



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE

**“APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EFLUENTES DE LA
COMPAÑÍA ECUATORIANA DEL CAUCHO S.A.”**

**Trabajo de Graduación previo a la obtención del
Título de Biólogo del Medio Ambiente**

Autor: Juan Diego Pesántez Quezada

Director: Biólogo Edwin Zárate Hugo

Cuenca – Ecuador

2006

Dedicatoria:

Este trabajo esta dedicado a quien durante toda su vida fue un ejemplo vivo de trabajo, honradez, principios y, por sobre todas las cosas, de amor incondicional hacia todos los que tuvimos la suerte de compartir con él nuestras vidas, desde el momento en que vimos por primera vez la luz, hasta el inolvidable día de su partida.

Con todo mi cariño, este trabajo es para ti Abuelito Jorge

Agradecimientos

La realización de este proyecto ha sido posible gracias al apoyo y confianza brindados por la Compañía Ecuatoriana del Caucho, sus funcionarios y trabajadores quienes de una u otra manera contribuyeron al desarrollo de este trabajo. De una manera especial agradezco a todos los Ingenieros y trabajadores de los Departamentos de Ingeniería de Planta y Casa de Fuerza por su amistad y apoyo en los momentos buenos y malos durante todo este tiempo.

A la Universidad del Azuay y a la Facultad de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado, de manera especial a su decana, Ingeniera Master Miriam Briones.

De igual manera agradezco a los profesores y amigos de la escuela de Biología del Medio Ambiente por la amistad, valores y conocimientos impartidos durante todos estos años, los cuales estarán siempre presentes durante toda nuestra vida.

Este trabajo se lo debo especialmente al apoyo incondicional, paciencia, amor y comprensión brindados por mi esposa Mayu, mi familia y amigos, quienes han estado conmigo todo este tiempo ayudándome a enfrentar todos los momentos difíciles que he tenido que superar

Gracias a todos ustedes y que este logro lo hagan como suyo.

Juan Diego Pesántez

INDICE

Contenido	Pag.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iv
TABLA DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN	1
Usos del Agua en la Industria.....	2
Producción Más Limpia.....	3
Objetivos de la Producción Más Limpia.....	3
Problemática.....	5
Objetivos del estudio.	6
CAPITULO I	
METODOLOGÍA	7
1.1 Etapas de un Programa de Producción Más Limpia.....	7
1.2 Descripción de las Etapas.....	7
1.3. Descripción del sitio de estudio.....	14
CAPITULO II	
RESULTADOS	20
2.1 Evaluación Previa, Diagnostico.....	20
2.1.1 Desarrollo del Diagrama de Flujo del Proceso	20
2.1.2 Diagnóstico Ambiental con información de la Empresa.....	20
2.1.2.1 Consumo de Agua.....	20
2.1.2.2 Insumos y Auxiliares.....	21
2.1.2.3 Consumo de Energía.....	21
2.1.2.4 Residuos Sólidos Generados.....	22
2.1.2.5 Emisiones.....	22
2.1.2.6 Efluentes generados.....	22
2.1.2.7 Puntos de Generación de Efluentes.....	23
2.1.2.8 Análisis del agua del Río Machángara.....	25
2.1.2.9 Sistemas de Tratamiento.....	29
2.1.2.10 La empresa y su responsabilidad con la Legislación Ambiental.....	34
2.1.3 Evaluación de los Datos.....	36
2.2 Estudios y Evaluación.....	39
2.2.1 Elaboración del Balance de Masa de los diferentes tipos de efluentes.....	39
2.2.1.1 Resultados Generales del Consumo de Agua y Efluentes.....	40
2.2.1.2 Comparación entre la información de la empresa y la obtenida del Balance, con respecto a los consumos de agua y generación de efluentes.....	42
2.2.1.3 Resumen del Balance de Masa realizado en las diferentes etapas.....	43

2.2.1.4 Principales puntos de generación de efluentes identificados en el balance.....	51
2.2.2 Identificación de las Causas de Generación de Efluentes y Pérdidas.....	52
2.2.3 Identificar y pre seleccionar oportunidades de P+L y sus principales indicadores.....	56
2.2.4 Seleccionar las oportunidades de P+L, de acuerdo a prioridades definidas, estableciendo una secuencia de implantación.....	59
2.3 Estudios de viabilidad técnica, económica y ambiental.....	64
2.3.1 Evaluación de los datos obtenidos en la Etapa de Evaluación.....	64
2.3.1.1 Evaluación Técnica.....	64
2.3.1.2 Evaluación Económica.....	66
2.3.1.3 Evaluación Ambiental.....	67
2.3.2 Seleccionar opciones factibles.....	68
2.4 Diseño del Proyecto.....	69
2.4.1 Antecedentes.....	70
2.4.2 Problemática.....	72
2.4.3 Justificación.....	76
2.4.4 Situación Inicial.....	77
2.4.5 Situación Esperada	78
2.4.6 Viabilidad Económica.....	79
2.4.7 Comparación de Indicadores (Antes/Después).....	82
2.4.8 Beneficios y resultados económicos, tecnológicos y ambientales.....	83
2.5 Programas de Continuidad.....	84
CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES.....	90
BIBLIOGRAFIA.....	95
ANEXOS.....	96
Anexo N° 1 Lay out de las instalaciones.....	97
Anexo N° 2 Diagrama de Flujo.....	98
Anexo N° 3 Análisis Limnológico.....	101
Anexo N° 4 Balance de Materiales.....	103
Anexo N° 5 Planillas Auxiliares.....	109
Anexo N° 6 Plano de tuberías de agua de Enfriamiento.....	114

Índice de Figuras

Figura 1. Ejemplo de Diagrama de Flujo.....	9
Figura 2. Prioridades de Producción Más Limpia.....	11
Figura 3. Formulación de opciones de Producción Más Limpia.....	12
Figura 4. Descarga de Tanque de Tratamiento de efluentes de regeneración de filtros.....	28
Figura 5. Descarga colector agua lluvia.....	28
Figura 6. Retenedor de aceite 1.....	30
Figura 7. Retenedor de aceite 2.....	31
Figura 8. Retenedor de aceite 3.....	32
Figura 9. Tanque neutralizador.....	33
Figura 10. Pozo lechada.....	33
Figura 11. Condensado no recuperado.....	61
Figura 12. Fugas Sistema de Enfriamiento Torres 1 y 2.....	61
Figura 13. Condensado no recuperado del calentador de Bunker.....	62
Figura 14. Retrolavado Filtros Arena.....	62
Figura 15. Regeneración y tratamiento de filtros desmineralizadotes.....	63
Figura 16. Fuga torre de enfriamiento.....	63
Figura 17. Fuga extrusora.....	64
Figura 18. Torre de enfriamiento 3.....	69
Figura 19. Funcionamiento Torre 3.....	71
Figura 20. Acumulación de bacterias en pozos de agua.....	73
Figura 21. Pozo de la Torre de enfriamiento 3.....	73
Figura 22. Ducto Limitante de agua del Pozo C de la Torre 3.....	74
Figura 23. Fugas Externas de la Torre 3.....	75
Figura 24. Gráfico de consumo de agua antes y después de Producción Más Limpia.....	92
Figura 25. Gráfico de consumo de agua del Río Machángara.....	92
Figura 26. Gráfico de generación de efluentes antes y después de Producción Más Limpia.....	93

APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EFLUENTES DE LA COMPAÑÍA ECUATORIANA DEL CAUCHO S.A

Prevenir antes que tratar, es la base de filosofías conocidas como Producción Más Limpia, las cuales nacieron con el objetivo de usar eficientemente los recursos y evitar, de esta manera, la contaminación e impactos al medio ambiente.

La aplicación de este programa en los efluentes de la Compañía Ecuatoriana del Caucho, logró identificar una generación de efluentes de 213450 m³ anuales, de los cuales 53328,44 m³ corresponden a fugas de los procesos. Al final del estudio, se identificaron oportunidades de mejora que representan un ahorro de 80000 m³ de agua y generación de efluentes, y de \$100000 para la empresa

APPLICATION OF CLEANER PRODUCTION IN THE EFFLUENTS OF THE ECUADORIAN RUBBER COMPANY

Prevent before treatment is the base of philosophies known like Cleaner Production, that which was born with the aim of to use efficiently the resources and to avoid, this way, the pollution and impacts to the environment.

The application of this program in the effluents of the Ecuadorian Rubber Company, achieve identify an effluent generation around 213450 annual cubic meters, of which 53328 cubic meters correspond to flights of the processes. At the end of the program, opportunities of improvement were identified that represent a saving of water and effluent generation around of 80000 annual cubic meters that which represents 100000 USD of saving for the company.

Pesántez Quezada Juan Diego

Trabajo de Graduación

Biólogo Edwin Zárate H.

Mayo del 2006

APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EFLUENTES DE LA
COMPAÑÍA ECUATORIANA DEL CAUCHO S.A.

INTRODUCCION

Todo proceso productivo necesita de recursos naturales, energía, etc.; para la obtención de productos deseados o necesitados por el consumidor. Este proceso lleva a que se produzcan al mismo tiempo desperdicios o residuos los cuales tienen como destino final los ríos, aire, el suelo.

El desequilibrio entre la velocidad de consumo y la de regeneración produce un efecto negativo en el medio ambiente, provocando que se altere su ciclo natural, siendo los residuos, uno de los elementos que provocan este desequilibrio, los cuales son inherentes al proceso productivo, de ahí que mientras mayor el crecimiento industrial, mayor son los problemas ambientales por residuos y contaminación. (Zaror, C. 1991)

Según estudios publicados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la demanda mundial de agua dulce para la industria, agricultura y uso doméstico está creciendo más rápido que el suministro disponible. De los 1400 millones de kilómetros cúbicos de agua que hay en la Tierra, el 2.5% es agua dulce y de este porcentaje únicamente el 0.5% está disponible en lagos, ríos y aguas freáticas superficiales. (CNPL. 2001)

Esto ha llevado a que en muchos países, el sector industrial se vea afectado por posibles restricciones en el uso del agua para la industria, lo que indica que el agua ha pasado a ser un tema crucial en el desarrollo mundial sostenible., por lo que la

búsqueda de mecanismos para ordenar los recursos de manera más eficiente es primordial en los actuales momentos, una de estas formas son mejorando la calidad del abastecimiento del agua a través de una reducción de la demanda por parte de la industria y la agricultura, los cuales son sus principales consumidores.

Usos del Agua en la Industria.

Existe una diferencia entre uso y consumo de agua para las actividades propias de la vida humana. Uso se refiere a la cantidad total de agua captada desde las diferentes fuentes acuáticas, mientras que consumo corresponde a la pequeña fracción, que debido a su uso específico, no retorna a algún cuerpo hídrico en el corto plazo, ya sea por evaporación, incorporación al producto, etc.

En la industria el agua se destina a los siguientes usos: enfriamiento, generación de vapor, proceso, limpieza, siendo la de enfriamiento el de mayor uso a nivel general. (Kemmer and Callion. 1993)

El consumo real del agua en una planta industrial corresponde a una pequeña fracción (aproximadamente del 7%), que se incorpora al producto o que se pierde por evaporación, de tal forma que aproximadamente un 90% del agua captada es transformada en un efluente industrial, que por lo general debe ser sometido a algún tratamiento de descontaminación, lo cual no siempre se cumple o en algunos casos simplemente no existe.

De esta manera, los problemas ambientales inmediatos que enfrenta la industria tienen relación con los costos de tratamiento de residuos y emisiones, así como también por los desperdicios y falta de reciclaje. Tal es así, que muchas veces los residuos, emisiones y pérdidas energéticas constituyen recursos que no han sido utilizados productivamente y, por lo tanto, representan costos adicionales al proceso productivo y contaminan el medio.

Producción Más Limpia

A nivel mundial, éste y otros tipos de problemas ambientales abarcan una serie de foros y discusiones en las que aparecen tendencias o “principios de asimilación” que consisten en que las necesidades individuales y sociales pueden, y deben ser cubiertas usando métodos que sean compatibles con los ecosistemas, con la diversidad natural y cultural, y que aseguren la capacidad de las generaciones venideras para cubrir las suyas. (SIGA. 2003)

En la práctica se trata de prevenir la generación de sustancias tóxicas y por tanto evitar el vertido de los contaminantes al entorno. El concepto de Prevención, en políticas de residuos parte de la base de que es evitable la generación de residuos, y así enfoca a todos los problemas ocasionados por la contaminación industrial.

La puesta en práctica de estos procesos de prevención se denomina **Producción Limpia**.

Objetivo de la Producción Más Limpia

Según la *Declaración de Internacional de Producción Más Limpia*, el objetivo de ésta, es minimizar emisiones y/o descargas hacia el medio ambiente, reduciendo riesgos para la salud humana y ambiente, y elevando simultáneamente la competitividad de las empresas.

Actualmente existen dos vías conceptuales como alternativas para disminuir la contaminación tanto industrial como doméstica. (HACAB 2000)

La primera, como concepto tradicional se basa en el uso de tecnologías "End of Pipe", que corresponde al manejo de residuos domésticos e industriales al final del proceso productivo, donde los residuos sólidos son llevados a vertederos, las emisiones gaseosas son lavadas o filtradas, y las emisiones líquidas o efluentes son sometidos a diversos tratamientos.

El segundo concepto se basa en un enfoque integral preventivo, que pone énfasis en una mayor eficiencia de utilización de los recursos materiales y energéticos, incrementando simultáneamente la productividad y la competitividad.

Este último concepto también llamado "Producción Limpia" internaliza la variable ambiental como parte de una estrategia de gestión empresarial preventiva, aplicada a productos, procesos y organizaciones del trabajo. (ANAM 1999)

Con este concepto de prevención y no de mitigación, nuestro trabajo ha sido enfocado al recurso agua, debido a su gran utilización en el proceso productivo de una de las empresas mas grandes de la ciudad como lo es la Compañía Ecuatoriana del Caucho, buscando reducir su consumo y la generación de efluentes mediante un uso eficiente del recurso agua.

De esta manera, nuestro estudio forma parte de una serie de trabajos en Producción Mas Limpia dentro de la Compañía, cada uno enfocado a diversos puntos del proceso productivo, logrando así el cumplimiento de uno de los principios de esta compañía, el cual es la protección al medio ambiente, tomando en cuenta el ejemplo de otros países en los cuales se ha podido demostrar que lo económico y lo ambiental pueden llevarse de la mano a través de un proceso, uso de materias y energía más eficientes, al igual que una disminución de sus impactos.

La primera parte de este trabajo consiste en un análisis de la problemática de la empresa con respecto al uso del agua y el planteamiento de los objetivos del estudio. A continuación tenemos una breve explicación de la metodología de Producción más limpia y seguido el desarrollo de la misma, con los resultados obtenidos. Los resultados al final del estudio son una identificación exacta de los puntos de generación de efluentes y sus causas, y sus posibles soluciones, los mismos que son analizados según la metodología de Producción Más Limpia, teniendo en cuenta los beneficios ambientales y económicos de los mismos.

Problemática

La Compañía Ecuatoriana del Caucho mantiene como una de sus políticas, la conservación del medio ambiente, ya que al poseer un proceso productivo grande, la generación de desechos, emisiones y efluentes son inevitables, lo cual es un problema dentro del grupo Conti a nivel mundial.

Las pérdidas anuales por desperdicios o también llamadas dentro de la empresa como *scrap*, alcanzan los millones de dólares anuales, lo que provoca, una continua búsqueda por la reducción o minimización de estos residuos.

Es por esto, que la empresa maneja un control estricto en lo que a índices de scrap o desperdicios generados se refiere, tratando cada vez de disminuirlos. Sin embargo, existen otros tipos de residuos en los cuales la empresa ha establecido controles parciales o muy generales, tal es el caso de emisiones, consumos de agua y efluentes.

En el caso de agua, que es el objeto de este estudio, el problema radica en que, por ejemplo, el agua tratada para un determinado fin, es utilizada en otros procesos, provocando pérdidas por el costo que ella tiene, de igual manera, esto provoca fugas de presión en el sistema, lo que afecta a maquinarias ubicadas en lugares alejados de la fábrica.

