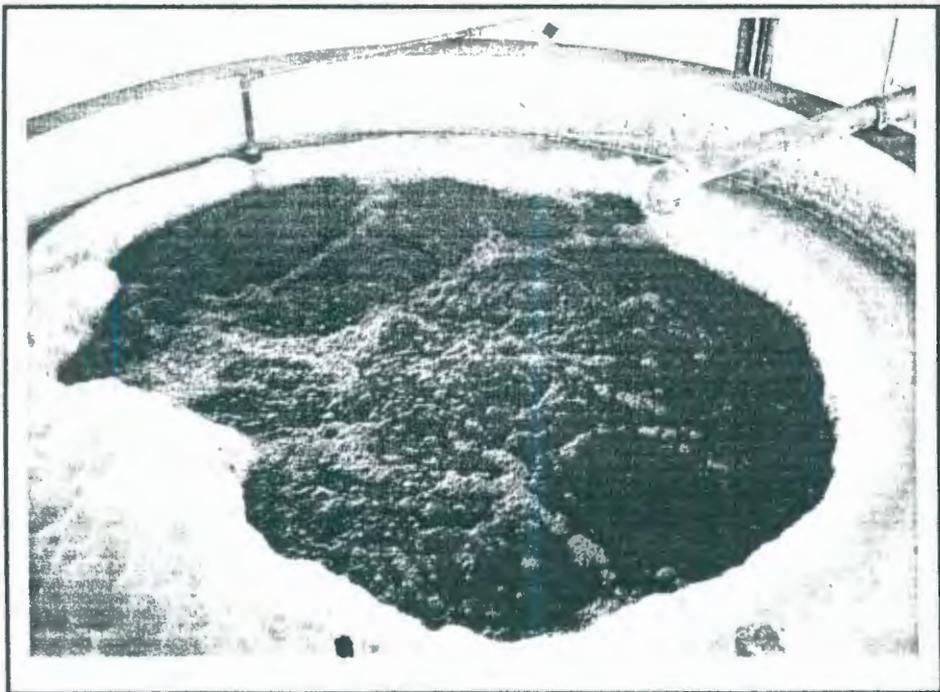


FIGURA 1.1.3. TANQUE REACTOR BIOLÓGICO

#### 1.1.4. Etapa de secado

Este lecho está ubicado en un espacio donde el área efectiva permite la fácil evaporación de la humedad presente en los sólidos, los cuales se remueven del tanque de sedimentación preliminar y de los tanques floculadores.

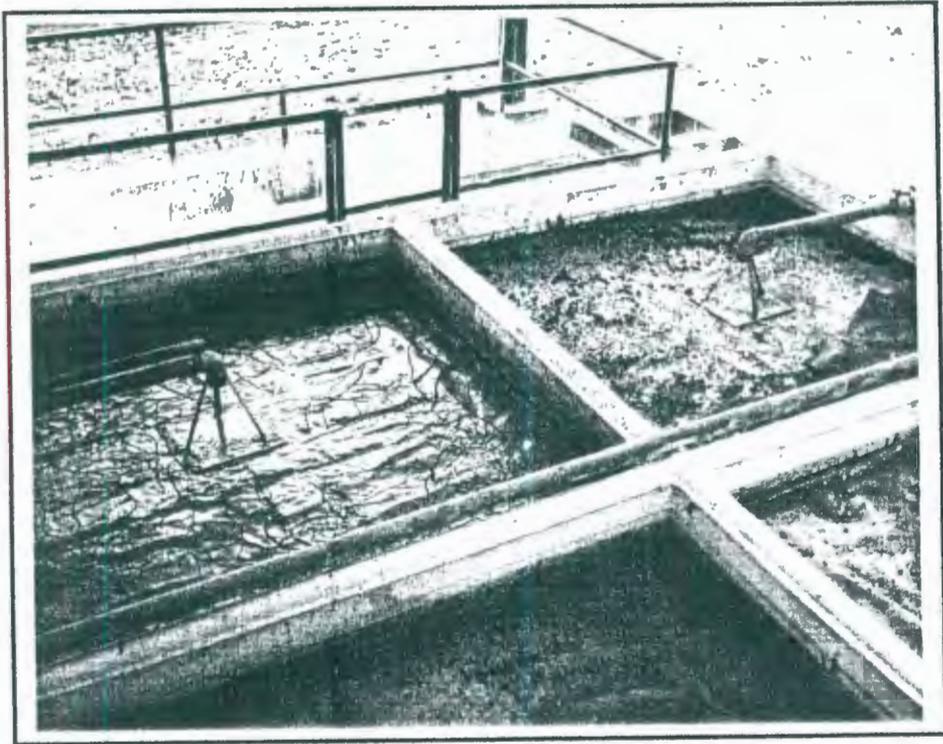
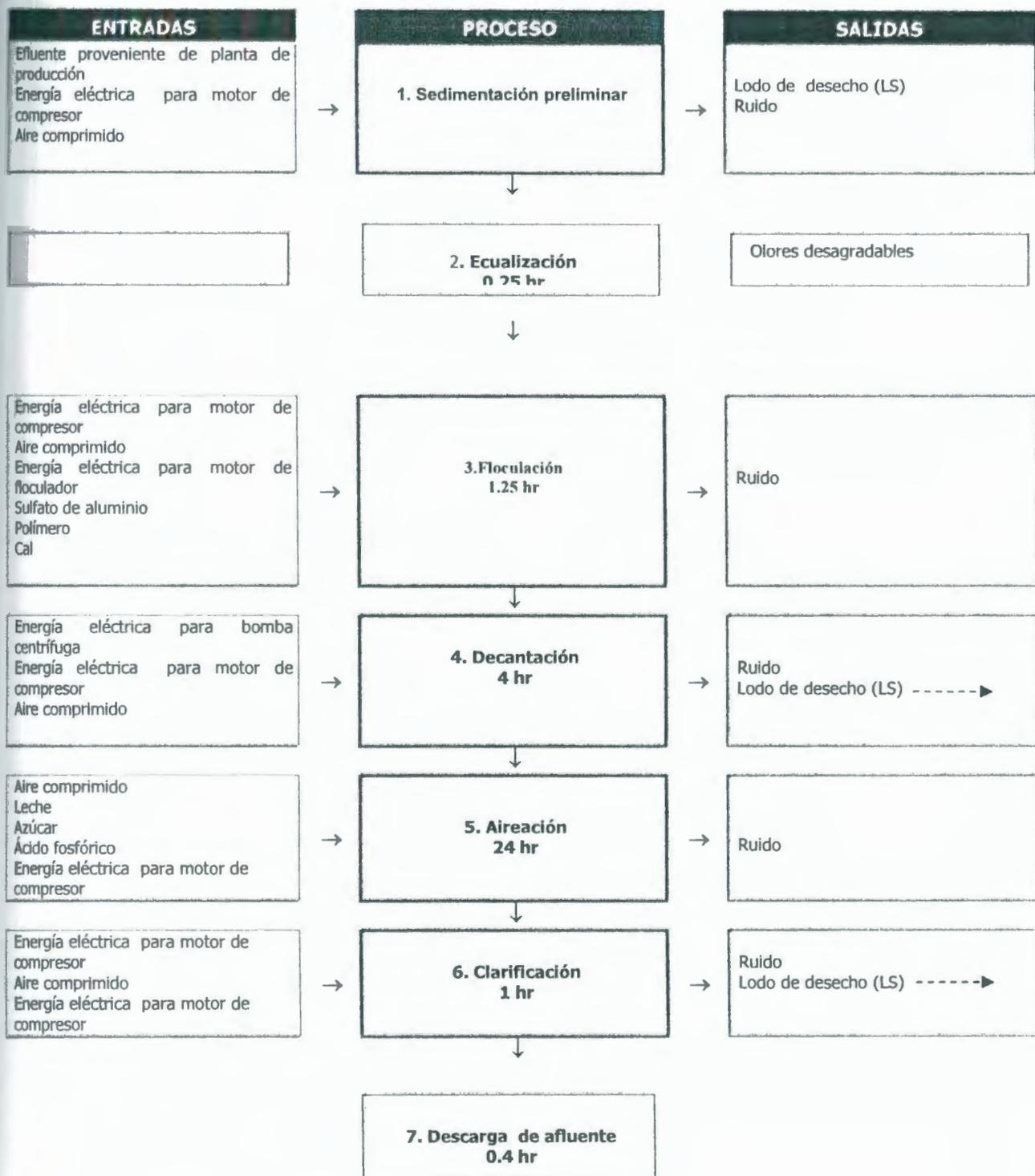
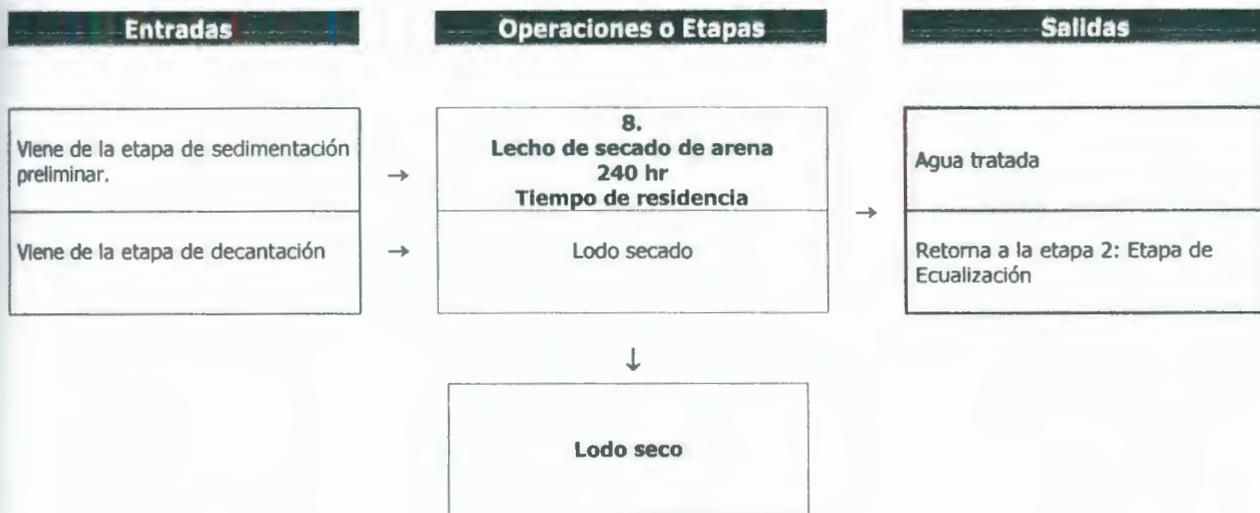


FIGURA 1.1.4. LECHO DE SECADO DE ARENA

## 1.2. Fugograma del proceso



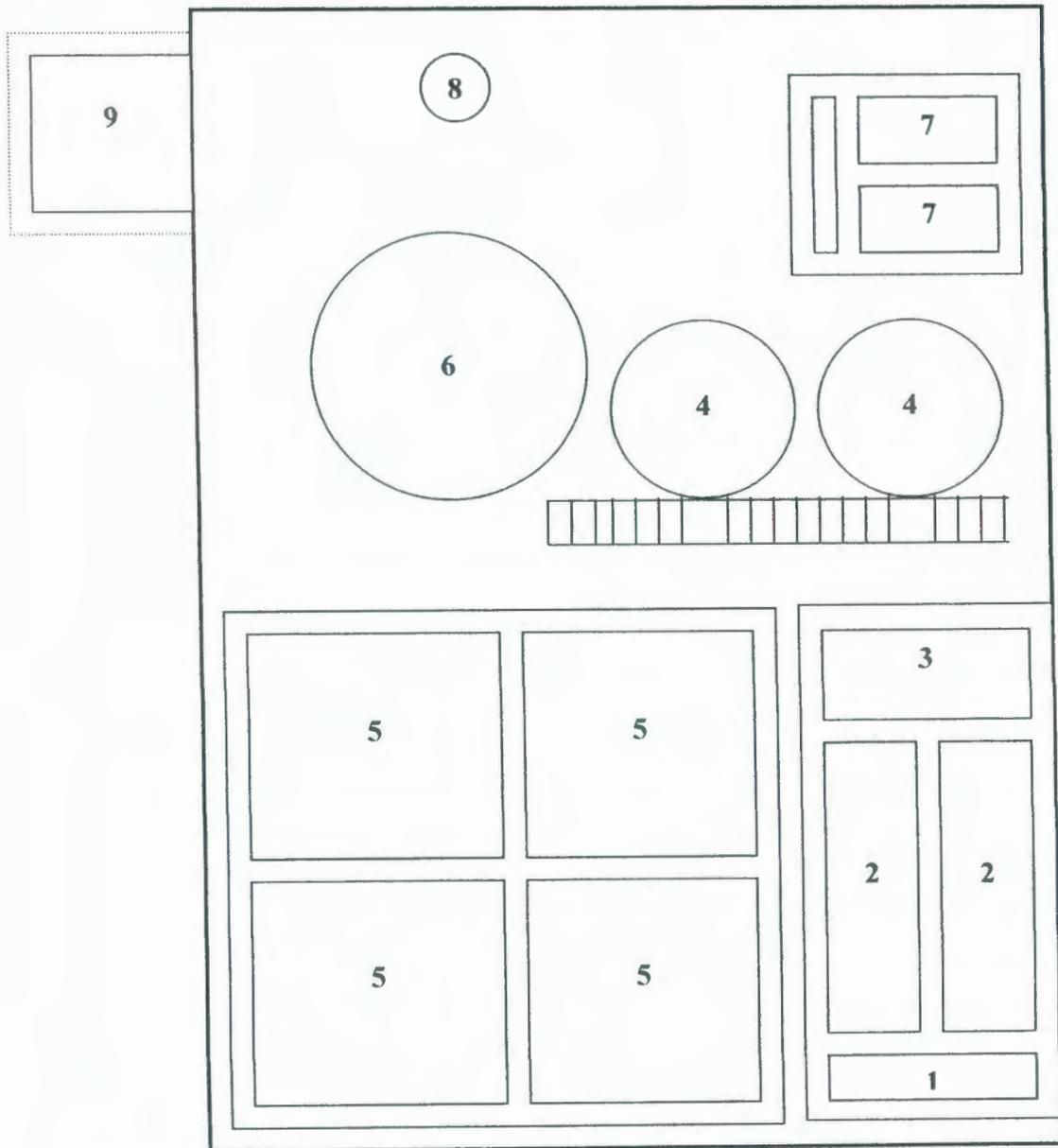


Fuente: Manual de Diagnóstico. Para mayor información ver dicho Manual



**FIGURA 1.2. VISTA FRONTAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

### 1.3. Lay-out de la planta de tratamiento de aguas residuales



#### SIMBOLOGÍA:

1. Caja de registro
2. Tanques pre sedimentadores
3. Tanque ecualizador o homogenizador
4. Tanques floculadores
5. Lecho de secado de arena
6. Reactor biológico
7. Filtro de arena
8. Compresor de 5 HP
9. Laboratorio de control de calidad de aguas residuales

#### 1.4. Maquinarias y equipos

Los equipos y sistemas utilizados principalmente en el tratamiento de aguas residuales son:

N°	Equipos o sistemas	Capacidad
1	Tanque ecualizador	3.7 metros cúbicos
2	Tanques floculadores	3.5 metros cúbicos
1	Tanque de aireación (reactor)	7.0 metros cúbicos
1	Compresor	5 HP
1	Bomba de diafragma	1 pulgada
1	Bomba de diafragma	2 pulgadas
1	Bomba centrífuga	2 HP

# CAPÍTULO 2

## 2. EVALUACIÓN DE DATOS DE ENTRADAS Y

### SALIDAS DEL PROCESO

Para realizar la respectiva matriz de valoración se ha ubicado en filas , los aspectos de las etapas , y en columnas la severidades de los aspectos ambientales.