De igual manera, las estructuras que manejan el agua, por el paso de los años, han sufrido deterioros, los mismos que provocan que el agua se riegue por todo el lugar de trabajo, causando ante todo, inseguridad para los trabajadores.

A esto se suma la falta de control que tiene el agua ya en el proceso productivo. Se tiene registros de cuanto ingresa y en algunos casos de cuanto se recupera. No existen datos de cuanto debería perderse por procesos naturales como lo son la evaporación y la producción de vapor, lo que hace que únicamente se siga consumiendo el recurso cada vez más y no que se trate de buscar el por qué de su alta demanda.

Por otro lado, existen en la fábrica sistemas de tratamiento, que si bien unos funcionan y otros no, su efectividad es desconocida, lo que demuestra una falta de control general en lo que al agua en la compañía se refiere, existiendo señales de contaminación ambiental al río Machángara.

Es por esto que el presente estudio, basado en los conceptos de prevención y no de disposición o tratamiento propuestos por los programas de Producción Más Limpia, busca estudiar los efluentes generados en la compañía y tratar de evitarlos en su origen, ya sea arreglando, reciclando, reutilizando, y como última opción, tratando, para así llegar a una eco eficiencia en el uso del recurso agua y una disminución de los impactos ambientales.

Objetivos del estudio

Objetivos generales

- Implantar programas de Producción Más Limpia en el consumo de agua y generación de efluentes de la Compañía Ecuatoriana del Caucho

Objetivos específicos

- Realizar un Diagnóstico de la situación actual del consumo de agua y generación de efluentes de la Empresa.
- Desarrollar un Balance de Masa y Energía del recurso agua estableciendo sus ingresos y salidas, identificando las oportunidades de Producción Más Limpia
- Analizar los diferentes estudios de caso
- Realizar Planes de Continuidad

Capítulo I

Metodología

La metodología utilizada en este estudio proviene de proyectos desarrollados desde 1990 por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), a través de campañas de información y entrenamiento, así como también de programas intensivos y pro ambientalistas, con el fin de promover tecnologías limpias o ambientalmente amigables. El programa fue diseñado para incrementar la eficiencia y productividad al reducir la contaminación ambiental. (PANGEA. 2002)

La ONUDI, junto al programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (PNUMA), desarrolló el *Manual de Auditoria y Reducción de Emisiones y Residuos Industriales*, el mismo que contiene la metodología básica de Producción Más Limpia.

1.1 Etapas de un Programa de Producción Más Limpia

La metodología de Producción Más Limpia comprende cinco etapas, cada una de las cuales contemplan varias actividades.

- Etapa A:** Planificación y Organización
- Etapa B:** Evaluación Previa
- Etapa C:** Evaluación
- Etapa D:** Estudio de Factibilidad
- Etapa E:** Implantación y Continuidad

1.2 Descripción de las Etapas

Etapa A: PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN

Comprende cuatro pasos que son:

- Involucrar y obtener el compromiso de la Gerencia
- Establecer el equipo conductor del proyecto
- Establecer las metas y el alcance de P+L
- Identificar barreras y soluciones

En nuestro caso la Etapa A fue prácticamente omitida, debido a que, como mencionamos anteriormente, en la empresa existen una serie de trabajos sobre Producción Más Limpia, los mismos que estaban enfocados a la parte productiva, siendo, nuestro trabajo un complemento de los mismos, existiendo de antemano el apoyo y compromiso que esta fase requiere por parte de la Empresa.

Etapa B: EVALUACIÓN PREVIA.

Esta etapa comprende los siguientes pasos:

- **Desarrollo y estudio del diagrama de flujo del proceso: Verificar entradas y salidas con datos existentes**

El desarrollo del diagrama de flujo nos permite conocer cómo está trabajando la empresa, así como detectar las etapas que requieran mayor atención. El desarrollo del diagrama de flujo es la guía por donde va a ser desarrollado nuestro trabajo.

En cada proceso o etapa del flujograma desarrollado, toda materia prima insumo o auxiliar se coloca en la parte de entradas, los subproductos resultantes en cada proceso y que intervienen directamente en el siguiente, serán colocados en la parte inferior de su respectivo proceso. En la sección correspondiente a salida, están todos los desechos de la etapa, ya sean estos líquidos, sólidos o gaseosos, así como también, otros tipos de salidas o subproductos los cuales ingresan como materia prima en procesos posteriores.

Existen, entre un proceso y otro, flechas que indican el paso directo del subproducto a la siguiente etapa del proceso de una manera continua. Cuando no existe una flecha, significa que el proceso continuo finaliza y que comienza otro. Esto no significa que se forme un proceso diferente, sino al contrario, muestra que nuestro proceso general tiene varias etapas paralelas.



Fig. 1 Ejemplo de Diagrama de flujo

- **Realizar un diagnóstico ambiental con información existente en la empresa**

Una vez desarrollado el diagrama de flujo, el siguiente paso es la realización del diagnóstico ambiental, el cual consiste en la recopilación de información existente en la empresa sobre varios aspectos como por ejemplo: registros de entrada de materias primas, insumos y auxiliares, registros de salidas y evaluaciones de productos, residuos, efluentes, subproductos y emisiones. En nuestro caso, tomamos como materia prima al agua para la realización de este estudio y como insumo o auxiliares a los químicos utilizados en su tratamiento.

Con esta información, en esta etapa se busca:

- Tener una referencia para la implantación del programa de Producción más Limpia
- Auxiliar en la elección de los límites del programa de Producción más Limpia
- Seleccionar las áreas a ser estudiadas
- Mostrar lo que la empresa conoce sobre sus procesos
- La empresa y sus obligaciones ambientales

- **Evaluación de los datos. Identificar Prioridades para la implantación del Programa**

Con toda la información obtenida en los pasos anteriores, podemos tener una visión general de la empresa en lo que al recurso agua se refiere, sus procesos, tratamientos y posibles problemas, los mismos que nos sirven de ayuda en el desarrollo de las siguientes etapas. Las prioridades de los problemas o puntos a tratar serán dadas según la información obtenida, así como también, según los intereses de la empresa.

Etapa C: ESTUDIOS Y EVALUACIÓN

- **Elaborar el Balance de Masa de los diferentes tipos de efluentes**

El balance de materiales consiste en un análisis cuantitativo de todas las etapas identificadas en la realización del diagrama de flujo. La elaboración del balance de materiales corresponde al 80% de un estudio de Producción Más Limpia, en otras palabras, es la parte más importante del trabajo, debido a que, es en donde se comprueba la información existente en la empresa. El flujograma desarrollado en la etapa anterior es la guía para la realización del balance.

Al final del balance se suman todos los ingresos, productos y salidas. Para poder realizar esta sumatoria todos los valores son transformados a una sola unidad de

medida, excepto la energía eléctrica. En nuestro caso la unidad utilizada son toneladas anuales.

Al final debe existir un equilibrio tanto de entradas, salidas y productos. Esta metodología es diseñada para procesos productivos en los cuales el producto final es comercializado. En nuestro caso no existe un producto final, ya que el agua que ingresa, si bien en algunos procesos pasan a los siguientes como un producto, al final sale del proceso en forma de vapor o efluente, razón por la cual al término del balance, únicamente se comparan los ingresos y las salidas.

- **Identificar las causas de generación y pérdidas**

Una vez terminado el balance de materiales, procedemos al análisis de los resultados, seleccionando ya con más exactitud, los principales puntos de generación de efluentes, sus problemas y sus posibles soluciones.

Este punto busca la realización de un análisis más a profundidad del origen de la generación de efluentes, tomando en cuenta las prioridades establecidas en los programas de Producción más Limpia, las cuales son:

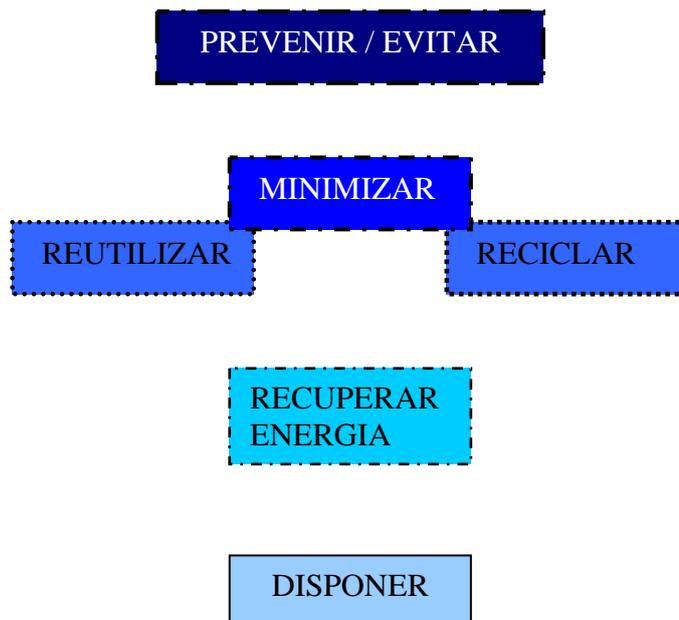


Fig. 2. Prioridades de un programa de Producción Más Limpia

Como podemos observar en la figura 2, el programa de Producción Más Limpia tiene como prioridad principal la disminución de pérdidas en el origen, es decir, evitar o prevenir la generación de desechos, residuos o efluentes, en el lugar en donde son originados, teniendo como última instancia la disposición o tratamiento de los residuos.

En la práctica, se trata de analizar las posibilidades de cambio en tres niveles dentro del proceso productivo. Para una mejor apreciación tenemos:

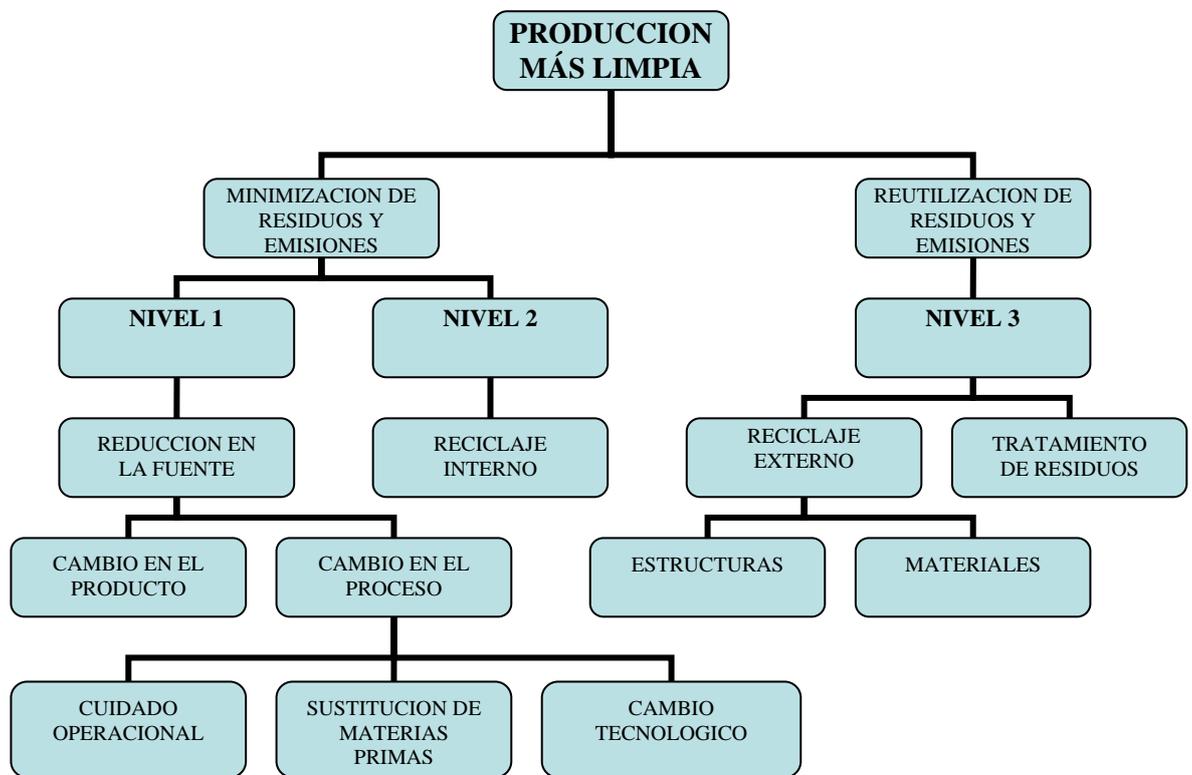


Fig. 3 Formulación de Opciones de Producción Más Limpia

Cabe recalcar que esta metodología ha sido diseñada para la aplicación en un proceso productivo, por lo que en nuestro caso, algunos puntos de análisis son omitidos, debido a que el agua es parte auxiliar del proceso productivo, y por lo tanto no está en contacto directo con el producto final.

Es por esto, que durante el análisis de Minimización de Nivel 1, los puntos a analizar han sido de tipo operacional, procesos y tecnología. En los otros dos niveles no ha existido mayor problema por lo que su análisis se ha desarrollado sin contratiempos.

- **Identificar y pre-seleccionar oportunidades de P+L y sus principales indicadores**

Una vez resuelto el punto anterior, se identifican ya con más exactitud, las oportunidades de mejora, teniendo en cuenta posibles barreras a afrontar y las posibles acciones a ser adoptadas para su solución. Aquí también se desarrollan los indicadores actuales de cada una de las oportunidades de mejora y sus expectativas al finalizar el programa.

- **Seleccionar las oportunidades de Producción más Limpia, de acuerdo a prioridades definidas, estableciendo una secuencia de implantación.**

Este tiene como finalidad establecer la prioridad de los proyectos a ser desarrollados en la compañía, basados en los intereses de la empresa, así como también la secuencia de implantación de las oportunidades identificadas.

Etapa D: ESTUDIOS DE VIABILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL.

La etapa IV, analiza de forma resumida la viabilidad de los proyectos según criterios económicos, técnicos y ambientales. Esto ayuda a definir el proyecto a ser desarrollado en la empresa

- **Evaluación de los datos obtenidos en la Etapa de Evaluación**
- **Evaluación técnica (según la disponibilidad de tecnología y recursos)**
- **Evaluación económica**
- **Evaluación ambiental**
- **Seleccionar opciones factibles**

Etapa E: DISEÑO DEL PROYECTO Y PLANES DE SEGUIMIENTO

Es la última etapa del programa y es en donde el proyecto escogido es desarrollado en su totalidad. Aquí se presentan diversos estudios como lo son la inversión, beneficios, etc.

- **Desarrollo del Estudio de Caso**
- **Justificación**
- **Situación Esperada**
- **Viabilidad Económica**
- **Comparación de Indicadores (Antes y Después)**
- **Beneficios y Resultados económicos, tecnológicos y ambientales**

1.3 Descripción del sitio de estudio

Información General

El presente estudio, fue realizado en la Compañía Ecuatoriana Del Caucho S.A., que ha sido la pionera en la industrialización del caucho y una de las principales industrias del Ecuador, se constituyó en 1955 como Ecuatorian Rubber Company C.A.,(ERCO) a más de esta denominación legal se la llamaba también Fábrica Nacional de Llantas. (Ver Anexo 1)

El 22 de Diciembre de 1962 se fabrica la primera llanta bajo la marca General, en 1972 por disposiciones gubernamentales que obliga a cambiar las denominaciones legales de las empresas multinacionales a nombres en español, se cambia a Compañía Ecuatoriana del Caucho S.A. En 1982 Continental AG de Hannover Alemania, adquiere General Tire and Rubber Company en todo el mundo. En 1995 Continental invierte millones de dólares en un programa extensivo de modernización de las industrias de General Tire, incluyendo un cambio de línea de productos hacia las llantas radiales.

A partir de 1996 se exportan agresivamente los productos a 17 países de Latinoamérica, se consolidan los mercados internacionales, al igual que el mercado nacional. El crecimiento de las ventas en la Comunidad Andina de Naciones es constante.

Es compromiso de la empresa asegurar una competitividad sostenible mediante la implementación, mantenimiento y mejora continua ya que los procesos son evaluados periódicamente para mantener la calidad de llantas que se fabrica y comercializa, por lo que permanentemente existe un esfuerzo constante en brindar una excelencia en el servicio al cliente, conformidad en las llantas, cumpliendo con las normas nacionales e internacionales aplicables teniendo siempre en cuenta la protección al medio ambiente.

Localización

La compañía se encuentra ubicada en el sector del Parque Industrial en la Panamerica Norte en el Km. 2.8 en el cantón Cuenca, en la provincia del Azuay, clasificada como Gran Industria, y de acuerdo a la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca del uso y ocupación del suelo está asignada con el código CIU3551.

Personal

En la actualidad la compañía ofrece 819 puestos de trabajo directo: 596 para producción, 223 para administración, 42 tercerizados y 105 de servicios.

Principales productos o servicios de la Compañía:

Llantas radiales para automóvil

Llantas convencionales de automóvil

Llantas radiales de camioneta

Llantas convencionales de camioneta

Llantas convencionales de camión

Del 2001-2004 empieza el desarrollo y fabricación de llantas bajo las marcas Continental, Barum, Sportiva, Ameritour, General.

El Agua en la Compañía Ecuatoriana del Caucho. Usos, tratamientos.

En la Compañía Ecuatoriana del Caucho, el agua cumple un papel fundamental, tanto para el consumo humano, como para el proceso productivo, convirtiéndose en un recurso de mucha importancia dentro de la empresa.

El agua de consumo humano proviene de la red pública de agua potable, en tanto que el agua de proceso proviene del río Machángara, la cual pasa por un proceso de Clarificación para su uso, debido a la posición de la compañía al final de todo el parque industrial, teniendo el agua un alto nivel de contaminación.

Clarificación

Una vez captada el agua, en este caso del Río Machángara, se procede a la purificación de la misma, para lo cual, se aplican diversos tipos de químicos, con el fin de mejorar su calidad y así poder ser utilizada. En la captación del agua se realizan mediciones, especialmente de conductividad, para poder ser tratada. Los químicos utilizados son Coagulantes, Floculantes y Cloro, los mismos que son dosificados según las características del agua. El proceso de Clarificación está a Cargo de una empresa privada de la localidad.

Una vez clarificada el agua tiene diferentes usos, los cuales son:

- ✓ Sistema Desmineralizador-Generación de Vapor
- ✓ Sistema de Enfriamiento
- ✓ Sistema Contra Incendios, Limpieza

De estos, los de mayor importancia son el Sistema Desmineralizador-Generación de Vapor y el Sistema de Enfriamiento, debido a su participación en el sistema productivo.

Sistema Desmineralizador.

El sistema desmineralizador tiene como objetivo la separación de los minerales contenidos en el agua a través de un cambio iónico de sus partículas, con el fin de obtener una buena calidad del agua antes de ingresar al caldero para su transformación a vapor. Este proceso es dividido en dos etapas, cambio aniónico y cambio catiónico. Cuando las resinas de las dos columnas se han saturado por su trabajo de filtrado, se realiza la operación de regeneración, para lo cual se utiliza agua, ácido Clorhídrico y Sosa Cáustica. Los promedios de consumo de agua, ácido y sosa son los siguientes:

Agua	46,97 m ³ / día
Sosa Cáustica	463,06 kg. / día
Ácido Clorhídrico	252,84 kg. / día

La regeneración tiene varias etapas, primero se realiza un enjuague de cada uno de los filtros, luego se adiciona los químicos, se realiza enjuagues lentos y rápidos, siempre en forma aleatoria. El efluente generado es enviado mediante una tubería a un tanque de tratamiento ubicado junto a la planta de clarificación cuyo objetivo es neutralizar los dos tipos de efluentes enviados, es decir, el efluente ácido y el básico, para su posterior descarga al río.

Generación de Vapor.

Cuando el agua ha pasado por el proceso de Desmineralización, es almacenada y luego enviada por medio de bombas hacia un Intercambiador de Calor para finalmente llegar a un Desaereador, el mismo que se encarga de extraer el oxígeno del agua. Después de estas etapas, el agua llega finalmente al Caldero en donde es transformado a Vapor.

En esta etapa, con el fin de mantener las condiciones óptimas del agua se realizan purgas, las cuales limpian y a la vez bajan las concentraciones de químicos del agua.

Una vez generado el vapor, éste es enviado a la Planta, siendo uno de sus principales usos la cura de las llantas en las Prensas de Vulcanización. El número de Prensas utilizadas es de 59, de las cuales 27 son llamadas de Domo, las mismas que se encargan de las llantas de gran tamaño o de camión. Las 32 prensas que sobran son para llantas de menor tamaño.

El condensado producido en las prensas de Domo, es enviado a un pozo llamado de Agua Caliente de Proceso, el cual capta agua utilizada en otros procesos diferentes a los de este estudio. El condensado enviado a este pozo, produce que continuamente el agua este excediendo el nivel máximo de su capacidad, por lo que, para evitar que este exceso sea enviado al alcantarillado, se han instalado tuberías que envían este excedente a las torres de enfriamiento y así evitar su desperdicio. Este ingreso de agua pasa a formar una segunda fuente de suministro del sistema de enfriamiento.

Las 32 prensas pequeñas mantienen un circuito independiente de las otras prensas y el condensado generado es enviado directamente a los pulidores de condensado y de aquí nuevamente a transformarse en Vapor en el Caldero.

Agua de Enfriamiento de Maquinarias.

Como su nombre lo indica, es la encargada de disminuir la temperatura generada en la maquinaria durante el proceso productivo. El Sistema de Enfriamiento cuenta con Tres Torres, dos ubicadas en el departamento de Casa de Fuerza y la otra ubicada detrás de los mezcladores. Este sistema forma dos circuitos. El primero comienza en las dos torres de casa de Fuerza, atraviesa las diferentes maquinarias del proceso productivo, excepto las de los mezcladores, alimenta a la torre tres y retorna nuevamente a su origen para que, una vez enfriada, comenzar nuevamente el ciclo. El segundo circuito está formado por la torre tres, la cual únicamente provee de agua a los mezcladores y retorna a su origen.

Todo el sistema alberga aproximadamente 400 m³ de agua, los cuales están continuamente circulando por los circuitos antes mencionados. Una vez que regresan a las Torres, reciben un tratamiento específico con Bactericidas y Desincrustantes

cuya cantidad a suministrar dependerá de los niveles de concentración de los mismos en el agua.

Usos del Agua de Enfriamiento

Un estudio realizado al interior de la empresa, acerca de las líneas de agua de enfriamiento, mostró que el agua tiene también otros usos, los cuales son: alimentación de Baños de planta 1 y Baños de planta 2, y para la preparación del Compuesto denominado “Lechada”.

Estos usos “extras” del agua de enfriamiento traen consigo problemas como por ejemplo:

Falta de Presión del agua.- este problema ha sido identificado especialmente en el área de Construcción, lo cual lleva al riesgo de daño de las maquinarias que necesitan una presión determinada para su funcionamiento.

Pérdida de Retorno del Agua .- al ser consumos extras del agua, ésta no retorna al sistema por lo que es obligatoriamente necesaria su reposición, así como también de químicos, ya que, para garantizar un desempeño óptimo de los mismos, es necesario mantener un residual mínimo lo cual no ocurre, provocando el mayor uso de este compuesto, energía, dinero y contaminación ambiental.

El mismo estudio, muestra restos de fosfato en las descargas de agua al alcantarillado, lo cual evidencia la existencia de fugas, ya que el fosfato es la base del producto utilizado hasta ese entonces, únicamente en el sistema de refrigeración como dispersante.

No se tiene registros acerca de la cantidad total de agua que existe en el sistema, tampoco existen registros del agua que retorna a las torres. Los datos que existen (8608 m³ de agua de reposición) corresponden a un medidor al final de la tubería, la cual es alimentada por agua de la planta de clarificación y en ciertas ocasiones de la piscina reservorio

Capítulo II

Resultados

2.1 Evaluación previa, diagnóstico.

2.1.1 Desarrollo del Diagrama de Flujo del Proceso.

El diagrama de flujo del agua fue realizado por primera vez en la compañía, apoyándose en diagramas más pequeños y en planos de tuberías existentes en la compañía, los mismos que facilitaron de una u otra manera su conformación.

El Diagrama contempló 17 etapas o procesos, en los cuales el agua intervenía de diferentes maneras, por ejemplo, de forma directa (Producción de vapor) e indirecta (Enfriamiento). Se identificó también las entradas y salidas de cada uno de los procesos, y de igual manera los subproductos, los cuales se encuentran identificados en el recuadro inferior de cada operación o Etapa. (Ver anexo 2)

2.1.2 Diagnóstico Ambiental con información existente en la Empresa

2.1.2.1 Consumo de Agua

El siguiente cuadro muestra la cantidad de agua consumida por la compañía, ya sea ésta para consumo humano (agua potable) o para los diferentes sistemas (agua del río).

Fuente	Cantidad m ³ /año	Costo \$	Total Costo \$
Agua Potable	32894	1.575	51808.1
Agua Clarificada	131505	0.25	32876.25

2.1.2.2 Insumos, auxiliares.

Como mencionamos anteriormente, los insumos y auxiliares en nuestro estudio corresponden a los utilizados para el tratamiento del agua, según el sistema en el que se encuentre. Los principales insumos y auxiliares son:

SISTEMA	INSUMO, AUXILIAR	CANTIDAD ANUAL	COSTO \$
Clarificador	Floculantes, Coagulantes, Cloro	9.6 ton	\$ 3454.72
Desmineralizador	Ác. Clorhídrico Sosa Cáustica	143.89 ton	\$ 36792.67
Enfriamiento	Bactericidas Dispersantes	3.41ton	\$ 19413.13
Preparación Lechada	Talco (Cera G45)	19.1 ton	\$ 52388.8

2.1.2.3 Consumo de Energía

En la empresa existen varias fuentes de energía, las cuales citamos a continuación:

TIPO DE ENERGÍA	CANTIDAD ANUAL	COSTO \$
Energía eléctrica	25138.19 Mw/h	\$ 1436320.76
GLP	3026 Btu	
Diesel	33813 Gls	
Bunker	2398325 Gls	
Acetileno	58 Cilindros	
Gasolina	462 Gls	

Nota: Los datos de energía corresponden a los de la empresa en general, debido a que no existen datos únicamente del proceso del agua. Únicamente el costo de la energía eléctrica pudo ser brindado por la empresa, para el resto de información no fue posible su acceso.

2.1.2.4 Residuos Sólidos Generados

Los residuos sólidos generados en el uso del agua corresponden a embalajes de químicos utilizados en los diferentes sistemas en los que ingresa el agua, excepto en el caso de la planta clarificadora en el que es cambiado, durante cierto período de tiempo, el lecho de los filtros de arena en la captación de agua.

SISTEMA	CANTIDAD ANUAL PRODUCIDA
Clarificador	4.2 ton
Desmineralizador	1.74 ton
Preparación lechada	0.23 ton

2.1.2.5 Emisiones

En lo que se refiere a emisiones, la compañía lleva únicamente la caracterización de las emisiones vertidas por parte del caldero, sin tener un cálculo sobre la cantidad de éstas. Cabe recalcar que es visible la existencia de emisiones por parte de otras estructuras como los son los desaeradores, los mismos que envía a la atmósfera vapor de agua producto de la diferencia de temperatura del condensado y agua caliente de proceso. No existe en la empresa un cálculo aproximado de la cantidad emitida.

2.1.2.6 Efluentes Generados

La siguiente información está basada en una caracterización realizada por los laboratorios de Gestión Ambiental de ETAPA a las diferentes descargas de efluentes de la Compañía, ubicadas al margen del río y reflejan el total de efluentes enviados al colector de ETAPA.

CAUDAL MEDIO					
Descarga	Día 1 (lt/seg)	Día 2 (lt/seg)	Promedio	m³/día	m³/año
1	1.464	1.148	1.306	112.838	35919.85
2	0.226	0.403	0.315	27.173	8649.92
3	0.144	0.191	0.168	14.472	4606.87
4	0.728		0.728	62.900	22644.00
TOTAL				217.38	71820.64

Nota:

- Datos anuales de Descargas # 1, 2 y 3 obtenidos por 318.33 días que son los presupuestados por la Compañía para trabajo de Producción.
- Datos Anuales de Descarga # 4, obtenido por 360 días que son los presupuestados por la Compañía para trabajo de Planta.
- Esta caracterización no contempla la descarga de efluente tratado del tanque neutralizador del Sistema Desmineralizador hacia el río, el cual es de 9440 m³ anuales

2.1.2.7 Puntos de Generación de Efluentes

A continuación enumeramos los principales puntos de generación de efluentes identificados en la empresa según la información existente, así como también una caracterización realizada por Etapa con cantidades medidas de estos efluentes.

Efluentes de Proceso:

Los efluentes de proceso identificados por la empresa son los siguientes:

Punto de Generación	Caudal (m³/año)	Tipo de Agua
Regeneración Filtros Sistema Desmineralizador	9440	Agua Clarificada
Purga Caldero	8283	Agua Desmineralizada
Sistema de Enfriamiento	8608	Agua Clarificada
Limpieza, Sistema Contra Incendios.	17544	Agua Clarificada

Efluentes domésticos:

La información dada por la empresa con respecto a sus efluentes domésticos, corresponden al valor de agua potable consumida por la misma. Este valor es el siguiente:

Punto de Generación	Caudal (m³/año)	Tipo de Agua
Baños, Cocina, Oficinas, Bebederos	32814	Agua Potable

TOTAL EFLUENTES GENERADOS	76689 m³/año
----------------------------------	--------------------------------

Caracterización de ETAPA

La caracterización realizada por Etapa en las diferentes descargas de la empresa muestra el siguiente valor: (ver siguiente página)

Efluentes medidos por ETAPA en las 4 descargas identificadas en la empresa (efluentes de proceso más efluentes sanitarios)	71820.64 m³ /año
---	------------------------------------

Según la información proporcionada por la empresa hay una generación de 76689 m³ anuales de efluentes, de los cuales 9440 m³ anuales, son enviados directamente al río, lo cual no consta en las mediciones de ETAPA. Esto determina que basados en la información de la empresa, al alcantarillado son enviados 67249 m³ anuales, siendo lo medido por ETAPA 71820.64 m³ anuales, existiendo una diferencia negativa de - 4571,64 m³ anuales de efluentes. Esto muestra la falta de control existente en la empresa con respecto a efluentes emitidos y puntos de generación.

DIFERENCIA	- 4571.64 m³ /año
-------------------	-------------------------------------

2.1.2.8 Análisis del agua del Río Machángara

Estudio Limnológico del Río

El estudio limnológico en el río Machángara, fue realizado antes y después de la descarga de efluente del tanque de tratamiento del Sistema Desmineralizador, el cual, como mencionamos anteriormente, es enviado directamente al río y no al colector de Etapa. A este efluente, se suma otro que corresponde a aguas lluvias, el cual es visible, por la presencia de aceites y grasas, necesita de tratamiento previo, cosa que no sucede.

Este análisis está basado en la presencia o ausencia de macro invertebrados acuáticos, los mismos que varían en presencia de contaminación. A estos insectos se los llama también Bioindicadores.

Los índices utilizados fueron: Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Tricóptera) e Índice de Sensibilidad del libro “*Los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la calidad del Agua*” de Carrera y Fierro, 1991.