También se ha tomado en cuenta en forma implícita los principales riesgos de trabajo y del sistema de Gestión de Seguridad e Higiene Industrial

Con los datos obtenidos de la matriz sobre las evaluaciones de aspectos ambientales y los datos obtenidos en el llenado de manual uno, así como los datos recogidos en la empresa, se ha desarrollado el siguiente cuadro, en forma preliminar, con la finalidad de encontrar las oportunidades para la implementación de casos de producción más limpia en la planta de tratamientos de aguas residuales.

## 2.1. Cuadro de resumen de evaluación de datos para establecer prioridades

Nº	Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidades o problemas	Estrategias u opciones de solución	Barreras y necesidades	Motivo de la elección	Prioridad*
1.	Sedimentación preliminar	Generación de lodos peligrosos: 88% humedad	Espesamiento de lodo utilizando filtro prensa	Falta de presupuesto	Optimización del proceso de Espesamiento de lodos	1
2.	Sedimentación preliminar	No hay metodología en el uso de agua para limpieza de mezcladores	Implementar procedimiento de limpieza de mezcladores de pintura	Capacitación al personal sobre reducción de desechos	Reducir el consumo de agua de lavado de mezcladores	2
3.	Floculación	Sustitución de uso de agua potable	Utilizar agua clarificada del reactor biológico	Entrenamiento al personal de operación	Eliminación del uso de agua potable	1
4.	Decantación	Generación de lodos peligrosos: 92% humedad	Espesamiento de lodo utilizando filtro prensa	Falta de presupuesto	Optimización del proceso de Espesamiento de lodos	1
5.	Aireación	Mejorar los parámetros de operación del motor del compresor	Instalar un nuevo temporizador para control de encendido y apagado del motor del compresor	Estandarización de los parámetros del proceso mediante monitoreos permanentes	Optimizar el consumo de energía eléctrica	1
6.	Clarificación	Generación de lodos peligrosos: 95% humedad	Espesamiento de lodo utilizando filtro prensa	Falta de presupuesto	Optimización del proceso de Espesamiento de lodos	1
7.	Secado	Generación de lodos peligrosos: Concentración 26% de humedad	Reciclaje interno	Preparación de proyecto para reutilización	Cumplir con el plan de manejo ambiental al reciclar internamente este pasivo ambiental	1

Fuente: Manual de Diagnóstico. Para mayor información ver dicho Manual

## 2.2. Balance de masa de entradas y salidas del proceso elegido

Para efectuar el balance de materiales se escogió como base de cálculo un lote de producción o tratamiento de agua residual de 3,200 litros, y asumimos que un litro de agua es equivalente a un kilogramo

La planta de tratamiento trabaja por lote y el agua residual que se genera está formada por la utilizada en el lavado de mezcladores de pintura base agua.

En la etapa de floculación se obtienen desperdicios sólidos, que de acuerdo a las cantidades utilizadas de materias primas en el tratamiento, se generan de la siguiente manera:

Funda de papel de cal: 1 unidad por cada 17 lotes de producción.

Saco de polipropileno: 1 unidad por cada 17 lotes de producción.

Tambor de polietileno: 1 unidad por cada 100 lotes de producción.

En lo que respecta al uso de caneca plástica de 5 galones y galón plástico, estos son empleados para preparar solución de coagulante, solución de polímero y suspensión reguladora de pH, respectivamente. Por tanto, luego estos recipientes son utilizados nuevamente en el siguiente proceso. En la evaluación no se ha tomado en cuenta, en la suma de los ítems, el equipo de protección personal porque las cantidades entran al sistema son iguales a las que salen.

Cabe indicar que la evacuación de los lodos en la etapa de sedimentación preliminar y clarificación se los realiza mensualmente; esto está establecido como parte del procedimiento de operación de la planta. Por tanto, se ha determinado una alícuota diaria para la evaluación, considerando que la planta opera durante 22 días por mes, y que durante el año realiza 50 tratamientos de aguas residuales.

Al hacer el balance general del proceso, hay una diferencia de 322.82 kilogramos que corresponde al agua que se elimina en la operación del lecho de secado de lodos; por diferencia de peso se obtiene los 36 kilogramos de residuo sólido (lodo) con 20% de humedad.

Una vez realizado el análisis de las entradas y salidas de las etapas del proceso, se procedió a la fase de evaluación preliminar de los datos, tomando en consideración aspectos ambientales relevantes; terminada esta fase, se seleccionaron todas las oportunidades de mejoramiento, de acuerdo a las prioridades.

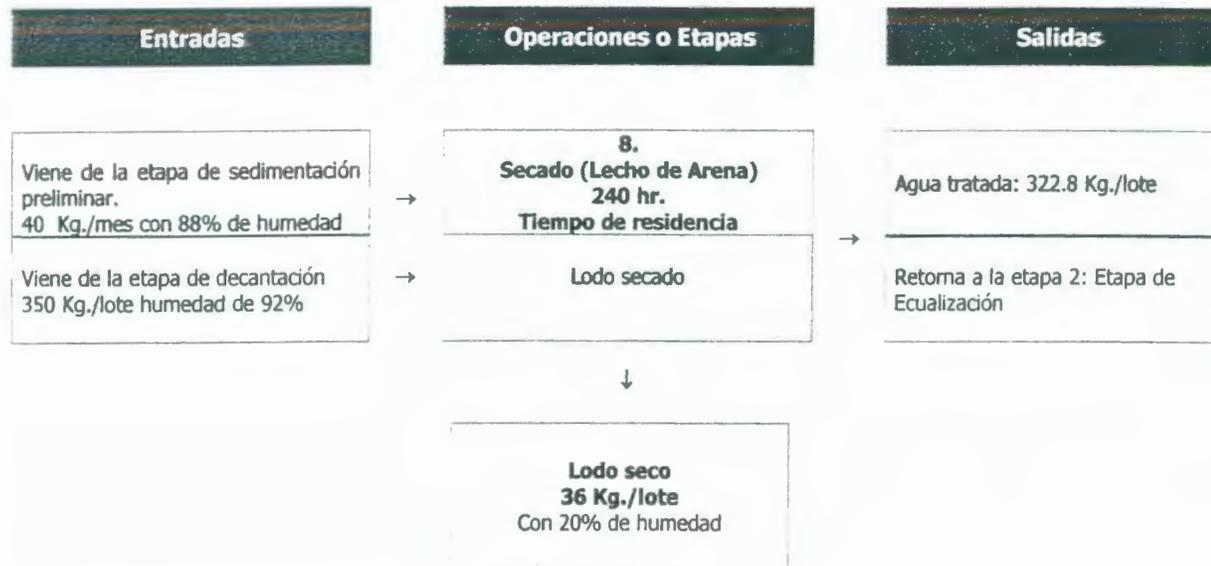
### **2.3. Análisis cuantitativo de las entradas y salidas del proceso elegido**

Nombre del proceso: diagrama de flujo de tratamiento de aguas residuales

Base de cálculo: 3,200 litros/lote

ENTRADAS			PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS		
Materias primas, insumos y auxiliares	Agua	Energía	Etapas	Efluentes Líquidos	Residuos Sólidos	Emisiones Atmosféricas
<b>Materias primas:</b> Efluente: 3,200 litros <b>Insumos:</b> Energía eléctrica motor de 7.5 HP: 0.63 Kwh Aire comprimido: 100 pies cúbicos/mes (17 pies cúbicos/lote)			1. Sedimentación preliminar  Agua residual pre sedimentada	<b>Efluente líquido:</b> Lodo de desecho: 40 kg/mes ( 88% de humedad) LSA ( 6.7 Kg./lote) <b>Va al Lecho de Secado de Arena</b>  Ruido intermitente: 82 dbA (eq)		
			2. Ecuilización 0.25 hr  Agua residual homogenizada	Olores desagradables		
<b>Materias primas:</b> Solución de sulfato de aluminio (16.67%): 18 kg. Polímero: 2.5 kg. Suspensión de cal apagada (16.67%): 18 kg. <b>Insumos</b> Energía eléctrica de motor de 10 Hp de mezclador: 11.45 Kwh. Energía eléctrica de motor de compresor de 7.5 Hp: 4.39 Kwh. Aire comprimido: 88 pies cúbicos			3. Floculación 1.25 hr pH: 6.5 – 7.5 °T: 27 - 30  Agua residual floculada 3238.5 28 lt	Ruido: 75 dbA (eq)		

ENTRADAS		PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS			
Materias primas, insumos y auxiliares	Agua	Energía	Etapas	Efluentes Líquidos	Residuos Sólidos	Emisiones Atmosféricas
<b>Insumos:</b> Energía eléctrica para motor del compresor de 7.5 HP: 0.63 Kwh Energía eléctrica de bomba centrífuga: 0.11 Kwh Aire comprimido: 12.5 pies cúbicos		4 Decantación 4 horas	<b>Efluente líquido:</b> Lodo de desecho: 350 kg/lote ( 92% de humedad): <b>Va al Lecho de Secado de Arena</b>			
		Agua residual decantada 2888.5 litros	Ruido intermitente:	74.5 dbA (eq)		
<b>Materias primas auxiliares:</b> Leche en polvo: 150 gr, Azúcar negra: 150 gr, Ácido fosfórico: 15 gr, <b>Insumos:</b> Energía eléctrica para motor del compresor de 7.5 HP: 181 Kwh. Aire Comprimido: 1,440 pies cúbicos		5. Aireación 24 horas pH: 7.5 – 8.5 OT: 25 - 27	Ruido intermitente:	82 dbA (eq)		
		Agua residual aireada 2,888.82 litros				
		6. Clarificación 1 hr	<b>Efluente líquido:</b> Lodo de desecho: 50 Kg./mes (95% humedad): <b>Va al Proceso de Digestión de Lodos</b>			
		Agua residual clarificada				
		7. Descarga 0.4 hr  Afluente Tratado de salida 2,880 litros				



Fuente: Manual de Mediciones. Para mayor información ver dicho Manual

## 2.4. Cuadro de balance de materiales

Entradas totales		Salidas totales		Diferencia	
Materias primas	Litros ó Kg.	Producto	Litros ó Kg.		Litros ó Kg.
Agua residual	3,200	Afluente	2,880		
Solución de sulfato de aluminio	18				
Solución de cal	18	Residuos sólidos	36		
Polímetro	2.52				
Azúcar	0.15				
Leche en polvo	0.15				
Ácido fosfórico	0				
	.015				
Total	3,238.82	Total	2,916	Diferencia	322.82
<b>Insumos</b>					
Energía eléctrica	198 Kwh.				
Aire comprimido	1,546 pie <sup>3</sup> .				

Fuente: Manual de Mediciones. Para mayor información consultar dicho Manual.

# CAPÍTULO 3

## 3. SELECCIÓN DE LOS CASOS DE P+L

### 3.1. Planilla auxiliar para la selección de casos de P+L

Conociendo en detalle las entradas y salidas de materiales, la generación de subproductos, residuos, desechos, efluentes y emisiones atmosféricas, se puede usar esta plantilla para encontrar qué tipo de soluciones se podrían implementar para los casos elegidos.

Lo primero que se realiza en la planilla es la categorización de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones atmosféricas.

En base a esta información se determinan las alternativas de minimización u optimización de las salidas; entre las cuales tenemos buenas prácticas de manufactura y operacionales, de proceso y

tecnología, de cambio de producto, cambio de materias primas, de reciclado interno o externo y de tratamiento.

### **3.2. Matriz de evaluación de datos para la selección de oportunidades de P+L**

En la planilla que está a continuación se describen las oportunidades o problemas; las acciones a ser adoptadas, las barreras y necesidades, y en qué etapa del proceso está ubicada cada una de las oportunidades a ser implementadas.

En el caso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ultra Química, se encontraron tres oportunidades de producción más limpia.

Para establecer la elección de alternativas de casos a implementarse, se evaluaron cada uno de los aspectos elegidos con su respectivo factor de ponderación.

Así tenemos por ejemplo: la inversión del proyecto, disponibilidad de presupuesto, medidas de seguridad, higiene industrial y medio ambiente y disposiciones o imposiciones de entes reguladores.

Entre los aspectos considerados para los casos tenemos a continuación los siguientes:

- Inversión del proyecto
- Disponibilidad de presupuesto
- Medidas de seguridad, higiene y medio ambiente
- Disposiciones o imposiciones de entes reguladores

La escala de factor de ponderación considerada es la que sigue:

- Bajo:           0.7
- Medio:         1.0
- Alto:           1.3

Para obtener los valores de en la columna de las prioridades de casos a implementarse, se multiplica la calificación de los factores ponderados entre sí, dando como resultado la priorización de los casos , los cuales son ordenados de acuerdo a las puntuaciones obtenidas.

### 3.3. Matriz de priorización de casos a implementarse

Nº etapa	Etapa del proceso	Prioridad de los casos en Futurín	Oportunidades ó Problemas	Inversión en el Proyecto	Disponibilidad de	Impacto en Medidas de SHA	Disposiciones ó Imposiciones de entes Reguladores	Prioridad De los Casos a Implementarse
1	Sedimentación preliminar	1	Generación de lodos peligrosos: Concentración 88% de humedad	1.3	0.7	0.7	0.7	0.45
1	Sedimentación preliminar	2	No hay metodología En el uso de agua Potable para limpieza De Mezcladores	0.7	1.3	1.3	0.7	<b>0.83</b>
3	Floculación	1	Sustituir el uso de Agua potable para Diluir materias primas	0.7	1.3	0.7	0.7	0.45
4	Decantación	1	Generación de lodos peligrosos: Concentración 92% de Humedad	1.3	0.7	0.7	0.7	0.45
5	Aireación	1	Mejorar parámetros de operación del motor del compresor	0.7	1.3	1.0	0.7	<b>0.64</b>
6	Clarificación	1	Generación de lodos peligrosos: Concentración 95% de Humedad	1.3	0.7	0.7	0.7	0.45
8	Secado	1	Generación de lodos peligrosos: Concentración 26% de Humedad	0.7	1.3	1.3	1.3	<b>1.54</b>

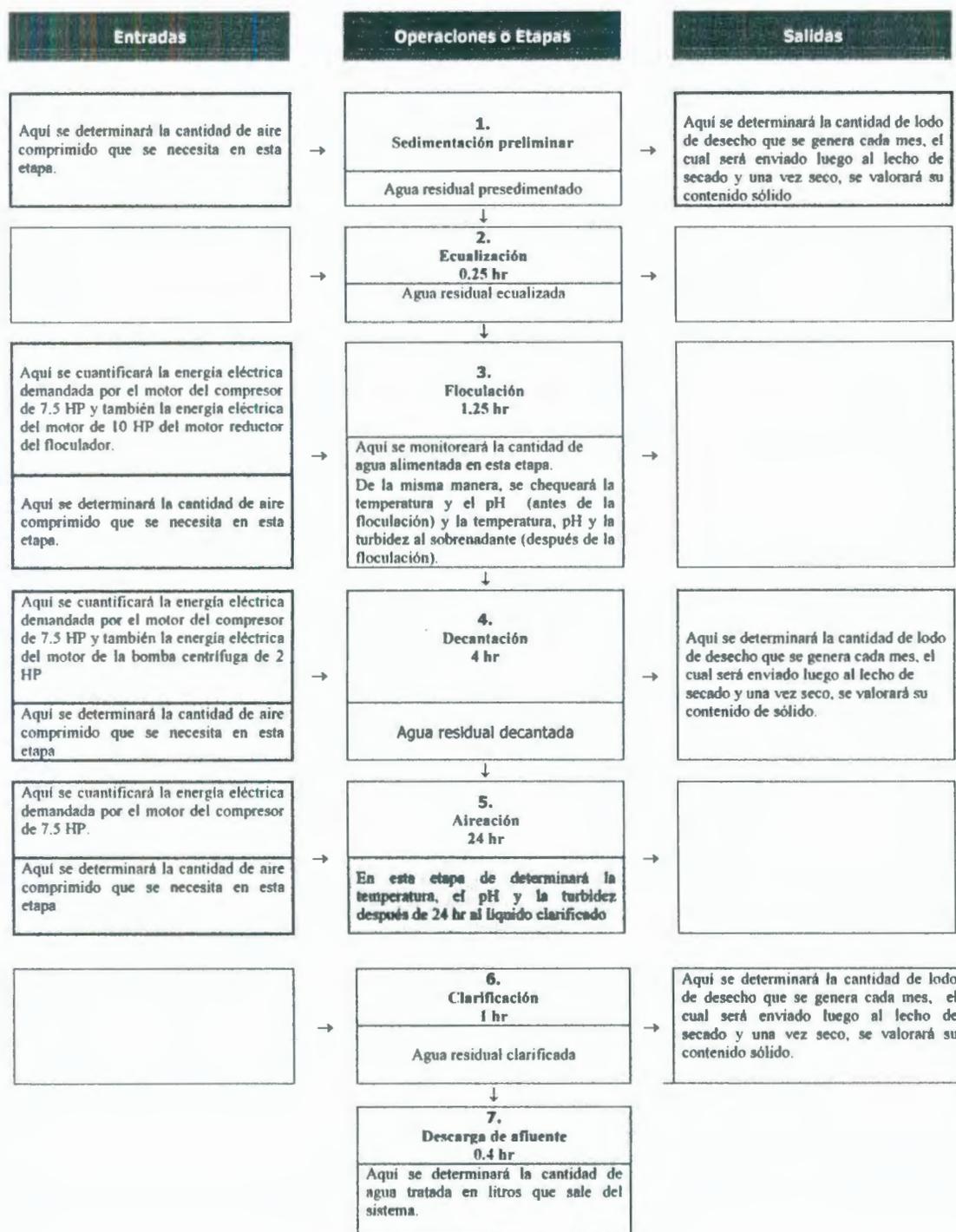
Fuente: Manual de Proyectos. Para mayor información consultar dicho Manual.

### 3.4. Principales indicadores

Nombre del Indicador Ambiental	Construcción del indicador	Antes del Programa de P+L		Expectativa para después de implementar el Programa de P+L	
		Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo de energía por volumen de efluente	<u>Consumo total de energía</u> Volumen de efluente alimentado al floculador	0.062	Kwh/lt.	0.037	Kwh/lt
Generación de lodos por volumen de efluente.	<u>Cantidad de lodos generados</u> Volumen de efluente alimentado al floculador	0.114	Kg/lt.	0.068	Kg/lt
Consumo de aire comprimido por volumen de efluente.	<u>Consumo de aire comprimido</u> Volumen de efluente alimentado al floculador	0.483	pie <sup>3</sup> /lt.	0.289	pie <sup>3</sup> /lt

Fuente: Manual de Mediciones. Para mayor información consultar dicho Manual.

### 3.5. Identificación de los puntos de monitoreo



Fuente: Manual de Mediciones. Para mayor información consultar dicho Manual

### 3.6. Evaluación de aplicación de soluciones

La aplicación de estrategias de Producción más Limpia, apoyados con los manuales de soporte, evalúan factores internos y externos que inciden en los procesos de manufactura.

Estos factores se basan en sistemas ambientales de la Empresa, proporcionando técnicas específicas para acceder a la información que permita definir los procesos, tomar decisiones, apoyar la implementación de los cambios necesarios y verificar los resultados. Dentro de estas herramientas de soporte están el análisis del ciclo de vida del producto, los indicadores ambientales y los sistemas de Gestión Ambiental.

### 3.7. Proyectos seleccionados que serán implementados

PRIORIDAD DE LOS CASOS A IMPLEMENTARSE	OPORTUNIDADES O PROBLEMAS	NOMBRE DEL ESTUDIO	MOTIVO DE LA ELECCIÓN
1	Generación de lodos peligrosos: Concentración 26% de humedad	Utilización de lodo de desecho de la PTAR en la elaboración de cemento plástico.	Cumplir con el plan de manejo Ambiental al reciclar internamente este pasivo ambiental
2	No hay metodología en el uso de agua potable para limpieza de los mezcladores de pinturas	Implementar procedimiento de limpieza utilizando bomba de lavado de alta presión	Reducir el Consumo de agua de limpieza de mezcladores
3	Mejorar parámetros de operación del motor del compresor	Instalación de un nuevo temporizador para el control de encendido y apagado del motor del compresor Coleman de 5 HP	Optimizar el consumo de Energía Eléctrica

### **3.8. Evaluación de los aspectos ambientales legales**

En el Manual Uno se detalla la forma en que se evaluaron los aspectos legales; aspectos que se deben cumplir de acuerdo a las normas locales y nacionales. Uno de los principales objetivos que persigue la metodología de producción más limpia es minimizar las soluciones de fin de tubo en los procesos.

Del Texto Unificado de la Legislación Ambiental se analizaron:

**Del libro VI, Anexo 1:** Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes:

1. Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.
2. Criterios de calidad para aguas de uso industrial.

**Del Libro VI, Anexo 4:** Norma de Calidad del Aire Ambiente:

1. Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente.

**Del Libro VI, Anexo 5:** Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles , y para vibraciones:

1. Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo.

**Del libro VI, Anexo 6:** Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos:

1. De las responsabilidades en el manejo de desechos sólidos no peligrosos.
2. De las prohibiciones en el manejo de desechos sólidos no peligrosos
3. Del manejo de desechos peligrosos
4. Del tratamiento
5. Del transporte
6. De la disposición final

**Del Libro VI: De la Calidad Ambiental:**

1. Del manejo de los desechos peligrosos

# **CAPÍTULO 4**

## **4. DESARROLLO Y SELECCIÓN DE CASOS**

Dentro del proceso elegido, se definieron la selección de tres alternativas, como resultado de la metodología seguida de producción más limpia; se tomaron en consideración la generación de lodos peligrosos y residuos no deseados y efluentes que se descargan de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Entre las alternativas de implementación para los tres casos estudiados tenemos:

### **4.1. Estudio del Caso Uno**

#### **4.1.1. Alternativas de mejoramiento estudiadas**

Para este caso, reutilizar el lodo de desecho generado en la planta de tratamiento de aguas residuales tenía muy alta

prioridad; por tanto, se consideró inicialmente tres opciones de aplicación:

1. Pintura anticorrosivo
2. Pintura látex económico
3. Cemento plástico impermeable

Entre las tres alternativas se escogió la tercera, dado a que existían variaciones en el color del lodo; es decir, no había uniformidad de color. Por tanto, la única opción fue utilizar el lodo en un producto terminado cuya variación de color no tenga incidencia; este producto fue el cemento plástico impermeable de color negro.

#### **4.1.2. Descripción de la situación anterior al estudio del Caso**

En el año 2004, la planta de tratamiento de aguas residuales generó aproximadamente kilogramos de lodos de desecho con una concentración del 20% de sólidos.

Según la Ley del Texto Unificado de Legislación Ambiental, todo lodo generado en la planta de tratamiento de aguas residuales es considerado como desecho peligroso; por tanto, no se lo puede votar al relleno sanitario, a menos que se obtenga un

análisis del mismo y que cumpla con los parámetros exigidos por la Entidad de Control.

En virtud de esta disposición, la generación de lodos se convirtió en un pasivo ambiental con un alto impacto al Medio Ambiente. Dado este escenario, se decidió por parte de la Gerencia General y el Staff de la empresa, en buscar una alternativa viable de usar el lodo en la elaboración de productos terminados:

Entonces el objetivo de la empresa se convirtió en utilizar el lodo en cualquiera de los productos terminados y eliminar este pasivo ambiental y su impacto al Medio Ambiente.

#### **4.1.3. Descripción del estudio del Caso:**

##### **Uso de lodo de desecho generado en PTAR en la elaboración de cemento de contacto**

Según el artículo 4.13 "Normas generales para la recuperación de desechos sólidos no peligrosos", de la Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos no Peligrosos dice: "El reuso y reciclaje de desechos sólidos tiene dos propósitos fundamentales:"

1. Recuperación de valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en el proceso primario de elaboración de productos.
2. Reducción de la cantidad de desechos sólidos producidos para su disposición final sanitaria.

En base a estas premisas, ha sido concebido este proyecto con el propósito de desarrollar una fórmula que nos permita utilizar el lodo residual pulverizado de la planta de tratamiento de aguas residuales y minimizar el impacto ambiental causado por este desecho sólido.

El lodo obtenido del lecho de secado de arena cuyo contenido de humedad varía entre el 1% al 20% fue primeramente secado, molido y pulverizado.

En la fabricación de cada uno de los lotes pilotos se utilizó un taladro de pedestal; estos ensayos fueron realizados en el laboratorio de aseguramiento de calidad con el soporte de su personal técnico y bajo la supervisión del Ing. Carlos Vera, Jefe de Investigación y Desarrollo.

Tomando como referencia el año 2004, el consumo de la materia prima caolín fue de 76.445 kilos; por tanto, si consideramos una disminución del 2% en el consumo, tenemos un ahorro potencial para el futuro de aproximadamente 1,530 kilos de caolín, permitiendo de esta forma utilizar el ciento por ciento del lodo residual, provocando una readucción drástica en el impacto al Medio Ambiente.

Uso de lodo de desecho generado en la PTAR en la elaboración de cemento plástico				
Nombre del indicador	Antes del programa P+L		Después del programa P+L	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Generación de lodo en Kg. por litro de efluente alimentado al floculador	0.114	Kg./litro	0.068	Kg./litro

#### 4.1.4. Beneficios económicos

Haciendo un resumen del análisis económico de este proyecto, el cual ha sido evaluado para tres años, se puede ver que existe un beneficio de aproximadamente \$3,661 en el primer año, y para los dos siguientes un valor de \$3,531 respectivamente.

Inversión	\$ 45.90
Ahorro neto acumulado	\$ 10,723 (3 años)
VAN (4%)	\$ 9,877.95 (3 años)
TIR	7,973 %
Tiempo de recuperación de la inversión	0.01 año

#### 4.1.5. Beneficios ambientales

- Ahorro anual en análisis físico-químico del lodo, el cual debe ser realizado trimestralmente con un costo estimado de \$320 por análisis.
- Ahorro anual en transporte, que tiene relación con el traslado del lodo hasta el relleno sanitario a un costo de \$40 por viaje.
- Ahorro anual en probable multa, la cual se puede dar a través del Departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guayaquil u otro organismo de control.

Además debemos destacar como beneficios ambientales asociados, el compromiso de la empresa con la preservación

del Medio Ambiente y el uso de tecnologías limpias dentro de sus procesos de elaboración de productos terminados.

La existencia de una política de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente en Ultra Química, que tiene como principal objetivo eliminar o minimizar la exposición de nuestros empleados a enfermedades profesionales y accidentes de trabajo; así como controlar y reprocesar los desechos generados en sus procesos de producción.

## **4.2. Estudio del Caso Dos**

### **4.2.1. Alternativas de mejoramiento estudiadas**

La alternativa analizada para este caso es utilizar una bomba de agua de alta presión para el lavado de mezcladores, que permita minimizar el consumo de agua y por ende, la generación de efluentes líquidos.

### **4.2.2. Descripción de la situación anterior al estudio del Caso**

El departamento de Operaciones de la Empresa, tiene en sus registros que entre el mes de marzo y diciembre del año 2004, se ha reportado un promedio de 4.2 lotes mensuales de aguas

residuales tratadas; cada lote corresponde a 3,200 litros de efluente alimentados al floculador.

Haciendo una proyección de 12 meses, tenemos un total de aproximadamente 160,000 litros de efluentes tratados por año.

Si determinamos una relación entre la cantidad de agua que se utiliza para el lavado de mezcladores y la cantidad de pintura elaborada, este índice relativo nos da un valor de 170 litros de agua empleada por tonelada de pintura producida, valor que está muy por encima, si lo comparamos con el valor reportado por la EPA cuyo índice oscila entre 30 y 70.

#### **4.2.3. Descripción del estudio del Caso:**

##### **Uso de bomba de alta presión para la limpieza de mezcladores de pintura base agua**

De los estudios realizados por la US-EPA en el año 1979, los sistemas de lavados de alta presión pueden reducir el consumo de agua entre un 50% a 70%.

Al implementar este sistema de limpieza para los mezcladores de pintura base agua, esperamos disminuir su consumo en

alrededor del 50%, cifra que podemos alcanzar, si logramos implementar un buen procedimiento de limpieza de equipos.

Si aplicamos el límite inferior del rango, o sea 50%, al consumo de agua de lavado utilizada en el año 2004, cuya cantidad fue de 160 metros cúbicos, el ahorro sería aproximadamente 80 metros cúbicos de agua potable, cifra que puede ser alcanzada a corto plazo, si todo el personal de la empresa se compromete en forma proactiva a colaborar en la consecución de este objetivo.

Uso de bomba de alta presión para la limpieza de mezcladores de pintura base agua				
Nombre del indicador	Antes del programa P+L		Después del programa P+L	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo de agua de lavado de mezcladores en litros por tonelada de pintura	170	Litros/tonelada	102	litros/tonelada

#### 4.2.4. Beneficios económicos

Dentro de los beneficios tenemos una reducción del 50% en el consumo de materias primas, insumos y materias primas auxiliares durante un año.

Así tenemos, que el consumo de materias primas pasará de \$156 a \$78; el de auxiliares de \$44 a \$22 y el de insumos de \$1,924 a \$962, respectivamente, una vez que se haya implementado esta oportunidad de mejora.

Inversión	\$ 420
Ahorro neto acumulado	\$ 1,062 (1 año)
VAN (4%)	\$ 619.34 (1 año)
TIR	18%
Tiempo de recuperación de la inversión	5.2 meses

#### 4.2.5. Beneficios tecnológicos

El beneficio tecnológico sería el uso de una bomba automática de alta presión para estandarizar el lavado de mezcladores de pinturas base agua.

#### **4.2.6. Beneficios ambientales:**

El beneficio ambiental es la disminución de la generación de efluente en un 50%, la cual posteriormente es tratada en la planta de tratamiento de aguas residuales, logrando así mismo, la minimización de residuos que tiene una serie de beneficios tangibles e intangibles para la empresa. Entre estos se cuentan la reducción de costos por tratamiento y disposición de un gran volumen de efluente, ya sea insitu o fuera de la planta y la reducción de los costos de producción a través de un mejor manejo de materiales y una mayor eficiencia del proceso. Esto, además permite lograr el cumplimiento de las regulaciones o normativas y una mejora de la imagen pública de la empresa.

### **4.3. Estudio del Caso Tres**

#### **4.3.1. Alternativas de mejoramiento estudiadas**

Una de las alternativas mediáticas analizadas para este caso fue el reemplazar el temporizador actual por otro de mejor performance, el temporizador Crouzet Modelo M2L, el cual tiene una mayor variabilidad en las fijaciones de los rangos de tiempos. Así tenemos, por ejemplo, tiempos de encendido y apagado de media hora, una hora, hora y media, dos horas, etc.

#### **4.3.2. Descripción de la situación anterior al estudio del caso**

El consumo de energía eléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales durante el año 2004 fue de 9,900 Kwh. La etapa del proceso que demanda el mayor consumo es la etapa de aireación con aproximadamente un 90% del consumo total.

Para suplir aire al lecho de lodos activados, se cuenta con un compresor de 5 HP, el cual cuenta con un motor de 7.5 HP de potencia.

El encendido del motor está gobernado por un temporizador cuyo rango de tiempo de operación es muy corto, provocando una limitación en la búsqueda de los parámetros óptimos de funcionamiento del motor.

Las demás etapas no están influenciadas directamente por este mecanismo de control.

#### **4.3.3. Descripción del estudio del Caso:**

**Instalación de un nuevo temporizador para mejorar operación de encendido y apagado del motor del compresor Coleman de 5 HP**

La idea del mejoramiento para este caso es incrementar el tiempo de reposo del motor del compresor, que actualmente es media hora, y fijarlo en una hora. Este nuevo tiempo no afecta

significativamente al lecho de lodos activados, ya que éste estaría sin oxigenarse durante una hora, por ende, es un tiempo fácil de manejar.