Las muestras fueron tomadas a una distancia de alrededor de 50 metros antes de la descarga y de alrededor de 100 metros después de la descarga. La diferencia entre estas dos distancias se debe a que antes de la descarga, la empresa colinda con una industria de Cerámicas, situación que no se da después de la descarga, en donde, ya no existe este problema por ser la última del Parque industrial. Los análisis mostraron los siguientes resultados: (Ver anexo 3)

Estado de la Calidad del Agua del Río Machángara

Índice EPT

Antes de la Descarga	Después de la Descarga
Mala	Muy Mala

Índice de Sensibilidad

Antes de la Descarga	Después de la Descarga
Mala - Regular	Muy Mala

Caracterización del Efluente

Para complementar el estudio biológico, se realizó una caracterización del efluente enviado por el Sistema Desmineralizador. No fue posible caracterizar el efluente de aguas lluvias por encontrarnos en época de sequía al momento de los análisis.

El análisis del efluente fue realizado en los laboratorios de Etapa, cuyos resultados fueron los siguientes:

PARÁMETRO	CANTIDAD	UNIDAD
DBO5	73	mg/l
DQO	274	mg/l
FOSFORO TOTAL	1.41	mg/l
NITRÓGENO AMONICAL	0	mg/l
NITRÓGENO ORGÁNICO	4	mg/l
pH	12.24	mg/l
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	0.1	ml/l
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	84	mg/l
SÓLIDOS TOTALES	1826	mg/l
GRASAS, ACEITES	48.4	mg/l

Basados en las normas ambientales del Texto Unificado de la Legislación Ambiental del Ecuador, podemos determinar que el nivel de pH encontrado está fuera de lo permitido por la norma, la cual estipula un pH máximo de 9 para descargas directas a un cuerpo de agua.

De igual manera los sólidos totales máximos permitidos son de 220 mg/l y los encontrados en este estudio son de 1826 mg/l.

De esta manera se comprueba la ineficacia del sistema de tratamiento del efluente y a su vez la existencia de impactos ambientales en el río Machángara.



Fig. 4. Descarga de Tanque de Tratamiento de efluente de Regeneración de Filtros



Fig. 5 Descarga de colector aguas lluvias

2.1.2.9 Sistemas de Tratamiento

Como ya citamos anteriormente, en la empresa existen sistemas de tratamiento para diferentes tipos de efluentes, los cuales son los siguientes:

<i>Equipo o Sistema</i>	<i>Capacidad</i>
Retenedor de Aceite #1 (Junto a reservorio. Aceites de Procesos)	2 m ³
Retenedor de Aceite #2 (Posterior a reservorio. Aceites de Procesos)	6.56 m ³
Retenedor de Aceite #3 (Junto a Planta de Clarificación)	9.45 m ³
Tanque Neutralizador de efluente de Regeneración de filtros Desmineralizadores (Junto a planta de Clarificación).	36.1 m ³
Pozo de Recolección de Efluentes de Lechada	4.60 m ³

Fuente: Ing. Ludgardo Castillo – Ingeniería de Planta

Funcionamiento Separadores de Aceite /Agua

Como su nombre lo indica, tienen la función de separar el agua del aceite, aprovechando la diferencia de densidad de los fluidos. Una vez separados, el agua es transportada al alcantarillado, mientras que el aceite se lo extrae del tanque de manera manual o con bombas hacia su destino final. Existen 3 separadores, de los cuales el retenedor # 1 es el que maneja un mayor volumen. A los alrededores de este separador se coloca también tarros con grasa que proviene del mantenimiento de las maquinarias.

Retenedor de Aceite # 1 (*Junto a reservorio de Aceites de Procesos*)

Su función básicamente es de un depósito. El aceite es colocado en este retenedor hasta un cierto nivel, para luego ser evacuado para su venta.

El retenedor está ubicado en la parte posterior del área de los mezcladores de la fábrica. Entre el retenedor y el nivel del río existe una diferencia de alrededor de 15

metros de altura, existiendo en la base de este desnivel la presencia de aceite, lo que da la posibilidad de la existencia de fugas de este retenedor, debido, entre algunas de las posibles causas a los años de funcionamiento que son de alrededor de 30 años, en donde las capas impermeabilizantes pueden haber colapsado, filtrándose el aceite que es depositado en este lugar.

A los alrededores del retenedor se coloca tarros de 55 galones con grasa proveniente del mantenimiento de las diferentes maquinarias, las cuales permanecen en este lugar hasta su desalojo. La forma de ser almacenados son muy deficientes por lo existe derrames de manera continua.

Esta área necesita de un estricto control por el grado contaminante que representa.



Fig. 6. Retenedor de aceite 1

Retenedor de Aceite # 2 (*Posterior a reservorio de Aceites de Proceso*)

Este retenedor está conectado al retenedor # 1, como un sistema de seguridad en caso que el nivel de aceite supere la capacidad de este retenedor. Este presenta mayor capacidad, la misma que se encuentra subutilizada, ya que prácticamente sólo está por seguridad. Al parecer este retenedor era mayormente utilizado en épocas anteriores.

La grasa y el aceite derramados alrededor del retenedor # 1 podrían llegar a este retenedor, mediante un sistema de drenaje y así evitar la alta contaminación del lugar.



Fig. 7. Retenedor de aceite 2

Retenedor de Aceite # 3 (*Junto a planta de Clarificación*)

Su uso es poco frecuente. Lo alimenta un canal que lleva agua lluvia de los sumideros del sector del Muelle Nivelador de Mezclas, en la parte posterior de Preparación de Materiales y Construcción. Este canal está conectado directamente al río. A unos 10 metros aproximadamente antes de la descarga se encuentra una compuerta pequeña la cual desvía el agua hacia el retenedor. Es visible por el canal y en el sitio de descarga rastros de grasa y aceite. El problema que afecta a este retenedor es, al igual que en los otros dos, la falta de un manejo adecuado para su correcto funcionamiento, ya que en este caso la compuerta se abre o se cierra según criterio de los obreros.



Fig. 8. Retenedor de aceite 3

Tanque de Neutralización de Efluente de Filtros Desmineralizadores

Este tanque cumple la función de neutralizar los efluentes generados por la regeneración de los filtros desmineralizadores mezclando los dos tipos de efluentes enviados, es decir, los efluentes básicos y los ácidos. El efluente enviado a tratar tiene un promedio de 46 m^3 por cada regeneración, la misma que se realiza en promedio una vez al día.

El tanque floculador de la Planta de Clarificación está conectado al final de esta tubería, descargando lodos y sedimentos de este proceso con una frecuencia que depende del nivel de acumulación de los mismos.

En la superficie del agua de este tanque hay la presencia de grasa y aceite, lo cual es inusual si sabemos que el agua trae únicamente sosa cáustica y ácido clorhídrico. El agua de este tanque debería tener un movimiento mayor si sabemos que su capacidad es de 36 m^3 y que el volumen promedio de agua que se envía en cada regeneración es de 46 m^3 , lo cual no ocurre, por la permanencia de la grasa y el aceite en la superficie del tanque



Fig. 9. Tanque Neutralizador

Pozo de Recolección de Efluentes de Lechada

Este pozo se encuentra ubicado a 5 metros aproximadamente del tanque preparador de lechada. A este pozo llegan, a través de unos canales en el suelo, la lechada que se desborda o desparrama del proceso de enfriamiento y aislamiento de este compuesto, esto provoca que alrededor de los tanques exista lechada derramada por el suelo. La lechada que llega hasta el pozo de recolección es evacuada por tanqueros de ETAPA, en un período que depende del tiempo de llenado de este pozo. De igual manera, existe en sus alrededores derrames de lechada, ya sea en el momento de ser evacuado o por reboso, lo cual es limpiado por el personal de limpieza y enviado al alcantarillado.



Fig. 10. Pozo Recolector de Lechada

2.1.2.10 La Empresa y su responsabilidad con la Legislación Ambiental

A continuación citamos los principales permisos que la empresa debe contar a nivel local y nacional, con sus respectivos órganos de control.

Permiso de funcionamiento

Al momento la Fábrica se encuentra en trámites para el permiso de funcionamiento, el cual no existe en la empresa. Este permiso es otorgado por la Municipalidad, previa aprobación de los estudios ambientales por parte de la Comisión de Gestión Ambiental. En la actualidad, la empresa se encuentra realizando estos estudios con resultados favorables para ambas partes.

Normas Ambientales de Localización y aspectos estéticos

La empresa se encuentra ubicada en una zona urbana de tipo industrial, según la zonificación realizada por la municipalidad. La empresa pertenece al Sector de Planeamiento Norte N – 12. Uso: Industria de alto impacto (tipo B), encontrándose en un lugar permitido para su funcionamiento. Así mismo, cumple con otros aspectos de tipo ambiental y estéticos como por ejemplo: Actividades en el local, Volumen de Producción Autorizado, Horario de Trabajo, Altura de los edificios, etc.

La Autoridad de Control es la I. Municipalidad de Cuenca.

Uso del Recurso Agua

Efluentes líquidos Industriales

La Empresa destina sus efluentes de proceso y domésticos al colector de ETAPA, salvo el efluente tratado de los filtros desmineralizadores, el cual es enviado directamente al río Machángara. La autoridad de control para efluentes líquidos es el Ministerio del Medio Ambiente y ETAPA, siendo la última de las nombradas, la encargada de la caracterización de los efluentes de la empresa realizada en Diciembre del 2004. Sin embargo, la empresa no cuenta con el permiso de descargas líquidas ni de tratamiento de efluentes, así como tampoco de un plazo para asumir las correcciones que sean necesarias, trámite que debería ser realizado por la empresa a la autoridad de control.

Uso del Recurso Aire

Emisiones atmosféricas

En el caso de emisiones desde fuentes fijas de combustión, la compañía utiliza diferentes tipos de combustibles como por ejemplo: Bunker, Diesel, Gasolina, GLP, Acetileno. La compañía al ser una fuente significativa de emisiones, mantiene un control mensual de sus emisiones, cumpliendo las normas establecidas en este caso de la legislación ambiental del Ecuador, tanto de las especificaciones de la chimenea como de las emisiones. En el caso de emisiones desde fuentes móviles, la empresa utiliza sistemas Duplex (Gasolina / GLP); Diesel. Las emisiones generadas por estos no han sido medidas, por lo que en este caso es necesario realizar mediciones y si son necesarias, las correcciones necesarias en caso de exceder la legislación.

La autoridad de Control para las emisiones atmosféricas, es el Ministerio del Medio Ambiente, autoridad encargada de emitir el permiso, el mismo que no ha sido obtenido por la empresa, necesitando para ello, de un mayor control, mediciones y correcciones si en caso fueran necesarias, siempre basándose en las leyes vigentes.

Residuos sólidos

El transporte de los residuos sólidos generados por la empresa está a cargo de la EMAC que es la autoridad de control en nuestra ciudad. Para ello la empresa ha cumplido con todas las exigencias requeridas por las diferentes ordenanzas como por ejemplo, clasificación de los residuos, almacenamiento, disposición final, etc.

Debido a que en la empresa no existen residuos industriales peligrosos, tales como explosivos, gases, etc.; las leyes u ordenanzas en torno a estos residuos no son aplicables en la empresa.

Ruido

Dentro de la Compañía se han realizado mapas de ruido para identificar zonas críticas que necesiten de acciones de mitigación, identificándose las áreas de Mezclas, Vulcanización y Casa de fuerza como las más críticas. Para mitigar estos problemas se ha dotado al personal de equipo protector de atenuación de ruido (tapones de inserción, orejeras) todo esto con el fin de evitar posibles daños a su salud. Las autoridades de control son la Comisión de Gestión Ambiental, y la Municipalidad.

2.1.3 Evaluación de los Datos

A continuación se muestra un resumen de la información obtenida en este capítulo de Diagnóstico, identificando los principales problemas detectados hasta el momento, lo cual sirve de guía para los siguientes pasos del programa.

Área de la Empresa	PROBLEMA	TIPO DE IMPACTO
Sistema Desmineralizador	-Cantidad de Efluente tratado menor en comparación con la cantidad enviada. Posible falla del Sistema de Evacuación. -Efluente enviado al río sin caracterización. Efectividad del Tratamiento desconocida. Posibles impactos ambientales	- Ambiental: El agua que es transportada posee Ácido Clorhídrico y Sosa Cáustica que en caso de fuga provocarían contaminación ambiental. - Económico: En caso de fuga, los químicos que van en el agua podrían causar deterioro de la tubería o canales de descarga por donde pase la tubería. - Seguridad: La existencia de fugas pone en riesgo la infraestructura de la empresa, debido a la gran cantidad de agua que podría estarse filtrando bajo las instalaciones.

Sistema de Enfriamiento	-Fugas visibles en el sistema -Purgas enviadas al sistema de drenaje -Agua tratada para enfriamiento utilizada en otros procesos -Falta de registros acerca de agua total del sistema, cantidad de agua de retorno, etc. Existe únicamente información del agua de reposición, sin	- Ambiental: Fugas provocan un consumo innecesario del recurso agua Algunas fugas (Torre 3) o excesos de agua enviadas directamente al río. - Económico: Alto costo del agua por el tratamiento utilizado. El uso de esta agua en otras actividades como por ejemplo baños o en la preparación de lechada. Estas actividades pueden utilizar otro tipo de agua como la clarificada de menor costo, o reciclada de otros
--------------------------------	--	---

	<p>especificar la cantidad suministrada por las diferentes fuentes. (piscina, planta de clarificación)</p>	<p>procesos.</p>
<p>Preparación de Lechada</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Agua utilizada en la preparación perteneciente al sistema de enfriamiento, la misma que tiene un costo y características innecesarios para este proceso, debido a su tratamiento específico con bactericidas y desincrustantes. - Alto consumo de materias primas (Cera G45) - Falta de reciclaje de lechada 	<p>-Seguridad: Derrames al suelo provocan riesgos de accidentes para los operadores.</p> <p>-Económicos: El agua utilizada en el proceso tiene un valor alto debido al tratamiento que tiene con químicos, pudiendo ser reemplazada con agua clarificada que tiene un valor mucho menor.</p> <p>- Los efluentes generados pueden ser reutilizados, reduciendo el consumo de agua y materia prima, disminuyendo también la generación de efluentes.</p>
<p>Retenedor de aceite # 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de un Sistema de evacuación eficiente, mediante bombas u otro sistema. - Falta de impermeabilización - Falta de control - Contaminación de los alrededores - Ubicación de tanques con grasa en alrededores 	<p>- Ambientales: cuando se produce la evacuación manual o con bombas, se producen derrames a los alrededores, la cual llega al sistema de evacuación de aguas lluvias que tiene como destino final el río. Igual cosa sucede con la grasa, la cual continuamente se esta derramando.</p> <p>- Estéticos: El aceite derramado y la grasa colocada en los alrededores da un aspecto negativo a la empresa.</p>

<p>Retenedor de aceite # 2</p>	<p>- Subutilizado</p>	<p>-Funcionamiento: utilizado únicamente para seguridad de retenedor # 1</p>
<p>Retenedor de aceite # 3</p>	<p>- Inutilizado - Falta de control</p>	<p>- Ambiental: su uso dado por criterio de personas ajenas a su funcionamiento, provoca que agua contaminada con aceites y grasa vaya directamente al río.</p>
<p>Tanque de Tratamiento de Efluente de Regeneración</p>	<p>- Presencia de sustancias extrañas en superficie de agua en el tanque - Poca circulación del agua - Descarga directa de agua al río - Descarga sin caracterización</p>	<p>- Ambiental: descarga directa al río. Visitas a la descarga muestra restos de aceite y ácidos. -Funcionamiento: poca regeneración de agua del tanque, posible falla en sistema de evacuados. Efectividad de tratamiento desconocida, por falta de caracterización.</p>

2.2 Estudios y Evaluación

2.2.1 Elaboración del Balance de Materiales de los diferentes tipos de efluentes

Nuestro balance fue realizado en base a la información de la producción del año 2004, con la finalidad de obtener resultados representativos para la realización del estudio. Cabe recalcar, que de toda la información necesaria para el desarrollo del balance en las 17 etapas del flujograma, únicamente el 9% existían en la empresa, el resto de información (91%) fue calculada, representando esto un aporte para la empresa en sus intereses de mejora y eficiencia de sus procesos. Se presenta mayores detalles en el Anexo 4

Al final de nuestro balance, se sumaron tanto las entradas como las salidas, siendo, la diferencia entre las dos, errores que se producen debido a que, en algunos casos, para la realización de los cálculos la información ha sido estimada como por ejemplo: emisiones del caldero, residuos sólidos de lodos del clarificador, etc.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

ENTRADAS		SALIDAS		
Afluentes	Energía	Efluentes	Residuos	Emisiones
278350.27 ton/año	<i>E. Eléctrica</i> 2838177.09 kwh/año <i>Combustible</i> 8828.98 ton/año	253019.74 ton/año	919.77 ton/año	34417.82 ton/año

Estos mismos resultados en términos generales son:

ENTRADAS	SALIDAS	Diferencia
287179,25 ton/año	288357,33 ton/año	-1178,08 ton/año

El error obtenido corresponde a menos del 1 %, lo cual es aceptable en nuestros cálculos.