En resumen, los nuevos valores de operación de encendido y apagado del motor del compresor quedaría, en ambos casos, en una hora, es decir, opera durante una hora y reposa una hora, valores que quedarán registrados como los nuevos parámetros del proceso.

Por último, hay que tomar en cuenta que al incrementar el tiempo de reposo, se reduciría la generación de aire provocando un ahorro económico adicional al implementar este cambio tecnológico en el proceso.

Instalación de un nuevo temporizador para mejorar operación de encendido y apagado del motor del compresor Coleman de 5 HP				
Nombre del indicador	Antes del programa P+L		Después del programa P+L	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo de energía eléctrica en Kwh. por litro de efluente alimentado al floculador.	0.062	Kwh.	0.048	Kwh.

#### 4.3.4. Beneficios económicos

Dentro de los beneficios tenemos el ahorro de \$229 en consumo de energía eléctrica y, también de \$216 en generación de aire comprimido, lo que da un ahorro total anual de \$495 al implementarse esta oportunidad de mejora.

Inversión	\$ 94.01
Ahorro neto acumulado	\$ 445.2 (1 año)
VAN (4%)	\$ 341.69 (1 año)
TIR	39%
Tiempo de recuperación de la inversión	2.5 meses

#### 4.3.5. Beneficios tecnológicos

El beneficio tecnológico sería el reemplazo del temporizador actual por otro de mejor resolución, que permita optimizar los parámetros de operación del compresor.

Como recomendación sería oportuno señalar que se debería evaluar la posibilidad de utilizar un blower en la etapa de aireación, en lugar del compresor Coleman de 5HP, actualmente instalado en el sistema

#### **4.3.6. Beneficios ambientales:**

Uno de los principales beneficios sería el decremento del consumo de energía eléctrica en un 25%, principalmente en la etapa de aireación.

Igualmente se logra una reducción en la generación de aire comprimido en esta misma etapa de alrededor del 25%, dando como resultado final, la reducción de los costos de tratamiento de efluentes.

# CAPÍTULO 5

## 5. PROGRAMA DE CONTINUIDAD

### 5.1. Oportunidad de Producción Más Limpia N° 1

Nombre del estudio del Caso: Espesamiento del lodo de desecho con un contenido de humedad del 92% utilizando filtro prensa.

Fecha de implantación: II Semestre del 2006

Costo total aproximado: \$1,650

### 5.2. Oportunidad de Producción Más Limpia N° 2

Nombre del estudio del Caso: Cosntrucción de caja recolectora en el lecho de secado de arena.

Fecha de implantación: I Trimestre del 2006

Costo total aproximado: \$340

## OPORTUNIDADES DE P+L PARA EL FUTURO

Metas para el futuro	Plazo previsto
<p>Espesamiento de lodo de desecho con un contenido de humedad del 92% utilizando filtro prensa.</p> <p>Construcción de caja recolectora en el lecho de secado de arena.</p>	<p>II Semestre del 2006</p> <p>I Trimestre del 2006</p>

Ejemplo : Espesamiento de lodo utilizando filtro prensa Fecha de	
1. Determinar cantidad de lodo de desecho	Mayo 2006
2. Caracterización de lodo de desecho	Mayo 2006
3. Determinar peso de torta de lodo obtenido	Mayo 2006
4. Caracterización de torta de lodo	Mayo 2006
5. Estudio y diseño de filtro prensa	Junio 2006
6. Estudio económico del proyecto	Julio 2006
7. Construcción del filtro prensa	Julio 2006
8. Puesta en marcha del equipo	Septiembre 2006
9. Ajustes de operación del equipo	Octubre 2006

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES

### 6.1. Estudio del Caso Uno

Para el Caso Uno, se puede manifestar que existen beneficios como son: Ahorro anual en análisis físico-químico del lodo, el cual debe ser realizado trimestralmente y ahorro anual en transporte que tiene relación con el traslado del lodo hasta el relleno sanitario.

Haciendo un análisis económico de este proyecto se puede ver que existe un beneficio de aproximadamente \$10,723 en tres años.

Además debemos destacar como beneficios ambientales asociados, el compromiso de la empresa con la preservación del Medio Ambiente y el uso de tecnologías limpias dentro de sus procesos de elaboración de productos terminados.

## **6.2. Estudio de Caso Dos**

En el Caso Dos a implementarse, hay que destacar el beneficio ambiental que consiste en la disminución de la generación de efluente en un 50%.

Entre otros beneficios podemos mencionar la reducción de costos por tratamiento y disposición de un gran volumen de efluente, ya sea insitu o fuera de la planta y la reducción de los costos de producción a través de un mejor manejo de materiales y una mayor eficiencia del proceso.

Esto, además permite lograr el cumplimiento de las regulaciones o normativas y una mejora de la imagen pública de la empresa.

Dentro de los beneficios económicos tenemos una reducción del 50% en el consumo de materias primas, insumos y materias primas auxiliares durante un año, una vez que se haya implementado esta oportunidad de mejora.

## **6.3. Estudio de Caso Tres**

Finalmente para el Caso Tres tenemos que entre los beneficios ambientales está el decremento del consumo de energía eléctrica en un 25%; así mismo, se logra una reducción en la generación de aire

comprimido en esta misma etapa de alrededor del 25%, dando como resultado final, la reducción de los costos de tratamiento de efluentes.

Dentro de los beneficios económicos tenemos un ahorro total anual de \$495 una vez que se haya implementado esta oportunidad de mejora.

# **CAPÍTULO 7**

## **7. RECOMENDACIONES**

### **7.1. Estudio del Caso Uno**

Antes de utilizar el lodo de desecho, se debería tener la precaución de que esté completamente seco. Luego proceder a molerlo, tamizarlo y acondicionarlo para que cumpla con todas las especificaciones técnicas exigidas por el Departamento de Aseguramiento de Calidad.

### **7.2. Estudio del Caso Dos**

Una de las recomendaciones importantes sería el trabajar en forma sistémica en la reducción del consumo de agua de lavado de mezcladores, a través de la implementación de buenas prácticas de manufactura y algún sistema de gestión de calidad, que permita lograr un mejor control en el uso de los recursos y alcanzare una mayor eficiencia.

### 7.3. Estudio de Caso Tres

Como actualmente se utiliza un compresor en la etapa de aireación, emplear la herramienta costo-beneficio para evaluar la posibilidad de comprar un blower o soplador y poder sustituir dicho compresor.

Finalmente preparar un programa anual de capacitación para el personal en general, en todas aquellas actividades y áreas que estén interrelacionadas con producción más limpia, de tal forma, que permitan crear una cultura del ahorro y de empresa esbelta en todo el personal de Ultra Química

Una recomendación importante que podemos sugerir, es que la industria de pintura en general, debe ir eliminando el uso de pigmentos de plomo debido a su toxicidad. Los pigmentos de plomo rojo son excelentes como imprimantes industriales, pero existen actualmente sustitutos que cumplen igual función pero que son más caros.

Los pigmentos de cromo amarillo (cromato de plomo) producen un color brillante y son utilizados en pinturas para señalizaciones de tránsito. Como alternativa se tienen los pigmentos amarillos orgánicos, pero estos generalmente son mas caros, o bien los pigmentos amarillos de óxido de hierro, que no son brillantes.

El grado de reemplazo futuro de este tipo de pigmentos, por sustitutos menos peligrosos, será función tanto de las regulaciones del medio ambiente como de la demanda que tengan estos productos.

En general, la sustitución de materias primas peligrosas por otras más inocuas se está dando paulatinamente, principalmente por el aumento en los costos de disposición de residuos y un mayor control respecto del cumplimiento de regulaciones sobre materiales peligrosos. Sin embargo, esta acción tomará algún tiempo, ya que muchos sustitutos son menos efectivos que los materiales originales

Así mismo, la implementación de buenas prácticas de gestión de operaciones al interior de la empresa se basa en la puesta en práctica de una serie de procedimientos o políticas organizacionales y administrativas, destinadas a mejorar y optimizar los procesos productivos, disminuir costos y a promover la participación del personal en actividades destinadas a lograr la minimización de los residuos.

Estas prácticas son similares para la generalidad de los procesos manufactureros, pues se establecen en base a una mejor gestión del trabajo y consideran el establecer ahorros importantes en materias primas e insumos.

De acuerdo a lo anterior, las buenas prácticas se constituyen en una parte importante de las medidas de mitigación de impactos ambientales que debe contener todo estudio de impacto ambiental, dentro del plan de manejo.

Dentro de estas prácticas se incluyen las políticas de personal, medidas para incluir mejoras en los procedimientos y medidas de prevención de pérdidas.

Es importante mencionar que en la implementación de este tipo de gestión se entrecruzan los principios desarrollados en las Normas ISO 9000 (aseguramiento de calidad) e ISO 14000 (gestión ambiental)

# APÉNDICES

**APÉNDICE A: DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE LAS  
INSTALACIONES DE ULTRA QUÍMICA**

**DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE LAS INSTALACIONES DE ULTRA  
QUÍMICA**

<b>Areas</b>	<b>Metros cuadrados</b>
Producción	1,628
Administración	442
Vivienda	48
Planta de tratamiento de aguas residuales	128
Parqueos	951
Circulación	1,792
Zonas verdes	3,374
Bodegas	4,665
Otras	15,772
<b>Total</b>	<b>28,800</b>

## **APÉNDICE B: DEFINICIONES Y CONCEPTOS**

## DEFINICIONES Y CONCEPTOS

Término	Concepto
Lodo de desecho:	Desecho sólido que se genera en la etapa preliminar y en la etapa de floculación de la planta de tratamiento de aguas residuales
Lodo ácido	Residuo líquido que se obtiene en el tratamiento de blanqueo de solvente alifático
Solvente sucio	Solvente que se genera por el lavado de mezcladores que se usan para elaborar pintura base solvente
Residuos sólidos	Los residuos sólidos generados en la empresa se pueden dividir en tres grandes grupos:
De oficina:	Son los generados por el departamento de contabilidad, facturación, ventas, compras, financiero, despacho, etc., y en general todas las oficinas que los generen. Aquí tenemos papel, cartón, fundas plásticas, papel carbón, cartuchos de tinta, etc.
Domésticos	Como desechos domésticos se encuentran los generados por la cocina y comedor, luego del procesamiento y consumo de los alimentos. Aquí tenemos residuos de comidas, papel, plásticos, cáscaras, huesos, etc.
Industriales	Los desechos sólidos derivados de la actividad industrial de la empresa. Ejemplo, cartones, palets, fundas plásticas, fundas de papel, etc.
Efluente	Volumen de agua cruda que ingresa al sistema de tratamiento de aguas residuales.
Afluente	Volumen de agua tratada que abandona o sale del sistema de tratamiento de aguas residuales.

## **APÉNDICE C: NOMENCLATURA DE TÉRMINOS**

## NOMENCLATURA DE TÉRMINOS

Término	Concepto
Anión	Ión cargado negativamente que resulta de la disociación de sales, ácidos o álcalis en solución acuosa
Bacterias	Plantas unicelulares microscópicas que se reproducen por fisión o por esporas y que se identifican por sus formas
Cal	Producto químico que se usa para el tratamiento de agua
Catión	Ión cargado positivamente que resulta de la disociación de moléculas en solución. :
Coagulación	Neutralización de las cargas de la materia coloidal
Coloide	Materia fina de muy fino tamaño de partícula por lo general de $10^{-5}$ a $10^{-7}$ cm. de diámetro
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno de un agua, que es el oxígeno que requieren las bacterias para oxidar la materia orgánica soluble en condiciones controladas de prueba.
Decantación	Proceso de elutriación en el que el licor que sobrenada contiene producto químico lixivador recuperable
DQO	Demanda química de oxígeno; medida de la cantidad de materia orgánica y de otras sustancias reductoras en el agua.
Desechos	Residuos de la separación de los metales valiosos de un mineral
EPA	Environmental protection association
Filtración	Proceso de separación de sólidos de un líquido por medio de una sustancia porosa a través de la cual pasa solamente líquido

## APÉNDICE D: NOMENCLATURA DE TÉRMINOS

Continuación...

<b>Término</b>	<b>Concepto</b>
Floculación	Proceso de aglomeración de las partículas coaguladas para formar flóculos sedimentables, por lo general de naturaleza gelatinosa
Sedimentación	Asentamiento por gravedad de las partículas sólidas en un sistema líquido
Turbiedad	Suspensión de partículas finas que oscurecen los rayos de luz y que requieren de muchos días para sedimentarse debido al pequeño tamaño de partícula
Vertedero	Dispositivo de rebose usado para medir o controlar el flujo de agua

**APÉNDICE E: MATRIZ DE RESUMEN DE BENEFICIOS  
AMBIENTALES**

## MATRIZ DE RESUMEN DE BENEFICIOS AMBIENTALES

Beneficios ambientales	Valores	
1. Reducción en el consumo de materia prima	220	Kg/año
2. Minimización en consumo aire comprimido	18,000	pie <sup>3</sup> /año
3. Minimización do consumo de energía	2,294	kWh/año
4. Minimización en la generación de efluentes	80	M <sup>3</sup> /año
5. Reciclado interno	1,800	Kg/año

Medidas Ambientales Implementadas	Inversiones (US\$)	Tiempo de Retorno de la Inversión	Beneficios económicos (US\$)	Beneficios ambientales
Uso de lodo de desecho generado en la PTAR en la elaboración de cemento plástico.	45.9	0.01 año	10,723	Reprocesado interno del lodo generado en la PTAR dentro del proceso de producción de productos.
Uso de bomba de alta presión para la limpieza de mezcladores de pintura base agua.	420	5.2 meses	1,062	Disminución de la generación de efluente en un 50%
Instalación de un nuevo temporizador para mejorar operación de encendido y apagado del motor del compresor Coleman de 5 HP.	94.01	2.5 meses	445.2	Ahorro del 25% tanto en el consumo de energía eléctrica como en la generación de aire comprimido.
	559.91		12,230.2	