El objetivo de la realización del balance es corroborar la información incluida en el mismo, lo cual se da si al final existe un equilibrio entre lo que ingresa y lo que sale. Esto permite utilizar la información utilizada de una manera más real para establecer, en nuestro caso, los efluentes generados, fugas, etc.; así como también, le es de gran utilidad a la empresa para el establecimiento de nuevos proyectos o procesos a implantar.

2.2.1.1 Resultados Generales del Consumo de Agua y efluentes

La información obtenida de nuestro balance muestra lo siguiente:

Agua que ingresa a los diferentes procesos

Agua Captada	167234 m ³ anuales
Agua Caliente de Proceso	45783.4 m ³ anuales
TOTAL AGUA DE INGRESO	213017.4 m³ anuales

Efluentes, Fugas y Emisiones generados en los diferentes procesos

Efluentes y Fugas	187861.27 m ³ anuales
Emisiones	25588.84 m ³ anuales
TOTAL AGUA DE SALIDA	213450.11 m³ anuales

DIFERENCIA (Ingresos – Salidas)	-432.71 m³ anuales
--	--------------------------------------

Como mencionamos anteriormente esta diferencia se da por errores en estimaciones y cálculos, lo que corresponden a menos del 1% de error.

Esto muestra que la totalidad de agua que ingresa a la empresa para sus diferentes procesos, sale del mismo como efluente o emisiones, por lo que, cualquier proyecto de reciclaje de agua o corrección de fallas representa un gran aporte en lo que a uso eficiente del recurso y disminución de impactos ambientales se trata.

Fugas

De igual manera en la realización del balance se pudo establecer la cantidad de fugas existentes a lo largo de todos los procesos en los que el agua interviene, las cuales fueron tomadas como efluentes en la realización del balance.

FUGAS IDENTIFICADAS	53328,44 m³ anuales
----------------------------	---------------------------------------

Este valor corresponde al 25% de la cantidad de agua que ingresa a la planta

Lugar de Destino

En este estudio se ha identificado tres destinos para los efluentes y fugas generados, los mismos que son:

Lugar de Destino	Cantidad
Alcantarillado	128829.21 m ³ anuales
Río Machángara	38048.49 m ³ anuales
Otros destinos (suelo, alrededores)	8620.58 m ³ anuales

2.2.1.2 Comparación entre la Información obtenida en la Empresa y la obtenida del Balance con respecto a los consumos de agua y generación de efluentes

Con la información existente en la empresa, al comparar en la etapa de diagnóstico los datos de efluentes enviados y los medidos por ETAPA, existió una diferencia negativa de -4571.64 m³ anuales,

Al final del balance y con datos reales medidos en su origen, tenemos lo contrario, es decir, existe una mayor cantidad de efluentes emitidos desde la empresa y que no están llegando al alcantarillado.

Cabe recalcar que las mediciones realizadas por ETAPA incluyen el valor correspondiente a agua potable utilizado por la empresa (32814 m³ anuales), con lo cual la diferencia de efluentes emitidos y medidos es mucho mayor.

Esta diferencia daría como resultado un aumento en los efluentes que tienen otro destino final, analizados anteriormente. En base a esto tenemos:

Efluentes Enviados Al Alcantarillado

Efluentes emitidos por el proceso productivo	128829.21 m ³ anuales
Agua potable consumida por la empresa	32814 m ³ anuales
TOTAL EFLUENTES ENVIADOS	161643,21 m³ anuales

Efluentes Medidos Por Etapa

Efluente medido por Etapa (proceso más agua potable)	71820.64 m³ anuales
--	---------------------------------------

DIFERENCIA	89822,57 m³ anuales
-------------------	---------------------------------------

Como mencionamos anteriormente, comparando la información del estudio de Etapa y el nuestro, tenemos como resultado una mayor cantidad de efluente enviado a otros destinos que no son el alcantarillado. Este valor correspondería al 56% de los efluentes enviados en un principio a este sistema, los cuales tendrían como destino posiblemente el mismo río o el suelo de la compañía.

2.2.1.3 Resumen del Balance de Masa realizado en las diferentes etapas.

A continuación presentamos un resumen del desarrollo del balance en cada una de sus etapas. Como se mencionó anteriormente, el 91% de la información de este balance fue calculada, mientras que el resto de la información, fue obtenida de registros de la empresa. La información acerca de energía eléctrica en todas las etapas fue calculada con datos de los mismos motores (Caballos de Fuerza o HP), su tiempo de funcionamiento y un valor de eficiencia (85%).

Etapa 1: Captación

La cantidad de agua que ingresa a esta etapa fue dada por los registros de Casa de Fuerza, la cual fue de 167234 toneladas anuales. De igual manera, para el cálculo del agua utilizada en el retrolavado de los filtros de arena, se utilizó la información de la empresa encargada de la captación y clarificación del agua, dato que fue de 100 m³ diarios.

El resto de información fue calculada, de la siguiente manera:

Los residuos sólidos provenientes de la saturación del filtro, fue calculado tomando en cuenta las dimensiones del filtro y la profundidad de la capa de residuos, valor que dio como resultado 0.546 m³ diarios. Para el cálculo de los residuos por cambio del lecho filtrante, se utilizó la información del volumen utilizado anualmente el cual fue de 3 m³ de arena, se lo pesó en un envase de volumen conocido y se obtuvo el resultado en toneladas anuales.

Toda la información fue estimada para los días de trabajo de la compañía en un año (318.66 días) y en una sola unidad de medida (toneladas).

El subproducto de este proceso fue calculado restando el agua de ingreso al proceso y el efluente generado por el retrolavado de los filtros y los residuos del filtro, el mismo que pasa directamente a la siguiente etapa.

EFLUENTES	31866 toneladas anuales
RESIDUOS (residuos del río y arena de filtro)	178.1 toneladas anuales
LUGAR DE DESTINO	Río Machángara

Etapa 2: Clarificación

Como entradas en esta etapa tenemos químicos, tales como, floculantes, coagulantes y cloro. Estos valores fueron dados por la compañía encargada de su tratamiento.

De igual manera, la información acerca de los efluentes y residuos de esta etapa fue dada por la misma compañía. Esta información fue calculada en base a la composición del efluente en general, teniendo como resultado residuos sólidos y efluente.

Aparte de los residuos y efluentes, en esta etapa existen más salidas del proceso, las cuales ingresan en procesos posteriores. De estas, únicamente el valor correspondiente al de agua utilizada para retrolavado de los filtros de arena de la Torre de enfriamiento fue calculado. El subproducto de esta etapa corresponde al agua utilizada para la producción de vapor, la cual atraviesa un proceso previo que es el de Desmineralización.

EFLUENTES	2958.88 toneladas anuales
RESIDUOS (residuos del clarificador)	178.1 toneladas anuales
LUGAR DE DESTINO	Río Machángara

Etapa 3: Desmineralización

Los valores de efluentes fueron medidos al final del tratamiento, es decir, en la descarga al río, obteniendo cantidades mucho menores a las enviadas desde el proceso de desmineralización. Con estos datos fueron calculados los valores correspondientes a sosa y ácido que llegan al tanque de tratamiento.

Al final de esta etapa el subproducto no varía en su cantidad, pasando directamente al siguiente proceso.

EFLUENTES	1648.43 toneladas anuales (valor medido) 7935.46 toneladas anuales (fuga)
RESIDUOS (resinas filtro)	1.74 toneladas anuales
LUGAR DE DESTINO	Río Machángara, suelo

Cabe recalcar que el valor correspondiente a efluentes en esta etapa, es un valor mínimo comparado con el efluente enviado, el cual es de 9440 toneladas anuales, existiendo una fuga de alrededor del 88% del total enviado, es decir, de 7935.46 toneladas anuales, las cuales tienen como destino el suelo.

Etapa 4: Desaerador

El desaerador es utilizado para aumentar la temperatura del agua desmineralizada antes de su ingreso al Caldero para su transformación a vapor. Para ello utiliza vapor proveniente del caldero y condensado recuperado de prensas, los cuales se mezclan con el agua desmineralizada, aumentando su temperatura.

En este intercambio de temperatura se producen emisiones, las cuales corresponden a vapor de agua, las mismas que fueron calculadas en función de la presión de envío y la de salida, diámetro de la tubería tiempo de funcionamiento, etc.

El subproducto de esta etapa es el resultado de la suma de la cantidad de agua desmineralizada, condensado recuperado y parte del vapor enviado desde el caldero.

EMISIONES	1863 toneladas anuales
LUGAR DE DESTINO	Atmósfera

Etapa 5: Generación de Vapor (Caldero).

Toda el agua de la etapa anterior ingresa a un Caldero, el cual mediante la utilización de combustible (Bunker) calienta el agua hasta transformarla en vapor. La cantidad de Bunker utilizado fue dado por Casa de Fuerza.

El subproducto de este proceso (Vapor) pasa al siguiente proceso, existiendo una parte que es utilizada en otros fines y que fueron colocadas en la parte de salidas. Estas salidas fueron calculadas utilizando: la presión de envío de vapor desde el caldero, la presión de llegada en los diferentes equipos, diámetro de la tubería y tiempos de funcionamiento. En algunos de estos casos los cálculos fueron realizados en base a estimaciones, tal es el caso del valor de purga del caldero y de emisiones del mismo.

EFLUENTES	17657,74 toneladas anuales
EMISIONES	16518,88 toneladas anuales
LUGAR DE DESTINO	Alcantarillado, Atmósfera

Etapa 6: Consumo de Vapor.

Esta etapa corresponde al final de uno de los procesos continuos del uso del agua, debido que aquí se produce el consumo de todo el vapor generado, obteniendo únicamente salidas hacia otros procesos y efluentes. De las salidas de este proceso, únicamente la cantidad de condensado de prensas a recuperarse en el desaerador ha sido proporcionado por Casa de Fuerza, el resto de información ha sido calculada.

En el caso del condensado a recuperarse al pozo de agua de enfriamiento, éste valor fue obtenido midiendo este condensado a la salida de las prensas de Vulcanización, no así el condensado no recuperado del calentador de Bunker, en el cual se utilizó los mismos métodos de la etapa anterior, es decir, se utilizó la presión, diámetros, tiempos, etc.

EFLUENTES	61 169.84 toneladas anuales
LUGAR DE DESTINO	Alcantarillado

Etapa 7: Sistema de Enfriamiento.

La cantidad correspondiente al subproducto, generado en esta etapa y que es enviada a las siguientes etapas, no han podido ser calculados, debido a que, para esto es necesario medidores de flujo en cada maquinaria, lo cual es imposible si se tiene en cuenta que existen alrededor de 200 máquinas involucradas.

De los 19 valores correspondientes a ingresos, salidas y energía de esta etapa, únicamente dos valores fueron obtenidos de los registros de la compañía, los cuales fueron: agua de reposición al sistema de enfriamiento y químicos utilizados para su tratamiento, el resto de información fue calculada.

Los cálculos de evaporación de las torres, fueron realizados mediante la utilización de fórmulas, las mismas que necesitaron de un trabajo de investigación para su obtención, debido a la poca bibliografía existente sobre este tema.

EFLUENTES (retrolavado filtros y fugas del sistema)	5378.68 toneladas anuales (Retrolavado) 42811.24 toneladas anuales (fugas)
EMISIONES	13465.32 toneladas anuales
LUGAR DE DESTINO	Alcantarillado, Atmósfera

Etapas: 8, 9, 10, 12, 13, 17

Corresponden a maquinarias o sectores de la empresa en donde no fue posible una cuantificación del agua de enfriamiento utilizada. Sus entradas han sido identificadas con números y letras correspondientes a las etapas de donde provienen. Excepto la etapa 12 que corresponde a la Extrusora, todas las demás no tienen fugas ni desperdicios. En el caso de la Extrusora, ciertas estructuras presentaban desperfectos provocando fugas de agua las cuales fueron medidas para su cuantificación global.

EFLUENTES (extrusora)	320.39 toneladas anuales (fugas)
LUGAR DE DESTINO	Alcantarillado

Etapas 11 y 14: Baños Planta Uno y Dos

El cálculo del agua utilizada para este fin fue realizado en base a la información de los catálogos del fabricante de los baños utilizados y al número de empleados pertenecientes tanto a Planta 1 como a Planta 2.

EFLUENTES SANITARIOS	1491.32 toneladas anuales
LUGAR DE DESTINO	Alcantarillado

Etapa 15: Preparación de Lechada

La “Lechada” es un compuesto, formado por la mezcla de un talco especial llamado Cera G45 y agua, formando una sustancia de color blanca, razón por la cual su nombre. Este compuesto tiene como objetivo el enfriamiento y aislamiento de las láminas de caucho que salen de los mezcladores, las cuales son transportadas para un segundo proceso, razón por la cual son bañadas en este compuesto, caso contrario se quedarían pegadas, echándose a perder todo el proceso.

Para el cálculo del agua que ingresa en esta etapa, se tomó las medidas del tanque en el cual se prepara la lechada, al igual que el número de preparaciones al día. En el caso de residuos sólidos, se pesó los embalajes de la Cera G45 y se multiplicó por la cantidad usada.

EFLUENTES	73.42 toneladas anuales
RESIDUOS	0.23 toneladas anuales
LUGAR DE DESTINO	EMAC

Etapa 16: Torre de Enfriamiento 3

La torre de enfriamiento número tres, es de gran importancia para el sistema productivo de la empresa, ya que es la que provee de agua de enfriamiento a los mezcladores con sus respectivos molinos, siendo esta la primera etapa de todo el proceso de producción de llantas, de ahí su importancia.

A pesar de esto, en la empresa ésta torre carece de control, mantenimiento y tratamiento, existiendo varios problemas a causa de la pérdida de agua y calidad de la misma. Toda la información para esta torre fue calculada, demostrando así la falta de manejo de la misma.

EFLUENTES	2260.3 toneladas anuales (fugas)
EMISIONES	2564.21 toneladas anuales
LUGAR DE DESTINO	Río, Suelo, Atmósfera

2.2.1.4 Principales puntos de Generación de Efluentes Identificados en el Balance

Basados en la información del balance, a continuación presentamos los principales puntos de generación de efluentes, con su cantidad y costo estimado del desecho.

Nº	Nombre Subproductos, desperdicios, residuos, efluentes y emisiones	Costos asociados a materia prima		
		(A) Cantidad anual del desecho (t)	(B) Costo de la materia prima (US\$/t)	C = (A * B) Costo del desecho (US\$)
I	Condensado de Prensas no recuperado	61647.50 ton	1.10	67812.25
II	Fugas Sistema de Enfriamiento Torres 1y2	42811.28 ton	0.26	11130,93
III	Purga Calderos	12030.00 ton	0.8	9624.00
IV	Regeneración filtros Desmineralización Calderos	9440 ton.	0.8	7552.00
V	Condensado no recuperado del Calentador de Bunker	5629.79 ton	1.10	6192.77
VI	Retrolavado filtros de arena Torres	5378.68 ton	0.25	1344.67
VII	Fugas Sistema de Enfriamiento Torre # 3	2260.3 ton	0.26	587,68
VIII	Fugas Extrusora	321.4 ton	0.26	83,56

TOTAL PRINCIPALES EFLUENTES GENERADOS	139518,95 toneladas anuales
COSTO TOTAL DE EFLUENTES	\$ 104327,86 anuales

2.2.2 Identificación de las causas de generación de Efluentes y pérdidas

Niveles de Minimización o reducción de efluentes.