### Inversión total (US\$)

559.91

### Beneficio Económico Total en el primer año (US\$/año)

5,168.20



		PRIMER CASO IMPLEMENTADO	SEGUNDO CASO IMPLEMENTADO	TERCER CASO ESTUDIADO																		
SITUACION INICIAL		En el año 2004, la PTAR generó aproximadamente 1,800 Kg.de lodo de desecho con un contenido de 20% de sólidos. Según la Ley del Texto Unificado de Legislación Ambiental, todo lodo generado en la planta de tratamiento de aguas residuales es considerado como desecho peligroso; por tanto, no se lo puede botar al relleno sanitario, a menos que se obtenga un análisis del mismo y que cumpla con los parámetros exigidos por la Entidad de Control; si no cumple, este se convierte en un pasivo ambiental de la empresa.	El departamento de Operaciones de la Empresa, tiene en sus registros que entre el mes de marzo y diciembre del año 2004, se ha reportado un promedio de 4.2 lotes mensuales de aguas residuales tratadas; cada lote corresponde a 3,200 litros de efluente alimentados al floculador. Si determinamos una relación entre la cantidad de agua que se utiliza para el lavado de mezcladores y la cantidad de pintura elaborada, este índice relativo nos da un valor de 170 litros de agua empleada por tonelada de pintura producida, valor que está muy por encima, si lo comparamos con el valor reportado por la EPA cuyo índice oscila entre 50% y 70%.	El consumo de energía eléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales durante el año 2004 fue de 9,900 Kwh. La etapa del proceso que demanda el mayor consumo es la etapa de aireación con aproximadamente un 90% del consumo total. El control de encendido del motor está gobernado por un temporizador cuyo rango de tiempo de operación es muy corto, provocando una limitación en la búsqueda de los parámetros óptimos de funcionamiento del motor. Las demás etapas no están influenciadas directamente por este mecanismo de control.																		
	MEDIDAS DE P+L IMPLEMENTADAS	<p>Reutilizar el lodo de desecho en la elaboración de algún producto terminado. Para reutilizar el lodo se tenía previamente tres opciones de aplicación:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pintura anticorrosivo.</li> <li>2. Pintura látex económico.</li> <li>3. Cemento plástico impermeable.</li> </ol> <p>Entre las tres alternativas se escogió la tercera, dado a que existían variaciones en el color del lodo; es decir, no había uniformidad de color. Por tanto, la única opción fue utilizar el lodo en un producto terminado cuya variación de color no tenga incidencia; este producto fue el cemento plástico impermeable de color negro.</p>	Implementar un sistema de limpieza de para los mezcladores de pintura base agua que permita disminuir su consumo en un 50%, objetivo que se puede lograr sin dificultad. Si aplicamos el límite inferior del rango al consumo de agua de lavado utilizada en el año 2004, cuya cantidad fue de 160 metros cúbicos, el ahorro sería aproximadamente 80 metros cúbicos anual de agua potable.	Una de las alternativas analizadas, a corto plazo, fue el reemplazar el temporizador actual por otro de mejor performance, el temporizador Crouzet Modelo M2L, el cual tiene una mayor variabilidad en las fijaciones de los rangos de tiempos. Así tenemos, por ejemplo, tiempos de encendido y apagado de media hora, una hora, hora y media, dos horas, etc.																		
SITUACION FINAL	*BENEFICIO ECONOMICO	<table border="1"> <tr> <td>Inversión</td> <td>Tiempo de retorno de la inversion</td> <td>Beneficio económico al primer año</td> </tr> <tr> <td>US\$ 45,9</td> <td>0,01 año</td> <td>US\$ 3,661</td> </tr> </table>	Inversión	Tiempo de retorno de la inversion	Beneficio económico al primer año	US\$ 45,9	0,01 año	US\$ 3,661	<table border="1"> <tr> <td>Inversión</td> <td>Tiempo de retorno de la Inversion</td> <td>Beneficio económico al primer año</td> </tr> <tr> <td>420,00</td> <td>5,2 meses</td> <td>1.062,00</td> </tr> </table>	Inversión	Tiempo de retorno de la Inversion	Beneficio económico al primer año	420,00	5,2 meses	1.062,00	<table border="1"> <tr> <td>Inversión</td> <td>Tiempo de retorno de la Inversion</td> <td>Beneficio económico al primer año</td> </tr> <tr> <td>94,01</td> <td>2,5 meses</td> <td>445,20</td> </tr> </table>	Inversión	Tiempo de retorno de la Inversion	Beneficio económico al primer año	94,01	2,5 meses	445,20
	Inversión	Tiempo de retorno de la inversion	Beneficio económico al primer año																			
	US\$ 45,9	0,01 año	US\$ 3,661																			
	Inversión	Tiempo de retorno de la Inversion	Beneficio económico al primer año																			
420,00	5,2 meses	1.062,00																				
Inversión	Tiempo de retorno de la Inversion	Beneficio económico al primer año																				
94,01	2,5 meses	445,20																				
BENEFICIO AMBIENTAL	Reciclado interno del lodo de desecho generado en la planta de tratamiento de aguas residuales dentro del proceso de producción.	Disminución de la generación de efluente en un 50%, logrando así la minimización de residuos que tiene beneficios tangibles e intangibles para la empresa, como son reducción de costos de tratamiento y cumplimiento de las regulaciones y una mejora de la imagen pública de al empresa.	Uno de los principales beneficios sería el decremento del consumo de energía eléctrica en un 25%, principalmente en la etapa de aireación. Igualmente se logra una reducción en la generación de aire comprimido en esta misma etapa de alrededor del 25%, dando como resultado final, la reducción de los costos de tratamiento de efluentes.																			
SEGURIDAD																						
BENEFICIO TECNOLÓGICO		Uso de una bomba automática de alta presión para estandarizar el lavado de mezcladores de pintura base agua.	El beneficio tecnológico sería el reemplazo del temporizador actual por otro de mejor resolución, que permita optimizar los parámetros de operación de encendido y apagado del compresor.																			
DATOS TOTALES	<table border="1"> <tr> <td><b>INVERSION</b></td> <td><b>\$559,91</b></td> </tr> </table>		<b>INVERSION</b>	<b>\$559,91</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>BENEFICIO ECONOMICO AL PRIMER AÑO</b></td> <td><b>\$5.168,20</b></td> </tr> </table>		<b>BENEFICIO ECONOMICO AL PRIMER AÑO</b>	<b>\$5.168,20</b>														
<b>INVERSION</b>	<b>\$559,91</b>																					
<b>BENEFICIO ECONOMICO AL PRIMER AÑO</b>	<b>\$5.168,20</b>																					
PROYECTOS FUTUROS	<p>Espesamiento de lodo de desecho utilizando filtro prensa.</p>	<p>Construir una caja de recolectora de agua tratada en el lecho de secado de arena para bombearla al reactor biológico.</p>	<p>Utilizar agua clarificada del reactor biológico en la etapa de dosificación del proceso de floculación.</p>																			

## APÉNDICE F: VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CASO UNO

## VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CASO UNO

### SITUACIÓN ANTES DEL CAMBIO

Materias primas	Consumo anual, Kg.	Costo unitario en \$	Costo total, \$
Gelatina	4.216,00	0,14	590,24
Resina hidrocarburífera	44.823,00	0,17	7.619,91
Caolín	76.445,00	0,20	15.289,00
Suma	125.484,00		23.499,15

### SITUACIÓN DESPUÉS DEL CAMBIO

Materias primas	Consumo anual, Kg.	Costo \$ por Kg.	Costo total, \$
Gelatina	4.216,00	0,14	590,24
Resina hidrocarburífera	44.823,00	0,17	7.619,91
Caolín	74.915,00	0,20	14.983,00
Lodo de desecho	1.530,00	0,03	45,90
Suma	125.484,00		23.239,05

### RESUMEN DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

Beneficio económico	Ahorro anual en dólares
Ahorro en consumo de materia prima	260,10
Ahorro en análisis físico-químico	1.280,00
Ahorro en traslado de desalojo de lodo	120,00
Ahorro en probable multa por incumplimiento	2.000,00
Suma	3.660,10

AÑOS	INVERSIÓN	COSTOS OPERATIVOS ACTUALES	COSTOS OPERATIVOS PROYECTADOS	AHORRO NETO GLOBAL	AHORRO NETO ACUMULADO
AÑO 0	-45,9			-45,9	
AÑO 1		23.500	23.239	3.661	3.661
AÑO 2		23.500	23.369	3.531	7.192
AÑO 3		23.500	23.369	3.531	10.723

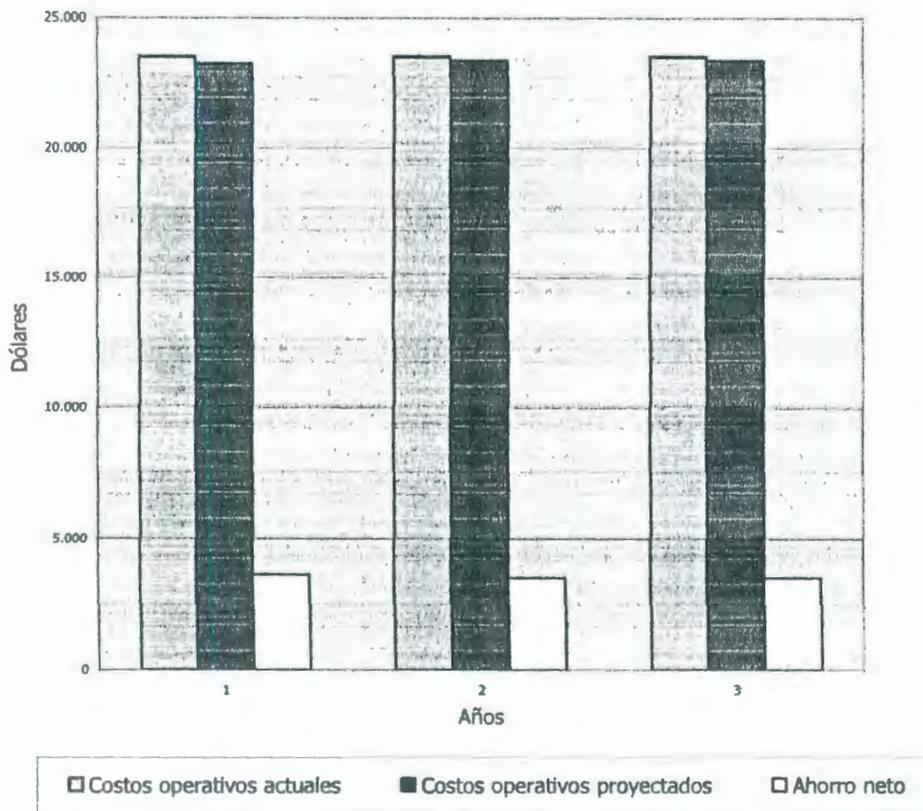
Costo de oportunidad	VAN	TIR
4%	\$9.877,95	7973%
6%	\$9.515,15	
8%	\$9.174,20	
Tiempo de recuperación		0,01 años

Fuente: Manual de Proyectos. Para mayor información consultar dicho Manual.

**APÉNDICE G: GRÁFICO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DEL  
CASO UNO**

## GRÁFICO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CASO UNO

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CASO UNO  
USO DE LODO DE DESECHO DE PTAR EN LA ELABORACIÓN DE CEMENTO PLÁSTICO



Fuente: Manual de Proyectos. Para mayor información consultar dicho Manual.

**APÉNDICE H: VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CASO DOS**

## VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CASO DOS

### SITUACION ANTES DEL CAMBIO

Ítem	Consumo anual	Costo unitario en U\$	Costo total en U\$
Agua potable	160 m <sup>3</sup>		
<b>Materias primas</b>			
Sulfato de aluminio	150 Kg.	0,25	38
Cal	150 Kg.	0,12	18
Polímero	125 Kg.	0,80	100
<b>Auxiliares</b>			
Leche	8 Kg.	5,20	39
Azúcar	8 Kg.	0,60	5
<b>Insumos</b>			
Energía eléctrica	9.900Kwh.	0,10	991
Aire comprimido	77.900Ft <sup>3</sup>	0,01	934
<b>Suman</b>			2.124

### SITUACION DESPUÉS DEL CAMBIO

Ítem	Consumo anual	Costo unitario en U\$	Costo total en U\$
Agua potable	80 m <sup>3</sup>		
<b>Materias primas</b>			
Sulfato de aluminio	75Kg.	0,25	19
Cal	75Kg.	0,12	9
Polímero	63Kg.	0,80	50
<b>Auxiliares</b>			
Leche	4Kg.	5,20	20
Azúcar	4Kg.	0,60	2
<b>Insumos</b>			
Energía eléctrica	4.950Kwh.	0,10	496
Aire comprimido	38.950Ft <sup>3</sup>	0,01	467
<b>Suman</b>			1.063

### RESUMEN DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

#### Detalle de los costos - beneficios

#### Rubro en dólares

#### Costo del cambio:

Costo de dos bombas de agua para alta presión 420

#### Costo operacional antes de P+L:

Costo de operación de planta de tratamiento de aguas residuales 2,124

#### Costo operacional después de P+L:

Costo de operación de planta de tratamiento de aguas residuales 1,062

#### Beneficio económico:

Ahorro en consumo de materias primas 78

Ahorro en consumo de auxiliares 22

Ahorro en consumo de insumos 962

**Suman** 1,062

Fuente: Manual de Proyectos. Para mayor información consultar dicho Manual.

## APÉNDICE I: VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CASO DOS

## VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CASO DOS

Continuación.....

AÑOS	INVERSIÓN	GASTOS OPERATIVOS ACTUALES	GASTOS OPERATIVOS PROYECTADOS	AHORRO NETO	AHORRO NETO ACUMULADO
MES 0	-420			-420	
MES 1		177	88,5	88,5	88,5
MES 2		177	88,5	88,5	177,0
MES 3		177	88,5	88,5	265,5
MES 4		177	88,5	88,5	354,0
MES 5		177	88,5	88,5	442,5
MES 6		177	88,5	88,5	531,0
MES 7		177	88,5	88,5	619,5
MES 8		177	88,5	88,5	708,0
MES 9		177	88,5	88,5	796,5
MES 10		177	88,5	88,5	885,0
MES 11		177	88,5	88,5	973,5
MES 12		177	88,5	88,5	1062,0
Suma		2.124	1.062	1.062	

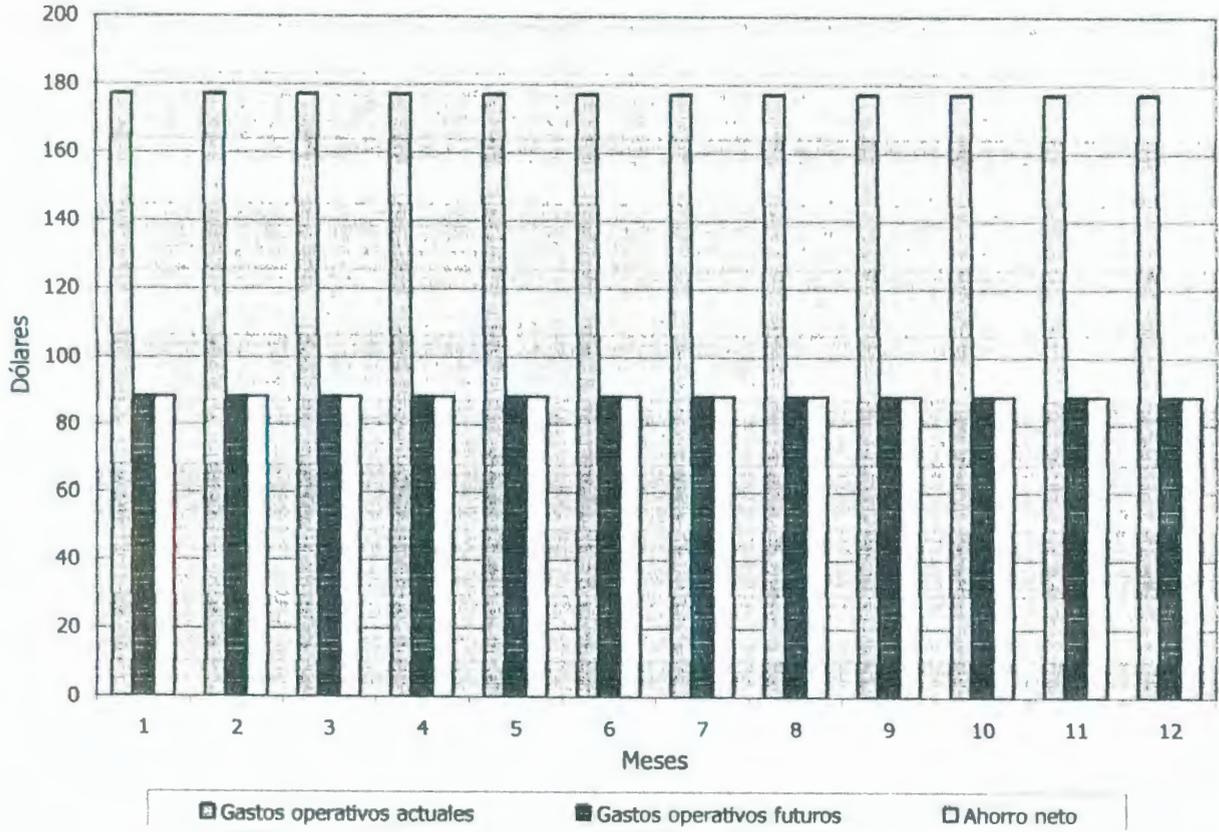
Costo de oportunidad	VAN	TIR
4%	\$619,34	18%
6%	\$608,28	
8%	\$597,38	
Tiempo de recuperación		5,2 meses

Fuente: Manual de Proyectos. Para mayor información consultar dicho Manual.