Como mencionamos en la metodología, para el caso del agua no es aplicable todos los puntos a analizar en el programa de Producción Más Limpia, por lo que a continuación presentamos los puntos en los que si fue posible su análisis.

Nivel 1. Reducción en la Fuente

Operacional y de Mantenimiento

En lo que se refiere a operación y mantenimiento, las causas radican en: falta de control de consumos de agua y generación de efluentes en los diferentes sistemas, consumos innecesarios, falta de mantenimiento en estructuras en contacto con el agua, por ejemplo: Torres de enfriamiento, extrusora, etc. De manera resumida tenemos:

SISTEMA	PROBLEMA	CAUSA
Clarificación, Enfriamiento, Desmineralización y Generación de Vapor	Falta de control de los sistemas. Poca Información de entradas y salidas, energía, efluentes y emisiones.	Poco o inexistente Control por parte de los departamentos encargados
Enfriamiento	Daños de estructuras de maquinarias, fugas de agua.	Falta de mantenimiento
Enfriamiento	Utilización de agua en otros procesos	Falta de control del sistema.
Enfriamiento	Filtros de arena colapsados. Agua limpia enviada como efluente	Falta de Mantenimiento
Desmineralización	Control sobre efluente tratado inexistente. Eficiencia de Tratamiento incierto	Falta de control, análisis.
Generación de Vapor	Fugas de condensado y de vapor en prensas de vulcanización. Tuberías deterioradas	Falta de Mantenimiento

Procesos

En nuestro caso los principales problemas se deben a la existencia de fugas en la maquinaria, tal es el caso de las Prensas de Vulcanización, las cuales envían toneladas de agua anuales por fugas en las válvulas de las prensas.

En el proceso de lechada, al pasar las láminas por este compuesto, se producen derrames en todo el lugar de trabajo, provocando inseguridad del lugar y generación de efluentes.

Tecnología

En una empresa, los cambios de tecnología pueden abarcar desde cambios pequeños con inversiones bajas, hasta cambios totales con inversiones muy altas. En nuestro estudio, existe la necesidad de proponer un cambio de tecnología completo, y se debe por la generación de efluentes que provoca el mismo, hablamos del proceso de *Desmineralización del Agua*.

Durante nuestro estudio hemos verificado la existencia de fugas en este sistema, las cuales se encuentran localizadas en el sistema de evacuación. Esta fuga que corresponde al 88% del efluente enviado fue encontrada en el desarrollo de este trabajo y ha provocado la destrucción de la tubería de concreto que lleva los efluentes de agua lluvia, y de proceso de Casa de Fuerza hacia el alcantarillado, de tal manera que todos los efluentes enviados se filtran al suelo. De igual manera la eficiencia del tratamiento es incierta, debido a que no existen análisis del efluente tratado, el cual es enviado al río.

La propuesta que esta en estudio en la compañía es la de ósmosis inversa, la cual no necesita de agua para regeneración de filtros ni de químicos, optimizando su consumo y disminuyendo los impactos.

Prácticas de Operación

Los cambios operacionales son las primeras opciones de cambio y las más evidentes, teniendo bajas inversiones en comparación con los otros pasos. En muchos casos, las prácticas operacionales son las principales generadoras de efluentes y residuos en una empresa.

En el desarrollo de nuestro estudio se pudo detectar algunos problemas relacionados con este punto, los cuales son:

- El sistema de evacuación de efluentes hacia el separador de aceite ubicado junto a planta clarificadora, es permitido gracias a unas pequeñas compuertas. Si la compuerta de ingreso al separador está cerrada, el efluente va directamente al río, lo cual siempre ocurre, siendo el separador de aceite inutilizado, y existiendo una fuente de contaminación hacia el río, lo cual es fácilmente visible por el color negro a los alrededores.
- A este mismo sistema los trabajadores de limpieza, botan restos de aceite, los cuales, como mencionamos anteriormente, no son tratados.
- A los alrededores del separador de aceite junto a mezclas, se deposita grasa en tarros de 55 galones, los cuales no son tapados, produciéndose derrames todo el tiempo.

La solución a este tipo de problemas es la capacitación a los trabajadores sobre la forma correcta de deposición de los residuos, información sobre impactos ambientales producidos y la forma que pueden ser evitados.

Nivel 2. Reciclado Interno

Comprende la reutilización de materiales dentro del proceso productivo, los cuales pueden ser:

- Re utilización de materias y materiales en el mismo proceso
- Re utilización de materias y materiales en procesos diferentes
Recuperación de componentes de productos, etc.

El proceso de Preparación de lechada presenta una oportunidad de reutilización de materias primas en el mismo proceso

El proceso de Generación de Vapor presenta dos tipos de reutilización. El primero: reutilización en el mismo proceso debido a que el condensado generado en prensas

regresaría al caldero para nuevamente convertirse en vapor. Y la segunda, de reutilización en otro proceso porque el condensado producido sería enviado al Sistema de Enfriamiento, evitando así su desperdicio.

Nivel 3. Reciclado externo

Busca, como en el nivel anterior, la reutilización de los desechos para ser ingresados nuevamente al proceso productivo, o en último de los casos su tratamiento antes de su evacuación al medio ambiente.

Este análisis representa la última opción en un programa de Producción más Limpia, ya que es una solución al final del proceso y no en el origen de los mismos, lo cual es la filosofía de la P+L. En nuestro caso el tratamiento del efluente del Sistema desmineralizador antes de su descarga al río correspondería a este nivel. No es posible su minimización en su origen debido a la tecnología utilizada, ni tampoco su reutilización por los químicos que contiene.

2.2.3 Identificar y pre-seleccionar oportunidades de P+L y sus principales indicadores.

Una vez identificados los puntos de generación de efluentes y analizados según los niveles de optimización y reducción de desechos, desarrollamos las oportunidades de mejora para cada una de las fuentes de generación, según los problemas que presenten. De igual manera, han sido identificadas las probables barreras que puedan presentar cada una de ellas, con el fin de facilitar su elección.

Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
Condensado de Prensas no recuperado	Condensado producido en Prensas de Vulcanización es recuperado de una forma parcial, siendo enviado la mayor parte de este como efluente a las zanjas y de estas al sistema de alcantarillado.	Estudio de las características del condensado producido, según las cuales es posible la reutilización de este en caldero para generar nuevamente vapor, reduciendo así el consumo de agua.	Económicas
Fugas Sistema de Enfriamiento Torres 1 y 2	Fugas en el sistema, agua de ingreso mayor al de salida. (evaporación), así como de Agua de enfriamiento utilizada para otros fines como baños de planta 1y2 y para preparación de lechada	Identificación y control de consumos normales del sistema de salida. (evaporación), así como de ingresos. Identificación de fugas en el Sistema según datos de ingreso y salida. Actualización del sistema con información de ingresos, salidas, consumos, etc.	Operacionales, Económicas.
Condensado no recuperado del calentador de bunker	Condensado generado enviado como efluente.	Estudio de las características del condensado producido, según las cuales es posible su reutilización.	Económicas
Retrolavado filtros de arena Torres	Filtros colapsados, produciéndose un Retrolavado de filtros inadecuado. Se está enviando agua limpia como efluente.	Cambio del lecho de los filtros.	Económicas

Etapa del proceso o área de la Empresa	Oportunidad o problema	Acciones a ser adoptadas	Barreras y /o necesidades
Regeneración filtros Sistema Desmineralizador	<p>Alto consumo de agua y químicos.</p> <p>Sistema de evacuación con Corrección de fugas de sistema de fugas. Alrededor del 88% de evacuación. Reparación de canal de los efluentes evacuados desfogue.</p> <p>enviados al sistema de alcantarillado, y no a la planta osmosis inversa, reduciendo el de neutralización. Fuga de consumo de agua y químicos.</p> <p>Efluente provocó daños en canal de desfogue.</p>	<p>Implementación de sistema de</p>	Económicas
Fugas de Sistema de Enfriamiento Torre # 3, Calidad del Agua	<p>Consumo de agua de reposición innecesario, provocando reboso lo cual es consumos normales del sistema enviado como efluente al río. (evaporación), así como de Reboso de agua en paredes de torre, enviados al suelo.</p> <p>Mala Calidad del agua de enfriamiento, provoca paras de producción por atascamiento de compuertas de Mixer. Deterioro de Estructura de la Torre, provocando derrames de agua en los alrededores, y por lo tanto pérdida de la misma.</p>	<p>Identificación y control de consumos normales del sistema (evaporación), así como de ingresos.</p> <p>Construcción de sistemas de recuperación de agua por rebozos en paredes y en placas de enfriamiento de torre.</p> <p>Tratamiento independiente del agua de la torre.</p>	Económicas, Operacionales
Fugas Extrusora	<p>Deterioro de las estructuras, provocando derrames en el suelo, evitando su recuperación</p>	<p>Mantenimiento de las Estructuras, corrección o reconstrucción de fallas.</p>	Económicas

Indicadores

Los indicadores desarrollados para cada una de estas opciones de mejoramiento son las siguientes:

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 agua de alimentación a caldero por producto	<u>Consumo de agua de alimentación en m³</u> Producto final en t	5.48	m ³ /t	3.53	m ³ /t
Consumo de agua para Sistema de enfriamiento Torres 1 y 2 por producto	<u>Consumo de agua para enfriamiento en m³</u> Producto final en t	2.05	m ³ /t	0.58	m ³ /t
Porcentaje de recuperación de condensado en calentador de Bunker	Porcentaje de condensado recuperado	0	%	100	%
Porcentaje de Efluente de Desmineralización tratado	<u>Porcentaje de agua tratada</u>	12	%	100	%
Generación de efluentes en etapa de Desmineralización por producto	<u>Caudal total de efluentes en m³</u> Producto final en t	0.42	m ³ /t	0.1	m ³ /t
Consumo de agua para enfriamiento de Torre 3 por producto	<u>Consumo de agua para enfriamiento en m³</u> Producto final en t	0.1	m ³ /t	0.03	m ³ /t

Nota:

- Valores calculados tomando en cuenta la producción anual de llantas que es igual a 22136.58 toneladas.
- Expectativa de ahorro del 70%, salvo opciones con porcentajes ya establecidos.

2.2.4 Seleccionar las oportunidades de P+L, de acuerdo a prioridades definidas, estableciendo una secuencia de implantación.

En este punto de la metodología, analizamos las oportunidades identificadas según las prioridades definidas por la empresa, en este caso, económicas y ambientales. Para esto nos basamos en la información del punto anterior.

Etapas del proceso o área de la Empresa	Inversiones Económicas	Elementos ambientales afectados	Prioridad
Fugas Sistema de Enfriamiento Torre # 3, Calidad del Agua	Baja	Río (uso de recurso agua) Flora, Fauna (Contaminación del río por efluente descargado)	1
Regeneración de filtros Sistema Desmineralizador	Alta	Río (uso de recurso agua) Flora, Fauna (Contaminación del río por efluente descargado)	2
Fugas Extrusora	Media	Río (uso de recurso agua)	3
Retrolavado filtros de arena Torres	Baja	Río (uso de recurso agua)	4
Condensado no recuperado del calentador de bunker	Baja	Río (uso de recurso agua)	5
Fugas Sistema de Enfriamiento Torres 1 y 2	Baja	Río (uso de recurso agua)	6
Condensado de Prensas no recuperado	Baja	Río (uso de recurso agua)	7

Nota: Inversiones consideradas bajas, medias o altas, según el costo del desecho generado y el período de recuperación de la inversión.

Según las prioridades definidas en nuestro estudio, los problemas identificados tanto en las fugas de la Torre tres, así como en la del Sistema Desmineralizador, son los que provocan mayores problemas ambientales, debido a que sus efluentes son enviados directamente al río.

En el caso del sistema desmineralizador, éste es el que mayor problema ambiental provoca debido a la cantidad de efluentes enviado anualmente (9440 metros cúbicos), de los cuales sólo una parte (12%), llegan al sistema de tratamiento. El principal inconveniente identificado para la solución del problema ambiental en este sistema es la necesidad de cambio de tecnología, la cual requiere de altas inversiones para su realización, y su período de recuperación no es inmediato.

La torre número tres presenta iguales problemas ambientales, debido a que su fuga interna de más de 1000 metros cúbicos anuales son enviados al río, llevando consigo químicos y demás precipitados que se forman en sus pozos. Sus fugas externas, que son de alrededor de 680 metros cúbicos, tienen como destino final el suelo aledaño a la fábrica. Durante este trayecto llevan consigo restos de aceites, grasas, negro de humo y demás impurezas que se encuentran en sus alrededores, debido a su posición junto a los tanques y separadores de aceite y a que se encuentra en la parte posterior de los mezcladores.

Secuencia de Implantación

La secuencia de implantación seguirá el orden de las prioridades establecido en el punto anterior.

Oportunidades de Mejora Identificados

A continuación presentamos fotos de las oportunidades identificadas y analizadas anteriormente



Fig. 11 Condensado No recuperado Prensas Vulcanización

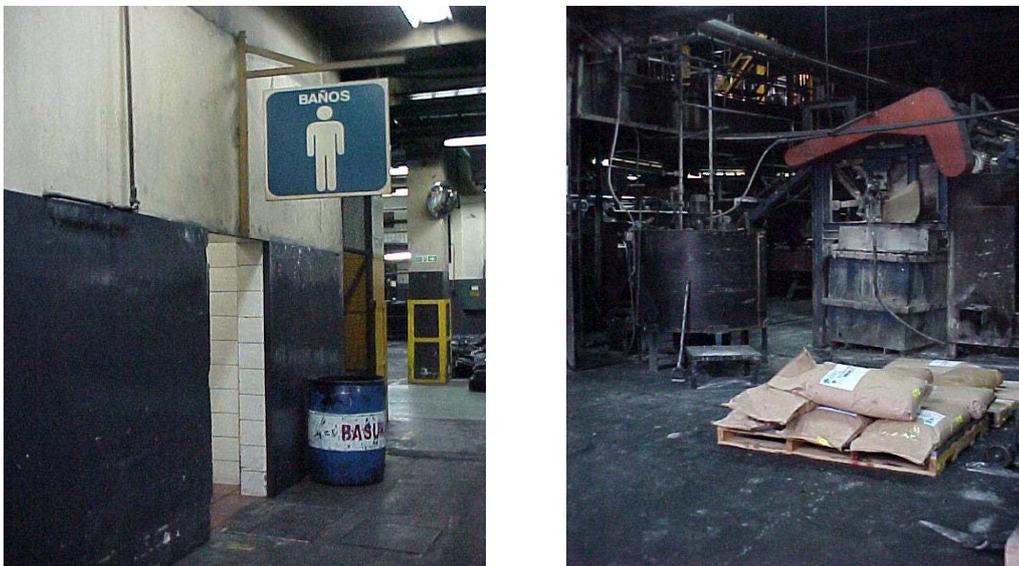


Fig. 12 Fugas Sistema enfriamiento Torres 1 y 2

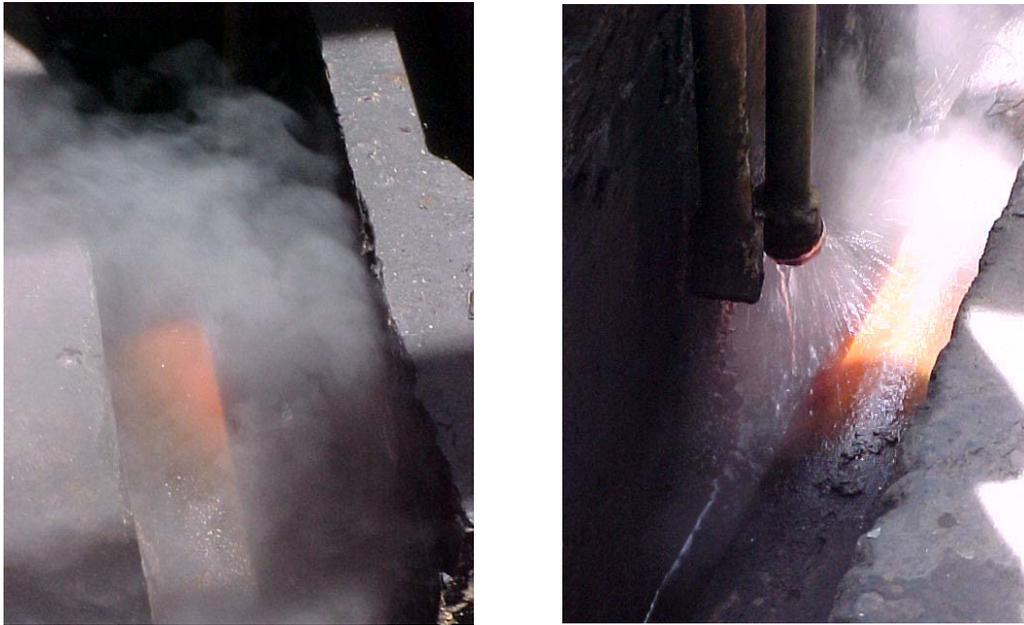


Fig. 13 Condensado no recuperado del Calentador de Bunker



Fig. 14 Retrolavado filtros arena Torres



Fig. 15 Regeneración y Tratamiento de efluente de filtros Desmineralizadores



Fig. 16 Fugas Torre de Enfriamiento # 3



Fig. 17 Fugas Extrusora

2.3 Estudios de viabilidad técnica, económica y ambiental

2.3.1 Evaluación de los datos obtenidos en la Etapa de Evaluación

Una vez identificados y establecidos las oportunidades de Producción Más Limpia y sus secuencias de implantación, comenzamos el análisis de la opción de mejoramiento a ser desarrollada, para lo cual se realiza un estudio de cada una de las opciones basadas en aspectos técnicos, económicos y ambientales. Para ello la metodología de P+L, utiliza matrices o planillas auxiliares, las cuales engloban todos los aspectos a tener en cuenta en la selección del estudio de caso a ser desarrollado. (Ver anexo 5)

2.3.1.1 Evaluación Técnica (según la disponibilidad de tecnología y recursos)

Sistema Desmineralizador

Presenta una alta necesidad de innovación tecnológica, debido a su alto consumo de agua y de insumos, ya sean estos, químicos y también resinas para la regeneración de sus filtros, siendo un generador de efluentes significativo dentro de la empresa.

Generador de Vapor

En este sistema, existen dos oportunidades de mejoramiento seleccionadas. La primera corresponde al condensado generado en las prensas, el cual es recuperado parcialmente, existiendo una generación de efluente alta. Este condensado no es utilizado totalmente debido a la existencia de fugas y daños en válvulas y estructuras.

La segunda oportunidad de mejoramiento se encuentra en el condensado producido en el calentador de bunker, el cual es enviado como efluente y no es reutilizado. Una de las razones para no ser reutilizado en el mismo proceso, es debido al riesgo que se tiene en caso de fugas de combustible, en este caso de Bunker, lo que podría ocasionar pérdidas y daños considerables.

Sistema de Enfriamiento

Presenta cuatro oportunidades de mejora, la primera perteneciente al sistema de la Torre uno y dos, la segunda perteneciente al de la Torre tres, la tercera corresponde a la Extrusora y la cuarta a los filtros de arena de las torres.

En el caso de la Torre uno y dos, el principal problema se debe a la falta de control y mantenimiento de sus diferentes estructuras, las cuales presentan, como en el caso de la Extrusora, daños en llaves y en paredes, provocando la pérdida de agua de enfriamiento. De igual manera, la existencia de tuberías que alimenta de agua de este sistema a otros procesos o servicios, tales como Baños de planta uno y dos, y en la preparación de lechada, provoca que este sistema pierda, tanto agua como presión, lo cual dificulta el normal desarrollo de ciertos procesos que necesitan de una determinada presión. En definitiva, esta oportunidad de mejora requiere de pequeños cambios en sus instalaciones y no de tecnología.

En el caso de la Torre tres, sus problemas son, como en el caso anterior, operacionales y de mantenimiento, debido a la falta de control que existe y de mantenimiento, provocando fugas y pérdidas de agua. Esta torre tiene cierta importancia por ser la que provee de agua de enfriamiento a los mezcladores, los mismos que necesitan de un agua de buena calidad para evitar daños en las estructuras o paras de producción.

La falta de mantenimiento de los filtros de arena, ha provocado que su regeneración o retrolavado sea ineficiente, puesto que sus lechos se encuentran colapsados, provocando que agua limpia se envíe como efluente y que el proceso de filtración sea ineficiente.

2.3.1.2 Evaluación Económica

Como vimos anteriormente, las pérdidas económicas provocadas por los principales puntos de generación de efluentes identificados en términos globales son de alrededor de \$ 104327,86 anuales. Individualmente, sólo tres puntos de generación presentan pérdidas menores a \$ 5000 anuales y son las correspondientes a Fugas de la Torre # 3, fugas de la extrusora y efluente de filtros de arena.

En el caso de la Torre 3, los daños provocados por la baja calidad del agua, hace que una inversión en este punto sea recuperable, no así en las otras oportunidades mencionadas.

Sistema Desmineralizador

El cambio de tecnología necesario en este sistema requiere de una inversión alta, por lo que su viabilidad está siendo estudiada en los actuales momentos en la compañía.

Generador de Vapor

Como mencionamos anteriormente, las oportunidades de mejora encontradas en este caso no requieren de mayor inversión, sino al contrario de mantenimiento y control. Los análisis químicos del condensado pueden ser realizados en los laboratorios de la misma empresa.

Sistema de Enfriamiento

En el caso del sistema de la Torre uno y dos sus inversiones son bajas debido a que son más de control y mantenimiento.

En el caso de la torre tres, ésta requiere de una mayor inversión debido a la necesidad de tratamiento que requiere, debido a la mala calidad del agua. Las fugas existentes requieren de mantenimiento y control.

2.3.1.3 Evaluación Ambiental

Todas las oportunidades seleccionadas brindan ante todo un beneficio ambiental, en este caso, todas ellas buscan el uso eficiente de uno de los recursos naturales utilizados: el agua.

La falta de eficiencia en el uso de este recurso provoca pérdidas económicas a la empresa, debido a que exige una mayor demanda y tratamiento para mantener el funcionamiento normal del proceso, así como también genera un mayor impacto ambiental, ya sea, por el uso mismo del recurso, y por los efluentes generados.

En nuestro estudio, de todas las oportunidades identificadas, dos de ellas presentan mayor impacto ambiental, debido a la cantidad de efluentes generados y a que su descarga es enviada al río Machángara. Estas oportunidades corresponden a los Sistemas Desmineralizador y de Enfriamiento.

Cabe recalcar, que a estos dos sistemas se une un canal de desfogue de aguas lluvias de la empresa, que como mencionamos en la parte de diagnóstico, no pasa su efluente por un separador de aceite existente antes de su descarga y mas bien, envía sus efluentes directamente al río, siendo visible su impacto por aceites y grasas que lleva consigo.

En el anexo 4, perteneciente al balance de materiales se puede observar la cantidad de químicos utilizados en los diferentes procesos, los mismos que son enviados en sus efluentes. De igual manera en el análisis de este mismo punto se encuentra detallado el destino final de cada una de las etapas, por lo que es posible darse cuenta del beneficio ambiental que se tiene al disminuir estos desechos.

2.3.2 Seleccionar Opciones Factibles.

Según todos los aspectos mencionados anteriormente, y basados en las planillas auxiliares, se ha designado el siguiente orden de prioridad a ser desarrollado:

Opción de PmL	Motivo Elección	Priorización
Fugas Sistema de Enfriamiento Torre # 3, Calidad del Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos ambientales provocados • Inversión media • Cambios de orden operacional y de Mantenimiento • Daños provocados 	1
Tratamiento de efluente de retrolavado antes de la evacuación al río.	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos ambientales provocados 	1
Fugas Sistema de Enfriamiento Torres 1 y 2	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo alto de agua • Inversión baja • Cambios de orden operacional y de mantenimiento 	2
Condensado de Prensas no recuperado	<ul style="list-style-type: none"> • Alto consumo de vapor • Condensado generado reutilizable • Baja inversión 	2
Condensado no recuperado del calentador de bunker	<ul style="list-style-type: none"> • Condensado generado reutilizable • Baja inversión 	2
Retrolavado filtros de arena Torres	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios de orden operacional y de mantenimiento • Inversión baja 	3
Fugas Extrusora	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios de orden operacional y de mantenimiento • Inversión baja 	3

2.4 Diseño del proyecto

Estudio de Caso: *Mejoramiento y disminución de consumo de la Calidad y Cantidad de Agua de Enfriamiento de la Torre 3.*



Fig. 18 Torre de Enfriamiento 3

2.4.1 Antecedentes:

El sistema de agua de enfriamiento, como su nombre lo indica, es el encargado de enfriar a la maquinaria durante el proceso productivo. El número de torres empleadas en este sistema es de tres. Dos ubicadas en casa de fuerza y una ubicada en la parte posterior de los mezcladores, la misma que será el objeto de este estudio.

La Torre 3 es la encargada de suministrar agua para el enfriamiento de:

- la cámara de los tres mezcladores,
- 5 molinos, pertenecientes a los mezcladores.

Después de cumplir su función, el agua regresa a la torre nuevamente, donde una vez enfriada comienza nuevamente el ciclo.

La Torre 3 se encuentra ubicada al final de todo el circuito de enfriamiento, siendo esta torre sólo un receptor de agua de reposición, debido a que el agua enviada por ésta torre retorna a la misma y no es enviada al circuito de retorno de las otras dos torres, por lo que prácticamente no forma parte del circuito de enfriamiento principal, sino al contrario, crea un circuito pequeño independiente, obteniendo del circuito principal únicamente agua para reposición. (*Ver anexo 6*)

El circuito de enfriamiento principal, se distribuye por toda la planta, estando ubicada al final de todo este circuito la Torre 3. Esto provoca que todas las impurezas, sedimentos, lodos, etc. que son llevados por la tubería, sean depositados en la torre, los mismos que se depositan en los pozos de recolección, afectando directamente la calidad del agua.

Una de las causas de la formación de estos sedimentos o lodos es debido a que los químicos utilizados en el tratamiento del agua de enfriamiento son a base de fosfatos, lo que provoca precipitados a lo largo de todo el trayecto los cuales se acumulan y depositan al final del circuito, en este caso los pozos de la Torre #3. Otra de las posibles causas de esta acumulación de sedimentos puede ser el deterioro normal de la tubería la cual data de alrededor de 30 años de servicio

Funcionamiento Torre 3

La torre de enfriamiento está formada por tres pozos: A, B y C.

El pozo A es el encargado de:

- recibir toda el agua caliente que retorna de las maquinarias
- recibir agua de reboso del pozo de almacenamiento de agua fría
- recibir agua de reposición de la torre # 1

Este pozo está conectado directamente con el pozo B o de almacenamiento de agua caliente, el cual es el encargado de, mediante bombas, llevar el agua hacia la torre en donde es enfriada. Una vez ocurrido esto, el agua cae en el pozo C o de almacenamiento de agua fría, el cual está ubicado debajo de esta torre, de donde es bombeada hacia las diferentes maquinarias.

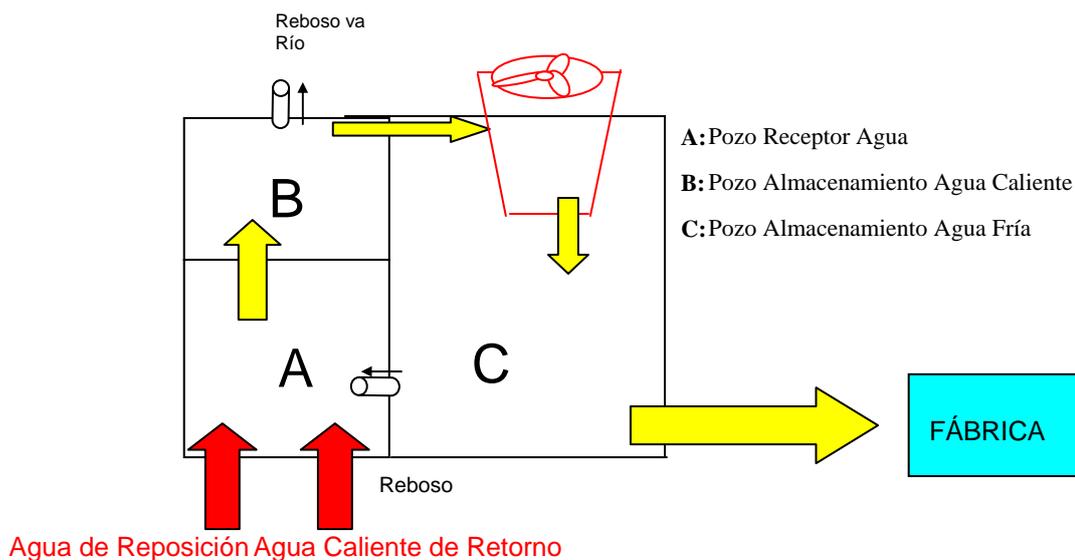


Fig. 19 Funcionamiento Torre 3

El pozo B y el C, tienen ductos los cuales tienen la función de evacuar el agua en caso de exceso. El agua de reboso del pozo B es evacuado al río, en cambio, el agua de reboso del pozo C se dirige hacia el pozo A.

El consumo de agua de enfriamiento depende de las necesidades de las maquinarias, por lo que puede haber altos niveles de consumo o todo lo contrario, por lo que, para

mantener un nivel constante de agua existe una boya mecánica que acciona el ingreso de agua de reposición cuando el nivel de agua del pozo baja.

2.4.2 Problemática

Uno de los principales problemas de esta torre son los relacionados con la reposición innecesaria de agua (Fugas internas) y fallas en las estructura de la Torre (fugas externas). En lo que corresponde a fugas externas, éstas oscilan los 2,14 m³ diarios, debido al envejecimiento de las estructuras, o en ciertos casos, hasta roturas. Todos estos efluentes tienen como destino final el río y el suelo aledaño a la empresa, lo que causa impactos ambientales que ya han sido demostrados anteriormente.

En lo que corresponde a la reposición innecesaria (Fugas Internas), el problema se debe, entre algunas de las causas, a que la boya que activa la reposición puede estar mal calibrada o en mal estado, provocando este excedente. De igual manera, al momento de las mediciones se constató que la Bomba Torre-Mezclas (Pozo C), envía menos caudal al sistema que la bomba de retorno Mezclas-Torre (Pozo A), a pesar de tener ésta, menor capacidad que la primera. Esto ocasiona que el reboso de Agua desde el Pozo C al Pozo A, altere los límites de rebosamiento y capacidad de bombeo del pozo de recolección del Sistema Mezclas-Torre provocando la evacuación del agua por un ducto limitante de nivel ubicado en el Pozo B. Anualmente esta fuga equivale a 1577,81 m³, cuyo destino final es el río.

Otro de los problemas que presenta esta torre es con respecto a la calidad de su agua, la cual a lo largo del año anterior y parte del presente, han ocurrido en el área de los mezcladores, en donde se han producido paras de la producción a causa del atascamiento de las compuertas de los mismos, por la presencia de incrustaciones y materiales extraños en las tuberías, provocando un sobrecalentamiento de la maquinaria y por ende, la para de la producción hasta su reparación.

En muestras tomadas de los pozos de agua de la Torre, se comprobó la existencia de bacterias en grandes proporciones, formando una capa sobre la superficie del agua.



Fig. 20 Acumulación de Bacterias en el pozo de la Torre



Fig. 21 Agua del pozo de la Torre de Enfriamiento. Flora Bacteriana en forma de capa sobre el agua

En los libros no se encuentran parámetros establecidos acerca de la calidad del agua de enfriamiento, difiriendo en muchos casos los variables a controlar y sus límites.