**APÉNDICE J: GRÁFICO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DEL  
CASO DOS**

## GRÁFICO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CASO DOS

ANÁLISIS ECONÓMICO CASO 2  
USO DE UNA BOMBA DE ALTA PRESIÓN PARA LA LIMPIEZA DE MEZCLADORES DE PINTURA BASE AGUA



Fuente: Manual de Proyectos. Para mayor información consultar dicho Manual.

**APÉNDICE K: CÁLCULOS DE CONSUMOS DE INSUMOS EN  
EL ESTUDIO DEL CASO TRES**

## CÁLCULOS DE CONSUMOS DE INSUMOS EN ESTUDIO DEL CASO TRES

### ANTES DEL CAMBIO

<b>Parámetros considerados:</b>		
Tiempo de operación del motor del compresor:	24 hr	
Tiempo de funcionamiento del motor del compresor:	1 hr Fijado por el temporizador	
Tiempo de reposo del motor del compresor:	0,5 hr Fijado por el temporizador	
Tiempo del ciclo del temporizador:	1,5 hr	
Tiempo de funcionamiento del motor del compresor:	$24 \text{ hr} \times 1 \text{ hr}/1,5 \text{ hr} = 16 \text{ hr}$	
Tiempo de reposo del motor del compresor:	$24 \text{ hr} \times 0,5 \text{ hr}/1,5 \text{ hr} = 8 \text{ hr}$	
Encendido (ON) del motor del compresor:	1 min	Fijado por el presostato del compresor
Apagado (OFF) del motor del compresor:	1 min	Fijado por el presostato del compresor
Tiempo de encendido del motor del compresor:	16 hr x 1 min en ON/2 min de funcionamiento : 8 hr en ON	
Tiempo de apagado del motor del compresor:	16 hr x 1 min en ON/2 min de funcionamiento : 8 hr en OFF	
Tiempo real de funcionamiento del motor del compresor:	8 hr	

Consumo de energía en Kw-hr del motor del compresor por día	
Tiempo de funcionamiento (ON) del motor : 8 hr/día	
Potencia =	$3 \frac{1}{2} \times V \times I \times \cos\phi$
donde:	
V =	220 voltios
I =	23 amperios
Cos $\phi$ =	0,86 (valor asumido, tomado de tabla)
Potencia =	$1,73 \times 220 \times 23 \times 0,86 = 7,53 \text{ Kw}$
Kw-hr =	$8 \text{ hr} \times 7,53 \text{ Kw} \times 3 \text{ días/lote} = 181 \text{ Kw-hr/lote}$

Consumo de Kw-hr en otras etapas de la PTAR = 11,45 + 4,39 + 0,114 + 0,63 = 16,58 Kw-hr
Total de Kw-hr = 16,58 + 181 = 198 Kw-hr/lote
Considerando que se procesaron en el año 2004, 50 lotes en la PTAR tenemos:
Consumo anual de Kw-hr = 198 Kw-hr/lote x 50 lotes/año = <b>9,900 Kw-hr/año</b>

<b>Determinación del consumo de aire comprimido en CF por lote</b>
16 hr de funcionamiento x 60 min/hr x 0,5 CF de aire/1 min x 3 lotes/día = 1,440 CF/lote
Consumo de aire comprimido en otras etapas de la PTAR = 17 + 88 + 12,5 = 117,5 CF/lote
Consumo total de aire comprimido = 117,5 + 1,440 = 1,558 CF/lote
Considerando que se procesaron en el año 2004, 50 lotes en la PTAR tenemos:
Consumo anual de CF = 1,558 CF/lote x 50 lotes/año = <b>77,900 CF/año</b>

**APÉNDICE M: CÁLCULOS DE CONSUMOS DE INSUMOS EN  
EL ESTUDIO DEL CASO TRES**

## CÁLCULOS DE CONSUMOS DE INSUMOS EN ESTUDIO DEL CASO TRES

### Continuación ...

DESPUES DEL CAMBIO:

#### Parámetros considerados:

Tiempo de funcionamiento del motor del compresor:	1 hr Fijado por el temporizador
Tiempo de reposo del motor del compresor:	1 hr Fijado por el temporizador
Tiempo del ciclo del temporizador:	2 hr
Tiempo de funcionamiento del motor del compresor:	24 hr x 1 hr/2 hr = 12 hr
Tiempo de reposo del motor del compresor:	24 hr x 1 hr/2 hr = 12 hr
Encendido (ON) del motor del compresor:	1 min Fijado por el presostato del compresor
Apagado (OFF) del motor del compresor:	1 min Fijado por el presostato del compresor
Tiempo de encendido del motor del compresor:	12 hr x 1 min en ON/2 min de funcionamiento : 6 hr en ON
Tiempo de apagado del motor del compresor:	12 hr x 1 min en ON/2 min de funcionamiento : 6 hr en OFF
Tiempo real de funcionamiento del motor del compresor:	6 hr

#### Consumo de energía en Kw-hr del motor del compresor por día

Tiempo de funcionamiento (ON) del motor : 6 hr/día  
 Potencia =  $3 \frac{1}{2} \times V \times I \times \cos\phi$   
 Potencia =  $1,73 \times 220 \times 23 \times 0,86 = 7,53 \text{ Kw}$   
 Kw-hr =  $6 \text{ hr} \times 7,53 \text{ Kw} \times 3 \text{ días/lote} = 135,54 \text{ Kw-hr/lote}$   
 Consumo de Kw-hr en otras etapas de la PTAR =  $11,45 + 4,39 + 0,114 + 0,63 = 16,58 \text{ Kw-hr}$  (no varía)  
 Total de Kw-hr =  $16,58 + 135,54 = 152,12 \text{ Kw-hr/lote}$   
 Considerando que se procesaron en el año 2004, 50 lotes en la PTAR tenemos:  
 Consumo anual de Kw-hr =  $152,12 \text{ Kw-hr/lote} \times 50 \text{ lotes/año} = 7,606 \text{ Kw-hr/año}$

#### Determinación del consumo de aire comprimido en CF por lote

12 hr de funcionamiento x 60 min/hr x 0,5 CF de aire/1 min x 3 lotes/día = 1,080 CF/lote  
 Consumo de aire comprimido en otras etapas de la PTAR =  $17 + 88 + 12,5 = 117,5 \text{ CF/lote}$  (no varía)  
 Consumo total de aire comprimido =  $117,5 + 1,080 = 1,198 \text{ CF/lote}$   
 Considerando que se procesaron en el año 2004, 50 lotes en la PTAR tenemos:  
 Consumo anual de CF =  $1,198 \text{ CF/lote} \times 50 \text{ lotes/año} = 59,900 \text{ CF/año}$

**APÉNDICE N: VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CASO TRES**

## VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CASO TRES

### SITUACION ANTES DEL CAMBIO

Ítem	Consumo anual	Costo unitario en U\$	Costo total en U\$
<b>Insumos</b>			
Energía eléctrica	9.900 Kwh.	0,10	990
Aire comprimido	77.900 Ft <sup>3</sup>	0,01	935
<b>Suman</b>			1.925

### SITUACION DESPUÉS DEL CAMBIO

Ítem	Consumo anual	Costo unitario en U\$	Costo total en U\$
<b>Insumos</b>			
Energía eléctrica	7,606 Kwh.	0,10	760.6
Aire comprimido	59,900 Ft <sup>3</sup>	0,01	718.8
<b>Suman</b>			1.479.4

### RESUMEN DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

<b>Detalle de los costos - beneficios</b>	<b>Rubro en dólares</b>
<b>Costo del cambio:</b>	
Costo del temporizador Crouzet Modelo M2L	94.01
<b>Costo operacional antes de P+L:</b>	
Costo de consumo de energía eléctrica en planta de tratamiento de aguas residuales	990
Costo de consumo de aire comprimido en planta de tratamiento de aguas residuales	935
<b>Suman</b>	1,925
<b>Costo operacional después de P+L:</b>	
Costo de consumo de energía eléctrica en planta de tratamiento de aguas residuales	760.6
Costo de consumo de aire comprimido en planta de tratamiento de aguas residuales	718.8
<b>Suman</b>	1,479.4
<b>Beneficio económico:</b>	
Ahorro en consumo de energía eléctrica	229.4
Ahorro en consumo de aire comprimido	216.2
<b>Suman</b>	445.6

Fuente: Manual de Proyectos. Para mayor información consultar dicho Manual

**APÉNDICE Ñ: VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CASO TRES**

## VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CASO TRES

Continuación ...

AÑOS	INVERSIÓN	GASTOS ACTUALES EN ENERGÍA Y AIRE COMPRIMIDO	GASTOS PROYECTADOS EN ENERGÍA Y AIRE COMPRIMIDO	AHORRO NETO	AHORRO NETO ACUMULADO
MES 0	-94,01			-94,01	
MES 1		160,4	123,3	37,1	37,10
MES 2		160,4	123,3	37,1	74,20
MES 3		160,4	123,3	37,1	111,30
MES 4		160,4	123,3	37,1	148,40
MES 5		160,4	123,3	37,1	185,50
MES 6		160,4	123,3	37,1	222,60
MES 7		160,4	123,3	37,1	259,70
MES 8		160,4	123,3	37,1	296,80
MES 9		160,4	123,3	37,1	333,90
MES 10		160,4	123,3	37,1	371,00
MES 11		160,4	123,3	37,1	408,10
MES 12		160,4	123,3	37,1	445,20
Suma		1.925	1.480	445,2	

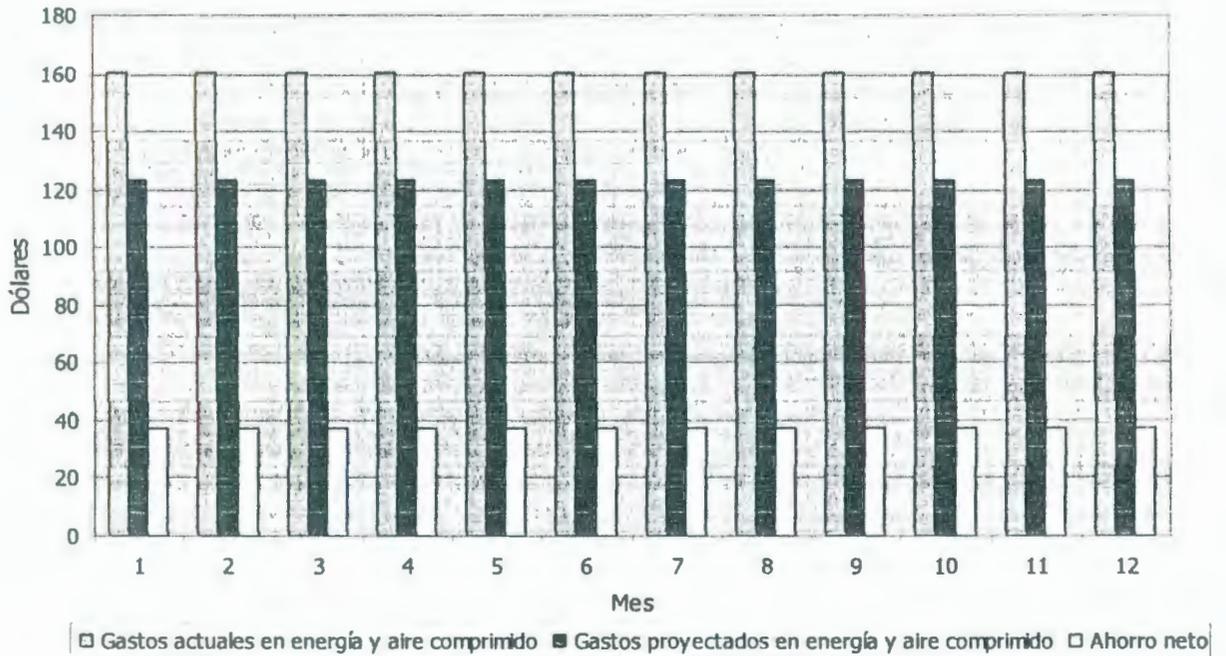
Costo de oportunidad	VAN	TIR
4%	\$341,69	39%
6%	\$337,05	
8%	\$332,48	
Tiempo de recuperación		2,5 meses

Fuente: Manual de Proyectos. Para mayor información consultar dicho Manual

**APÉNDICE O: GRÁFICO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DEL  
CASO TRES**

## GRÁFICO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CASO TRES

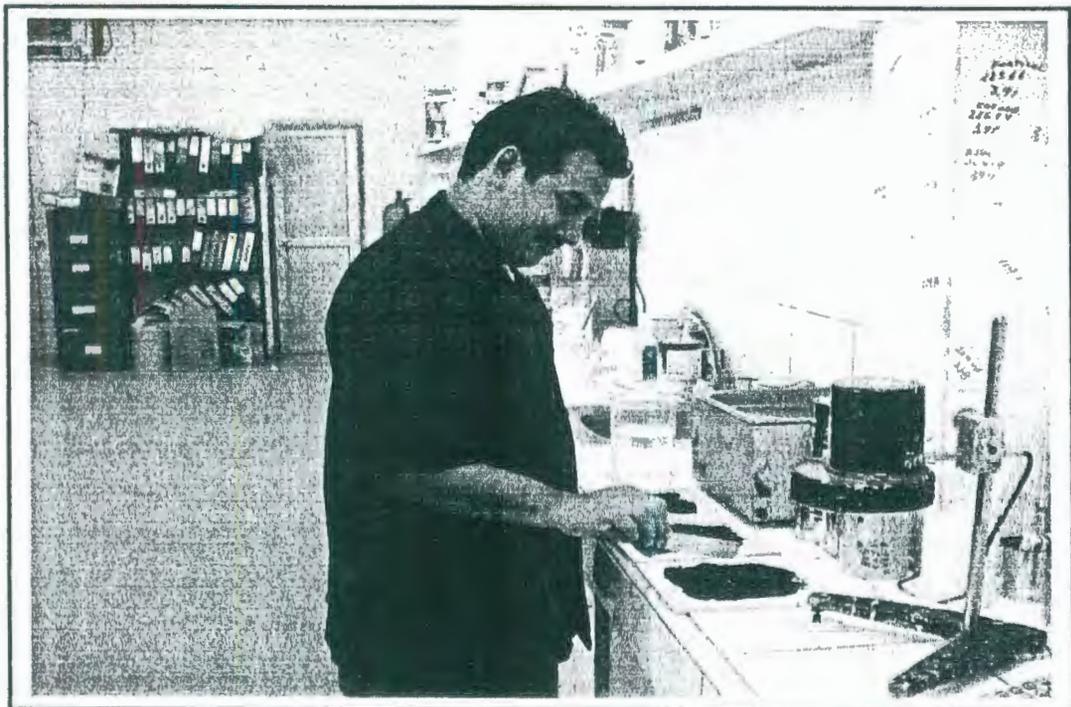
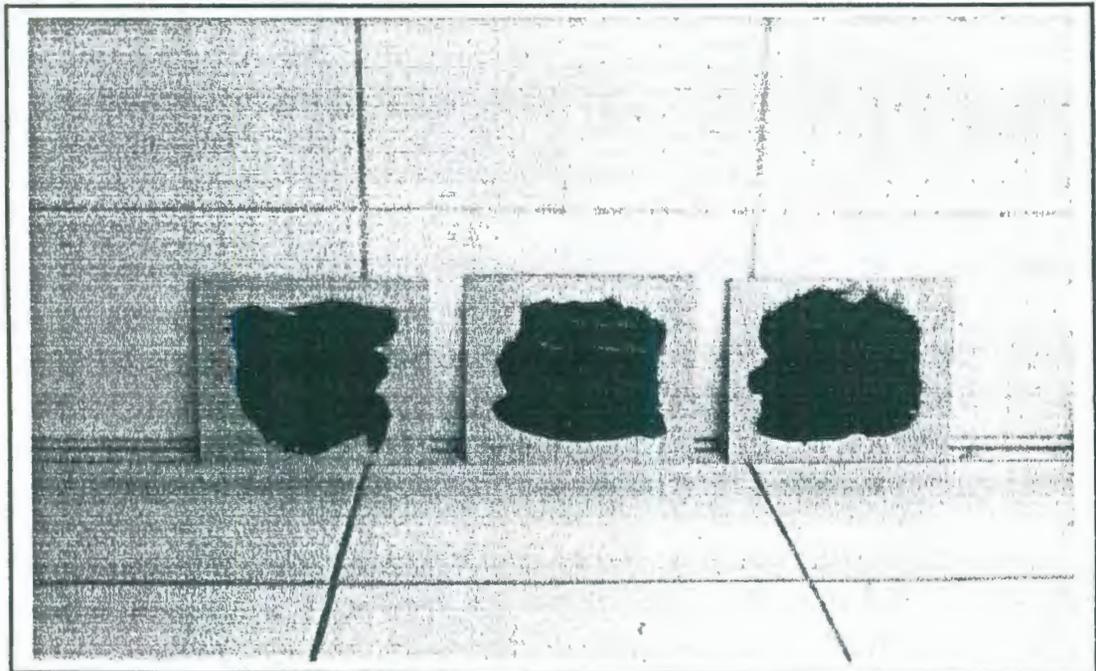
ANÁLISIS ECONÓMICO CASO 3  
INSTALACIÓN DE UN NUEVO TEMPORIZADOR PARA MEJORAR OPERACIÓN DE ENCENDIDO Y  
APAGADO DEL MOTOR DEL COMPRESOR COLEMAN DE 5 HP



Fuente: Manual de Proyectos. Para mayor información consultar dicho Manual

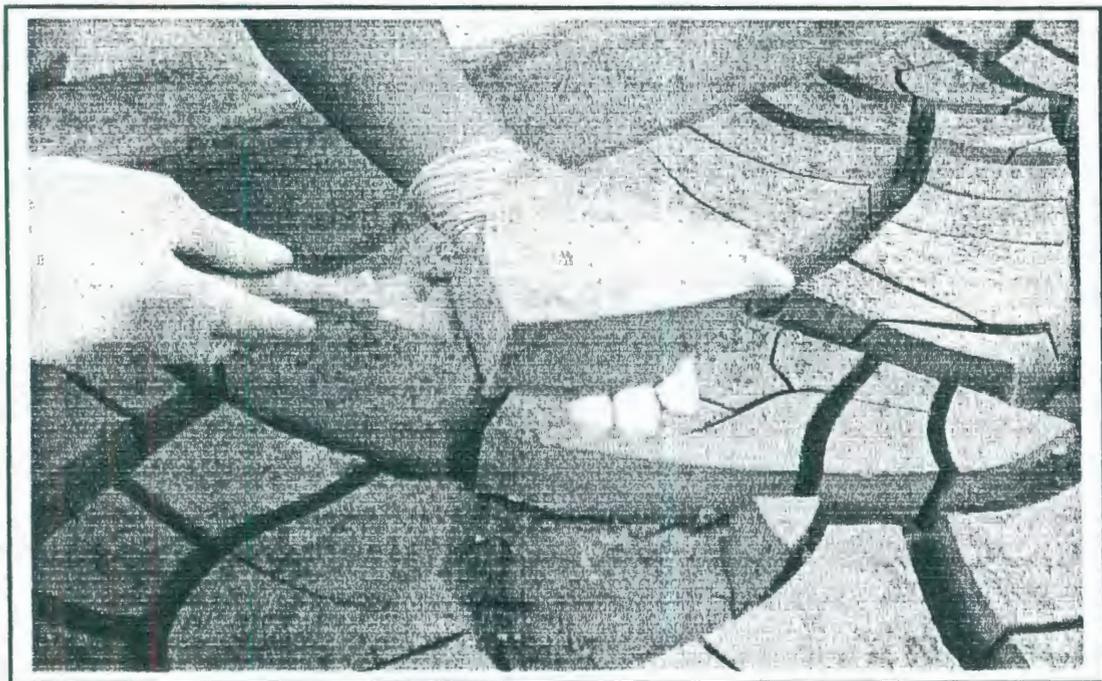
**APÉNDICE P: MUESTRAS DE APLICACIÓN DE CEMENTO  
PLÁSTICO**

## MUESTRAS DE APLICACIÓN DE CEMENTO PLÁSTICO



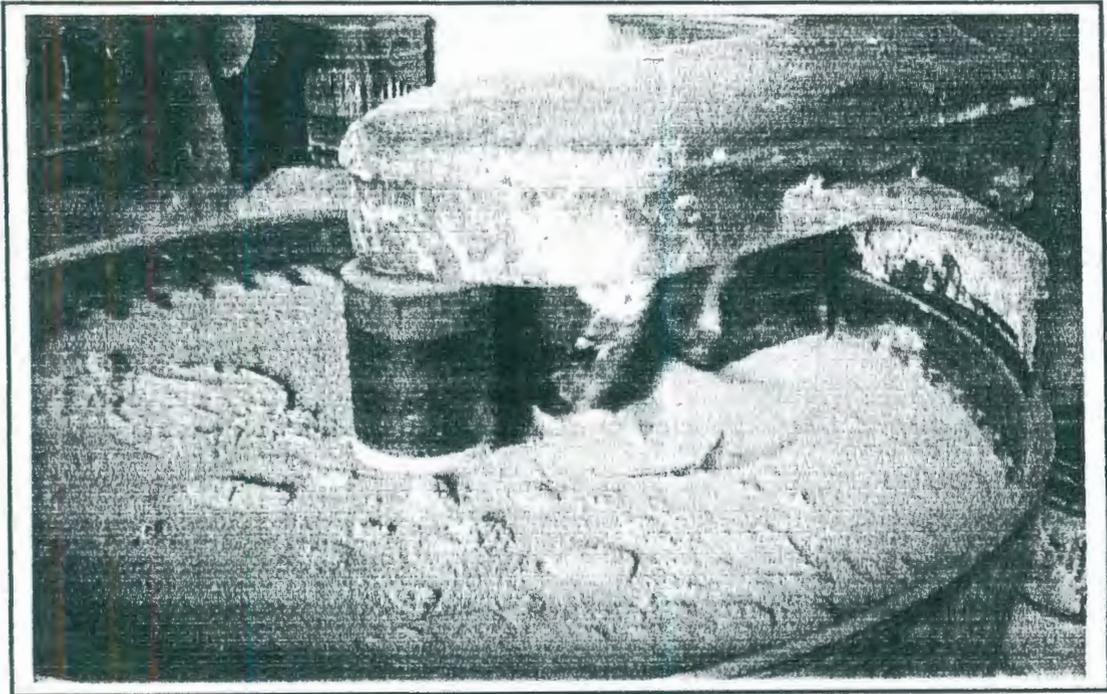
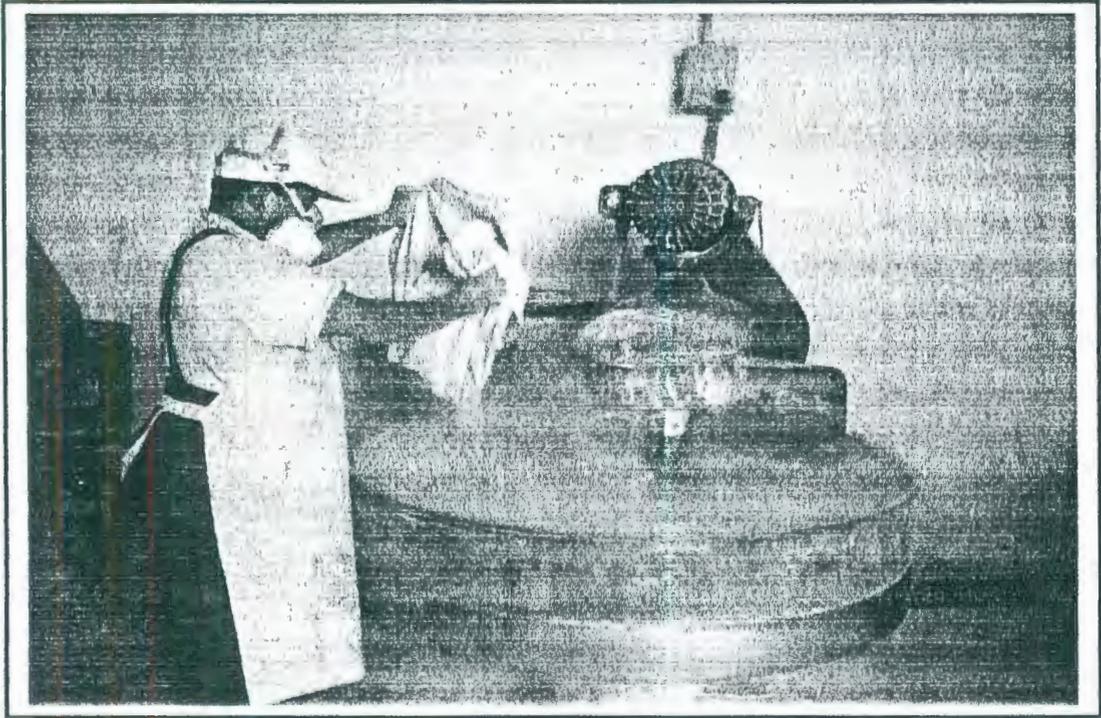
**APÉNDICE Q: LODOS RESIDUALES DE DIFERENTES  
ETAPAS**

## LODOS RESIDUALES DE DIFERENTES ETAPAS



## **APÉNDICE R: ELABORACIÓN DE CEMENTO PLÁSTICO**

ELABORACIÓN DE CEMENTO PLÁSTICO



**APÉNDICE S: REPORTES DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DE  
AGUAS RESIDUALES**

**REPORTE DE LABORATORIO N° 204- 2005**

Nombre de la Industria : ULTRAQUIMICA  
Representante legal : SR. JOSÉ HAZÍN  
Dirección de la Empresa : Km. 16.5 Vía a Daule  
CHU : 3251  
Fecha y Hora de monitoreo : 28 Noviembre de 2005, 15h20  
Punto de Muestreo : L1: Reactor Biológico  
Caudal : 8 m<sup>3</sup>/día  
Tipo de muestreo. : Simple  
Muestra tomada por : Personal de CENIA C. LTDA.: Antonio Pazmiño

PARÁMETROS	METODO <sup>(1)</sup> UTILIZADO	UNIDADES	CONCENTRACIÓN <sup>(2)</sup>	CARGA CONTAMINANTE kg/día	LIMITES DE <sup>(4)</sup> DESCARGA A ALCANTARILLADO
Caudal		m <sup>3</sup> /día	8		
Temperatura de la muestra	2560 B	°C	27		<40
pH muestra	4500 B	U de H	7,1		5-9
Color	2120 B	Pt - Co	0	0,0	
Turbiedad	2130 B	NTU	10	0,1	
Sólidos Totales	2540 B	mg/l	3252	26,0	
Sólidos Totales Volátiles	2540 E	mg/l	770	6,2	
Sólidos Totales Fijos	2540 E	mg/l	2482	19,9	
Sólidos Disueltos Totales	2540 C	mg/l	3028		
Sólidos Disueltos volátiles	2540 E	mg/l	612	4,9	
Sólidos Disueltos Fijos	2540 E	mg/l	2416	19,3	
Sólidos suspendidos totales*	2540 D	mg/l	224	1,8	220
Sólidos Suspendidos Volátiles	2540 E	mg/l	158	1,3	
Sólidos Suspendidos Fijos	2540 E	mg/l	66	0,5	
Sólidos Sedimentables	2540 F	mg/l	0,1	0,0	20
DQO	5220 B	mg/l	439	3,5	500
DBO <sub>5</sub>	5210 B	mg/l	33	0,3	250
Aceites y grasas	5520 D	mg/l	6	0,0	100
Fenoles	5530 C	mg/l	0,06	0,0	0,2
Aluminio (lim. 0.03)*	3500-Al B	mg/l	0,05	0,0	5
Cromo (lim. 0.005)*	3500-Cr B	mg/l	0,008	0,0	0,5
Plomo (lim. 0.010)*	3500-Pb B	mg/l	0,012	0,0	0,5

Nota: <sup>(1)</sup> Los análisis utilizados corresponden al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 20<sup>TH</sup> EDITION, DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA) WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF) a menos que halla alguna observación.

<sup>(2)</sup> En el análisis de los sólidos suspendidos se utilizó una membrana marca Whatman GF/C diámetro 47mm, y porosidad 11 µm.

<sup>(3)</sup> Los resultados reportados corresponden exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en el Laboratorio de CENIA C. LTDA.

<sup>(4)</sup> Este(s) límite(s) de la legislación Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente Libro VI de la Calidad Ambiental. Límite de detección del método.

Atentamente,

Ing. Quím. Franklin Villamar B.

Reg. Prof.: 05-G-238

GERENTE GENERAL



CONSULTORA ECUATORIANA  
DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y  
TECNOLOGÍA DEL TRATAMIENTO  
DE AGUAS.

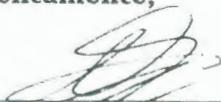
## REPORTE DE LABORATORIO N° 150-2005

Nombre de la Empresa: **ULTRAQUIMICA CIA LTDA.**  
Análisis solicitado por: **SR. JOSÉ HAZÍN**  
Dirección de la industria: **Km 16,5 vía a Daule**  
Fecha de muestreo: **02 Septiembre de Agosto de 2005**  
Tipo de muestra: **Instantánea**  
Punto de muestreo: **Efluente de Reactor Biológico**  
Muestra tomada por: **Personal de ULTRAQUIMICA**

PARÁMETROS	METODO UTILIZADO <sup>(1)</sup>	UNIDADES	CONCENTRACIONES <sup>(2)</sup>	*Límites de descarga a alcantarillado público
			1	
Sólidos Totales	2540 B	mg/l	2038	
Sólidos Disueltos Totales	2540 C	mg/l	1916	
Sólidos Suspendidos Totales <sup>(2)</sup>	2540 D	mg/l	122	220

Nota: <sup>(1)</sup> Los análisis utilizados corresponden al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 20<sup>TH</sup> EDITION DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF), a menos que halla alguna observación.  
<sup>(2)</sup> En el análisis de los sólidos suspendidos se utilizó una membrana marca Whatman 934 - AH, diámetro 47mm, y porosidad 1.5 µm.  
<sup>(3)</sup> Los resultados reportados corresponden exclusivamente a la (s) muestra (s) recibida (s) en el Laboratorio de CENIA C. LTDA  
<sup>(4)</sup> Texto Unificado de la legislación Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente: Libro VI de la Calidad Ambiental.

Atentamente,

  
Ing. Quím. Franklin Villamar B.  
Reg. Prof.: 05-G-238  
GERENTE GENERAL

*Enviar por correo electrónico a  
franklyn Lopez*  




CONSULTORA ECUATORIANA  
DE INGENIERIA AMBIENTAL Y  
TECNOLOGIA DEL TRATAMIENTO  
DE AGUAS.

## REPORTE DE LABORATORIO N° 080-2005

Nombre de la Empresa: **ULTRAQUIMICA CIA. LTDA**  
 Analisis solicitado por: **SR. JOSÉ HAZIN**  
 Direccion de la industria: **Km 16.5 via a Daule**  
 Fecha de muestreo: **10 de Agosto de 2005**  
 Tipo de muestra: **Instantanea**  
 Hora de ingreso de la muestra: **11:00 a.m.**  
 Punto de muestreo: **Effluente de Reactor Biologico**  
 Muestra tomada por: **Personal de ULTRAQUIMICA**

PARAMETROS	METODO UTILIZADO <sup>(1)</sup>	UNIDADES	CONCENTRACIONES <sup>(2)</sup>	**Límites de descarga a alcantarillado público <sup>(3)</sup>
			l	
pH muestra	2540 B	U de pH	8	5 - 9
Temperatura muestra	4500 B	°C	28	< 40
Color	1120 B	Pt. Co	20	
Turbidez	2130 B	NTU	25	
Sólidos Totales	2540 B	mg/l	1998	
Sólidos Totales Volátiles	2540 E	mg/l	740	
Sólidos Totales Fijos	2540 F	mg/l	1258	
Sólidos Disueltos Totales	2540 I	mg/l	1846	
Sólidos Disueltos volátiles	2540 E	mg/l	594	
Sólidos Disueltos Fijos	2540 E	mg/l	1252	
Sólidos suspendidos totales <sup>(4)</sup>	2540 D	mg/l	152	<b>220</b>
Sólidos Suspendidos Volátiles	2540 E	mg/l	146	
Sólidos Suspendidos Fijos	2540 E	mg/l	6	
Sólidos Sedimentables	2540 F	mg/l	0.5	20
DQO	5220 B	mg/l	112	500
DBO5	5210 B	mg/l	22.8	250
Aceites y grasas	5520 D	mg/l	0.0	100
Aluminio (lim. 0.05) <sup>(5)</sup>	3500-Al B	mg/l	0.038	5
Cromo (lim. 0.005) <sup>(6)</sup>	3500-Cr B	mg/l	N.D. <sup>(7)</sup>	0.5
Plomo (lim. 0.005) <sup>(6)</sup>	3500-Pb B	mg/l	N.D. <sup>(7)</sup>	0.5

**Nota:** <sup>(1)</sup> Los análisis utilizados corresponden al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTI WATER 20<sup>th</sup> EDITION DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF), a menos que halla alguna observación.  
 En el análisis de los sólidos suspendidos se utilizó una membrana marca Whatman 944 AH, diametro 47mm, porosidad 1.0 µm.

<sup>(2)</sup> Los resultados reportados corresponden exclusivamente a la (s) muestra (s) recibida (s) en el Laboratorio de CONSULTORA ECUATORIANA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y TECNOLOGIA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS.

<sup>(3)</sup> Límite de detección del método.

<sup>(4)</sup> Los valores se encuentran por debajo del límite de detección.

<sup>(5)</sup> Texto Unificado de la legislación Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente Libro VI de la Calidad Ambiental.

Atentamente,

**Ing. Quím. Franklin Villamar B.**

**Reg. Prof.: 05-G-238**

**GERENTE GENERAL**



**REPORTE DE LABORATORIO N° 18 – 2005**

Nombre de la Industria: **ULTRAQUÍMICA CÍA LTDA.**  
 Representante legal: **SR. JOSÉ HAZÍN**  
 Dirección de la industria: **Km. 16.5 vía a Daule**  
 Fechas de muestreo: **7 de marzo de 2005**  
 Tipo de muestra: **Instantáneo**  
 Hora de toma de muestra: **9h00 a.m.**  
 Punto de muestreo: **Effluente final de descarga**  
 Muestra tomada por: **Personal de CENIA C. LTDA.**

PARAMETROS	UNIDADES	CONCENTRACIÓN	Carga Contaminante Kg/día	*Límites de descarga a alcantarillado público
		1		
Caudal	m <sup>3</sup> /día	8		
Temperatura	°C	26		< 40
Potencial de Hidrogeno, pH	U de pH	7		5 - 9
Color	Pt - Co	0		
Turbiedad	NTU	0		
Sólidos totales	mg/l	209		
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	179		
Sólidos Totales Volátiles	mg/l	106		
Sólidos Totales Fijos	mg/l	103		
Sólidos Suspendidos Totales <sup>1</sup>	mg/l	30	0,24	220
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/l	19		
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/l	11		
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/l	87		
Sólidos Disueltos Fijos	mg/l	92		
Sólidos Sedimentables	ml/l	0		20
D.Q.O	mg/l	109	0,87	500
D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	12	0,69	250
Aceites y Grasas	mg/l	0	0	100
Aluminio (lim. 1mg/l) <sup>2</sup>	mg/l	0	0	5
Cromo (lim. 0,005 mg/l) <sup>2</sup>	mg/l	0,010	0,00008	0,5
Plomo (lim. 0,010 mg/l) <sup>2</sup>	mg/l	0	0	0,5

(1) Se utilizó temperatura de secado de 103 °C a 1 hora y membrana marca Whatman 934-AH diametro 47mm porosidad 1.5µm.  
 (2) Límite de detección del método

**Nota:** Los métodos de análisis utilizados corresponden al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 20<sup>TH</sup> EDITION DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF).

**Atentamente**

**Ing. Quím. Franklin Villamar B.**  
**Reg. Prof.: 05-G-238**  
**GERENTE GENERAL**



## REPORTE DE LABORATORIO

Nombre de la Industria: **ULTRAQUÍMICA CÍA LTDA.**  
 Representante legal: **SR. JOSÉ HAZÍN**  
 Dirección de la industria: **Km. 16.5 vía a Daule**  
 Fechas de muestreo: **13 y 17 de Diciembre del 2004**  
 Tipo de muestra: **Instantánea**  
 Hora de toma de muestra: **11h30 a.m.**  
 Caudal: **8 m<sup>3</sup>/dia.**  
 Punto de muestreo: **Sistema de tratamiento de aguas residuales.**  
**1 - Agua cruda. /**  
**2.- Efluente del clarificador (Afluente al reactor biológico)**  
**3.- Efluente tratado (Efluente del reactor biológico)**  
 Muestra tomada por: **: Personal de CENIA C. LTDA.**

PARAMETROS	UNIDADES	CONCENTRACIONES		
		1	2	3
Caudal	m <sup>3</sup> /dia			8
Temperatura	°C	27	26,5	27
Potencial de Hidrógeno, pH	U de pH	7	7	7
Color	Pt - Co	120	4	0
Turbiedad	NTU	30	0	0
Sólidos Totales	mg/l	1.008	904	808
Sólidos Totales Volátiles	mg/l	456	184	156
Sólidos Totales Fijos	mg/l	552	720	652
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	548	836	788
Sólidos Disueltos volátiles	mg/l	284	148	146
Sólidos Disueltos Fijos	mg/l	264	688	642
Sólidos Suspendidos Totales <sup>1</sup>	mg/l	460	68	20
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/l	172	36	10
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/l	288	32	10
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,3	0	0
D.Q.O	mg/l	437	206	190
D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	219	106	99
Aceites y Grasas	mg/l	0	0	0
Aluminio (lim. 0,006 mg/l) <sup>2</sup>	mg/l			0
Cromo (lim. 0,002 mg/l) <sup>2</sup>	mg/l			0
Plomo (lim. 0,010 mg/l) <sup>2</sup>	mg/l			0

(1) Se utilizó temperatura de secado de 103°C a 1 hora y membrana marca Whatman 934-AH diametro 47mm porosidad 15µm

(2) Limite menor de detección del método

**Nota:** Los métodos de análisis utilizados corresponden al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 20TH EDITION DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF).

### Atentamente

**Ing. Quím. Franklin Villamar B.**  
**Reg. Prof.: 05-G-238**  
**GERENTE GENERAL**

Avenida del Ejército 1402 y Colón (primer piso) Ofc. 1

Teléfonos: (593-4) 2364248 • 2364623 • 2364625 • 22369335 • 2372719 • Fax: (593-4) 2453577 • Casilla: 09-01-5504

Web site: [www.cenia-ltda.com](http://www.cenia-ltda.com) - E-mail: [cen-cons@interactive.net.ec](mailto:cen-cons@interactive.net.ec)

Guayaquil Ecuador



## REPORTE DE LABORATORIO

Nombre de la Industria. : ULTRAQUÍMICA CÍA LTDA.  
Representante legal. : SR. JOSÉ HAZÍN  
Dirección de la industria. : Km. 16.5 vía a Daule  
Fecha de muestreo. : 06 de Agosto del 2004  
Tipo de muestra. : Instantánea  
Hora de toma de muestra. : 15h00 p.m.  
Caudal. : 8 m<sup>3</sup>/día.  
Punto de muestreo. : Sistema de tratamiento de aguas residuales  
1.- Efluente del clarificador (Afluente al reactor biológico)  
2.- Efluente tratado (Efluente del reactor biológico)  
Muestra tomada por. : Personal de CENIA C. LTDA.

PARAMETROS	UNIDADES	CONCENTRACIONES		Carga Contaminante Kg/día	*Limites de descarga a alcantarilla do público
		1	2		
Caudal <sup>1</sup>	m <sup>3</sup> /día		8		
Temperatura <sup>2</sup>	°C	27	27		<40
Potencial de Hidrógeno, pH <sup>2</sup>	U de pH	8	7,5		5-9
Color	Pt - Co	160	0		
Turbiedad	NTU	22	0		
Sólidos Totales	mg/l	1.820	648	5,2	1600
Sólidos Totales Volátiles	mg/l	1.000	184	1,47	
Sólidos Totales Fijos	mg/l	820	464	3,7	
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	1.520	576	4,6	
Sólidos Disueltos volátiles	mg/l	752	128	1	
Sólidos Disueltos Fijos	mg/l	768	448	3,5	
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	300	72	0,57	220
Sólidos Suspendedos Volátiles	mg/l	248	56	0,45	
Sólidos Suspendedos Fijos	mg/l	52	16	0,13	
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,1	0		20
D.Q.O	mg/l	960	110	0,88	500
D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	588	71	0,57	250
Aceites y Grasas	mg/l		0	0	100
Aluminio	mg/l		0	0	5
Cromo	mg/l		0	0	0,5
Plomo	mg/l		0	0	0,5

\*Fuente: Texto unificado de la legislación Secundaria del Ministerio del ambiente. Libro VI de la Calidad Ambiental

Nota: Los métodos de análisis utilizados corresponden al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 20<sup>TH</sup> EDITION DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF)

### Atentamente

Ing. Quím. Franklin Villamar B.  
Reg. Prof.: 05-G-238  
GERENTE GENERAL

Avenida del Ejército 1402 y Colón (primer piso) Ofc. 1  
Teléfonos. (593-4) 2364248 • 2364623 • 2364625 • 22369335 • 2372719 • Fax: (593-4) 2453577 • Casilla: 09-01-5504

[www.cenia-ltda.com](http://www.cenia-ltda.com) - E-mail: [cen-cons@interactive.net.ec](mailto:cen-cons@interactive.net.ec)  
Guayaquil - Ecuador



### REPORTE DE LABORATORIO

Nombre de la Industria. : ULTRAQUIMICA CIA. LTDA.  
Fecha de muestreo. : 26-03-2004  
Tipo de muestra. : Instantáneo  
Hora de toma de muestra : 16h30  
Punto de muestreo. : 2.- Afluente del floculador.  
: 3.- Efluente clarificado.  
Muestra tomada por. : Ing. Franklin Villamar B.

PARAMETROS	UNIDADES	CONCENTRACIONES	
		2	3
Color	Pt - Co	10000	8
Turbiedad	NTU	1800	0.0
Potencial de Hidrógeno, pH	U de pH	7.0	7.0
Sólidos Totales	mg/l	5460	2928
Sólidos Totales Volátiles	mg/l	4232	1604
Sólidos Totales Fijos	mg/l	1228	1324
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	2540	2864
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/l	2288	1596
Sólidos Disueltos Fijos	mg/l	252	1268
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	2920	60
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/l	1944	8.0
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/l	976	56
Sólidos Sedimentables	ml/l	68	0.0
D.Q.O	mg/l	7111	1600
D.B.O5	mg/l	3645	780
Aceites y Grasas	mg/l	7.0	0.0
Aluminio	mg/l	0.0	0.0
Cadmio	mg/l	0.0	0.0
Cobre	mg/l	0.0	0.0
Cromo	mg/l	0.0	0.0
Niquel	mg/l	0.0	0.0
Plomo	mg/l	0.0	0.0
Zinc	mg/l	0.20	0.0

Nota: Los métodos de análisis utilizados corresponden al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 20TH EDITION DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF)

Atentamente,

Ing. Quim. Franklin Villamar B.  
Reg. Prof.: 05-G-238  
GERENTE GENERAL



REPORTE DE LABORATORIO

Nombre de la Industria. : ULTRAQUIMICA CIA. LTDA.  
Fecha de muestreo. : 23-03-2004  
Tipo de muestra. : Instantáneo  
Hora de Toma de muestra : 16h30  
Punto de muestreo. : 3.- Efluente tratado  
Muestra tomada por. : Ing. Franklin Villamar B

PARAMETROS	UNIDADES	CONCENTRACION
		3
Color	Pt - Co	12
Turbiedad	NTU	0,0
Potencial de Hidrógeno, pH	U de pH	7,0
Sólidos Totales	mg/lit	4136
Sólidos Totales Volátiles	mg/lit	2008
Sólidos Totales Fijos	mg/lit	2128
Sólidos Disueltos Totales	mg/lit	4048
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/lit	1960
Sólidos Disueltos Fijos	mg/lit	2008
Sólidos Suspendidos Totales	mg/lit	88
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/lit	48
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/lit	40
Sólidos Sedimentables	ml/lit	0,0
D.Q.O	mg/lit	2526
D.B.O5	mg/lit	1020
Aceites y Grasas	mg/lit	0,0
Aluminio	mg/lit	3,8
Cadmio	mg/lit	0,0
Cobre	mg/lit	0,0
Cromo	mg/lit	0,0
Niquel	mg/lit	0,0
Plomo	mg/lit	0,0
Zinc	mg/lit	0,0

Nota: Los métodos de análisis utilizados corresponden al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 20TH EDITION DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF).

Atentamente,

Ing. Quim. Franklin Villamar B.  
Reg. Prof.: 05-G-238  
GERENTE GENERAL



### REPORTE DE LABORATORIO

Nombre de la Industria. : ULTRAQUIMICA CIA. LTDA.  
Fecha de muestreo. : 18-03-2004  
Tipo de muestra. : Instantáneo  
Hora de toma de muestra : 16h30  
Punto de muestreo. : 2.- Afluente del floculador  
: 3.- Efluente clarificado  
Muestra tomada por. : Ing. Franklin Villamar B

PARAMETROS	UNIDADES	CONCENTRACIONES	
		2	3
Color	Pt - Co	12000	10
Turbiedad	NTU	2100	0,0
Potencial de Hidrógeno, pH	U de pH	5,0	9,0
Sólidos Totales	mg/lit	5228	2820
Sólidos Totales Volátiles	mg/lit	4052	1428
Sólidos Totales Fijos	mg/lit	1176	1392
Sólidos Disueltos Totales	mg/lit	1684	2744
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/lit	1132	1400
Sólidos Disueltos Fijos	mg/lit	552	1344
Sólidos Suspendidos Totales	mg/lit	3544	76
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/lit	2920	28
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/lit	624	48
Sólidos Sedimentables	ml/lit	94	0,0
D.Q.O	mg/lit	5231	1323
D.B.O5	mg/lit	1968	654
Aceites y Grasas	mg/lit	10	8
Aluminio	mg/lit	1,7	4,5
Cadmio	mg/lit	0,000	0,000
Cobre	mg/lit	0,000	0,000
Cromo	mg/lit	0,000	0,000
Niquel	mg/lit	0,000	0,000
Plomo	mg/lit	0,000	0,000
Zinc	mg/lit	0,18	0,000

Nota: Los métodos de análisis utilizados corresponden a: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 20TH EDITION, DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF).

Atentamente,

Ing. Quim. Franklin Villamar B.  
Reg. Prof.: 05-G-238  
GERENTE GENERAL

## BIBLIOGRAFIA

1. Curso Internacional de Consultores en Producción más Limpia. Junio 28 del 2004
2. CHOPEY NICHOLAS P. Manual de Cálculos de Ingeniería Química. Editorial Mc Graw Hill. México, Año 1986
3. MOSQUERA AURELIO, "El Agua: Tratamiento y Control de Calidad para Usos Múltiples. Guayaquil, Año 1993
4. NALCO CHEMICAL COMPANY, Manual del Agua Tomo III: Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones. Editorial Mc Graw Hill. México, Julio de 1989.