Algunas de las variables que mantienen en común los textos consultados son: Sólidos Totales Suspendidos, Dureza, expresada en Calcio y Magnesio, Fosfatos, Hierro y

Microorganismos. Los límites varían dependiendo del autor, no así de los microorganismos, de los cuales su simple presencia (algas, capas superficiales) indican posibles problemas de corrosión en las tuberías. La presencia alta de Sólidos Suspendidos, así como de dureza de agua y fosfatos, trae consigo la formación de precipitados o materiales incrustantes, los mismos que se depositan en las tuberías o maquinarias, causando problemas por incrustaciones, así como también por falta de capacidad de intercambio de calor por parte del agua, causando sobrecalentamientos.

De los datos obtenidos del Informe de Trabajo Real (ITR) de la compañía, en el año 2004, en el mezclador # 1 se produjeron alrededor de 6 paras de producción, todas ellas debido a problemas con el agua de enfriamiento. La suma de los tiempos de estas paradas es de aproximadamente 404 minutos (6.73 horas).



Fig. 22 Ducto limitante de agua del pozo C enviando excedente de agua hacia el pozo A

Las fugas internas van dirigidas hacia el río, provocando impactos de tipo ambiental, ya que acarrea químicos, lodos, etc. En el caso de las fugas externas, éstas van por los alrededores y tienen como destino final la colina sobre la que esta situada la

empresa o los sistemas de evacuación de aguas lluvias. Este efluente va acarreado todo tipo de contaminantes del suelo, como lo son aceites, grasas, negro de humo, etc. Al estarse filtrando el agua a la colina, el principal problema que trae consigo es el riesgo de deslizamientos.



Fig. 23 Fugas Externas de Torre

2.4.3 Justificación

El proyecto de mejoramiento del agua fue escogido debido principalmente a los problemas ambientales que provoca por el uso del recurso agua de una manera innecesaria y por ser un generador continuo de efluentes, los mismos que van a parar al río. De igual manera las pérdidas económicas que genera la mala calidad de su agua son un justificativo importante también considerado.

Si tomamos el tiempo de para de la producción (6 horas) y lo comparamos con el promedio de producción de caucho, el cual es de 202 kg cada 3 minutos, tenemos que durante al año anterior se ha dejado de producir 27203.34 kg de caucho, esto multiplicado por el precio promedio de cada kilogramo, el cual es de \$ 1.192, da un valor aproximado de \$ 32 426.38 al año. Estos datos son un aproximado debido a que el caucho producido varía en sus características, cambiando también los tiempos de producción.

Con este proyecto se busca reducir al mínimo las paras de producción, ya que esta torre recibe de la torre principal, agua tratada con químicos que producen precipitados, los cuales son depositados en la torre bajando la calidad del agua y provocando los problemas por incrustaciones. Con el tratamiento específico que se propone, se busca reducir al mínimo estos problemas ya que los químicos a utilizarse no provocan precipitados, al contrario mantienen las partículas en suspensión evitando las incrustaciones.

La otra parte de este proyecto consiste en un manejo adecuado de la torre, para lo cual se busca que el agua de reposición sea únicamente la que se pierde por evaporación, la misma que según un estudio realizado es de alrededor de 8 m³/día. El volumen promedio de alimentación de agua de reposición es de 15 m³/día, existiendo una diferencia de 7 m³/día.

En general de la Torre 3 existe una pérdida de agua de alrededor de 2260 m³/año, cantidad que, si bien en términos económicos no es muy representativo (\$ 587.6), en términos ambientales y de eco eficiencia, lo son, ya que es un recurso natural no utilizado, enviado como efluente que necesita de un tratamiento previo (por los

químicos que contiene) y que tiene una parte como destino final el río (fugas internas) y la otra se filtra (fugas externas).

De igual manera, el ahorro producido en este proyecto, puede ser invertido en la continuidad de desarrollo de proyectos de P+L, establecidos en este estudio, buscando así la eco eficiencia de los procesos y disminución de impactos.

2.4.4 Situación Inicial

Para la determinación del consumo de agua que debería tener esta torre, se procedió a calcular la evaporación de la misma, para lo cual se utilizó las fórmulas de cálculo aplicadas a las dos torres principales, reemplazando los datos utilizados con los de nuestra torre obteniendo un resultado de 8.05 m³ /día.

De igual manera se realizaron mediciones de el agua de reposición para esta torre durante la semana, obteniendo un promedio de agua de 15.14 m³ /día.

En este sentido, la cantidad de agua que debería utilizarse o reponerse en la torre, es únicamente la que se pierde por evaporación, por lo que existe una diferencia de 7 m³ diarios los mismos que se pierden ya sea por reboso en la Torre y por fugas.

Se realizaron análisis de Sólidos Totales Suspendidos (TDS) del agua de la Torre 1y2 y se comparó con otro análisis de TDS del agua de la Torre # 3 mostrando los siguientes resultados

	Torre # 1y2	Torre # 3
TDS	180 ppm	9.87 ppm

Esto muestra una clara diferencia entre la calidad del agua de las diferentes torres, teniendo la Torre # 3 una mala calidad de agua en comparación con la Torre 1y2

2.4.5 Situación Esperada

Con la aplicación de este proyecto, se busca tener una calidad de agua óptima para sus fines de enfriamiento, para lo cual es necesario un tratamiento específico del agua de esta torre, para así evitar los problemas mencionados anteriormente.

Programa de Tratamiento para el Sistema de Enfriamiento

Los productos a utilizarse, previo estudio de las características necesitadas, son POSCA 6324A y PACT -5.

POSCA 6324A – este producto retiene altas concentraciones de minerales en solución, previniendo el deterioro del sistema por la formación de depósitos, removiendo también los existentes.

PACT -5 - evita la formación de algas, bacterias y Sulfato de Calcio.

Descripción de Operación.

La Compañía encargada del tratamiento se encargará de la dosificación de los productos químicos, para lo cual instalará una bomba a préstamo para la dosificación del inhibidor de incrustación y corrosión. Se realizará un monitoreo continuo con entrega de reportes quincenales.

En el caso de la boya mecánica, será calibrada para que únicamente permita el ingreso de agua cuando el nivel del pozo baje. Si a pesar de la calibración la boya no funciona, se verá la posibilidad de sustituirla por una eléctrica. Lo que se busca con esto es que el caudal de ingreso de agua de reposición tienda a ser igual o cercano únicamente al de evaporación, evitando desperdicios de agua.

Para evitar la mezcla de tratamientos, es necesario cambiar el abastecimiento de agua de reposición, la cual sería provista de la línea de agua clarificada, para lo cual es necesario la instalación de una tubería conectada a esta línea, con un medidor al final para llevar un control del consumo.

2.4.6 Viabilidad económica: inversiones, ahorros, VAN, TIR, plazo de recuperación de la Inversión.

En este proyecto, es tomado como inversión únicamente los activos fijos que en nuestro caso representa la instalación de la tubería del agua de reposición y las reparaciones de la estructura de la Torre, la cual asciende a \$ 1 000. Es por esta razón que el VAN y el TIR tienen valores altos. Otras de las razones de los valores altos son el costo que representan las paras de la producción que asciende a unos \$ 32 426 al año, así como también el que no se tome como inversión el costo del tratamiento del agua de la Torre, el cual es de \$ 8 459.76, debido a que este no es considerado como un activo fijo

Información para la evaluación económica

La presente tabla muestra la información recopilada para el análisis económico.
(Ver siguiente página)

COMPAÑÍA ECUATORIANA DEL CAUCHO		
Estudio de Caso: Disminución y mejoramiento de la cantidad y calidad del Agua de Reposición de la Torre de Enfriamiento # 3		
Situación actual	US\$	Unidad
Consumo Químicos (Nalco 20230 / 2593)	243	lit/año
costo unitario Químicos	\$ 11.98	US\$/lit
costo total Químicos	\$2,911.14	US\$/año
consumo de agua	\$4.824,51	m3/año
costo unitario da agua	\$0,26	US\$/m3
costo total de agua	\$1.254,37	US\$/año
Caucho sin producir por paras	\$27.203,34	kg/año
Costo Unitario caucho	\$1,19	US\$/kg
Costo total de para de producción de caucho	\$32.426,38	US\$/año
Total	\$36.591,89	US\$/año
Gastos con inversiones	US\$	
Inversión1 =	\$ 1,000.00	
Total	\$ 1,000.00	
Situación esperada	US\$	Unidad
Consumo Químicos	\$597.60	kg/año
costo unitario Químicos	\$12.63	US\$/kg
costo total Químicos	\$7,547.69	US\$/año
consumo de agua	\$2.565,21	m3/año
costo unitario da agua	\$0,26	US\$/m3
costo total de agua	\$666,95	US\$/año
Total	\$8.214,64	US\$/año

Este proyecto tiene la finalidad de reducir totalmente las paras de producción, así como también, con un manejo adecuado de la torre, evitar el desperdicio de agua, por lo que el ahorro en total sería de \$ 27 376.36

Inversión	\$ 1 000
VAN	\$ 10 9349.7
TIR	2837.7 %
Plazo de recuperación del capital	0.42 meses

Situación Actual	\$ 36 591,89/año
Inversión	\$ 1 000.0 0
Situación Esperada	\$ 8 214,64 /año
Total Ahorro	\$ 27 376,36

Análisis de sensibilidad.

El análisis de Sensibilidad trata de los posibles riesgos que corra una inversión en los años que este ha sido estimado. Para la realización de este análisis, se utilizó un incremento en el costo del tratamiento y del agua de reposición del 3% anual durante los 10 años analizados en el estudio de viabilidad económica, obteniendo una reducción del VAN o Valor Actual Neto así como también del TIR o tasa interna de retorno, debido a que en este caso no existe ningún tipo de ingresos, por lo que este incremento significa únicamente un aumento en los costos, razón por la cual estos valores descienden.

Debido al alto costo de las paras de producción, a pesar de estos incrementos, la recuperación del capital invertido sigue siendo el mismo, por lo que el proyecto sigue siendo viable

2.4.7 Comparación de indicadores (ANTES/DESPUES)

En nuestro caso, la Torre 3 carece de control, por lo que no existe ningún tipo de información ya sea de agua de reposición o de costos. Todos estos valores fueron realizados por primera vez para la realización de este proyecto. Los indicadores que van a utilizarse en este proyecto son:

INDICADOR	UNIDAD	Antes de PmL	Después de PmL
Consumo de agua para enfriamiento por producto	m3/ton	0.1	0.03

Para la obtención de estos datos es necesario llevar mediciones de temperatura de ingreso y salida del agua de enfriamiento, cálculos de evaporación y mediciones de reposición. Estos valores pueden variar dependiendo de las variables que se presenten como por ejemplo: temperatura ambiente, demanda de consumo de agua de enfriamiento, etc.

Una diferencia entre los valores de reposición y evaporación, nos indican la presencia de fugas o fallas en el sistema, por lo que un control de éstas dos variables es importante en el buen funcionamiento del sistema.

Los valores de Caucho sin producir corresponden a valores del ITR (Informe de Turno Regular) del Departamento de Mezclas, los cuales llevan un registro de todas las paras de producción y sus respectivas causas.

2.4.8 Beneficios y resultados Económicos, Tecnológicos, Ambientales del Proyecto Desarrollado

Beneficios Económicos

La inversión del proyecto es de \$ 7547.6 anuales para el tratamiento de agua y de alrededor de \$ 1000 para las instalaciones, lo que da un total de \$ 8547.6 valor que comparado con las pérdidas de producción que es de \$ 32426, compensa la inversión, la cual según el análisis económico, se recupera en 0.42 meses, haciendo viable el proyecto.

Beneficios Ambientales

Los beneficios ambientales son traducidos en una disminución del consumo de agua así como de la generación de efluentes, los cuales son enviados hacia el río, provocando contaminación del mismo. Estos efluentes van con químicos, sedimentos, lodos, etc. sin tratamiento previo. La cantidad de estos es de alrededor de 2260 m³ anuales.

Los químicos a utilizar no representan peligro para el ser humano o para el ambiente.

Beneficios Tecnológicos

La compañía encargada del tratamiento de agua, proveerá de la asistencia técnica, para ello dispone de laboratorios portátiles, que incluyen espectrofotómetros, turbidímetro, potenciómetro, conductímetro, titulador digital y un kit de reactivos que garantizan la exactitud de los resultados de los análisis, los cuales serán realizados de una manera periódica para mantener la calidad necesitada.

2.5 Programas de Continuidad

A continuación citamos las oportunidades de mejoramiento identificadas en este programa y su orden de implantación según las necesidades e intereses de la compañía.

Oportunidad # 1

Nombre del estudio de caso: Cambio de Tecnología para la desmineralización del agua

Fecha de implantación: Largo Plazo, Fecha Indefinida de implantación

Responsable de la implementación: Ingeniería de Planta

Costo total: \$ Alrededor de 100000 USD

Oportunidad # 2

Nombre del estudio de caso: Recuperación de Condensado de Prensas de Vulcanización

Fecha de implantación: Largo Plazo

Responsable de la implementación: Departamento de Vulcanización, Ingeniería de Planta

Costo total: \$ 1500 USD

Oportunidad # 3

Nombre del estudio de caso: Corrección de Fugas del Sistema de Enfriamiento Torres 1 y2

Fecha de implantación: Largo Plazo

Responsable de la implementación: Ingeniería de Planta

Costo total: \$ 1000 USD

Oportunidad # 4

Nombre del estudio de caso: Recuperación de Condensado de Calentador de bunker

Fecha de implantación: Largo Plazo

Responsable de la implementación: Departamento de Vulcanización ,Ingeniería de Planta

Costo total: \$ 1000 USD

Conclusiones

La Producción más Limpia es una herramienta en la búsqueda de la eficiencia de los procesos, uso de recursos, disminución de residuos, efluentes, emisiones.

En nuestro caso, se ha podido identificar los orígenes de los impactos ambientales, entendidos éstos, como consumo innecesario de agua, uso ineficiente, pérdidas o fugas, contaminación. De igual manera estos impactos han podido ser traducidos a términos económicos, los cuales son el interés principal en la industria.

Nuestro Trabajo

En este estudio se ha podido demostrar que los impactos ambientales producidos, representan pérdidas económicas para la empresa, valor estimado en \$ **104327,86 anuales**, sin contar con los \$ 36000 anuales que justificaron nuestro estudio de caso.

Estos valores pueden ser evitados con ciertas acciones a seguir, que son:

- *Prevención*, como por ejemplo, con arreglos pequeños o mantenimiento en ciertas estructuras, tal es el caso de la boya mecánica que activa la reposición de agua en la torre tres, o en el sistema desmineralizador, el cual genera una alta cantidad de efluentes enviados al río
- *Reutilización*, tal es el caso del condensado producido en prensas de Vulcanización,
- *Reciclaje*, como por ejemplo en la lechada enviada como efluente

Todos ellos requieren de inversiones bajas y sus beneficios económicos y ambientales son altos, lo que respalda la definición de la Producción Más Limpia como una herramienta para llegar a la eco eficiencia.

En términos generales con el desarrollo de este estudio se ha logrado:

- * El apoyo y la preocupación por parte de la empresa para el desarrollo de programas de Producción más Limpia y de eco eficiencia en otros sectores de la empresa.
- * Desarrollo del flujograma del agua, desde su ingreso hasta su salida como efluente o emisiones en los diferentes procesos de la empresa.
- * Identificación de fallas en los sistemas de evacuación de efluentes, tal es el caso del túnel de evacuación de efluentes que se encontró deteriorado en su base, por una fuga de efluentes de los filtros Desmineralizadores.
- * Cálculo y obtención de información inexistente en la empresa sobre el agua, efluentes y emisiones, en los diferentes procesos.
- * Identificación de los puntos de generación de efluentes a lo largo de todo el proceso productivo
- * Determinación de la cantidad de agua perdida en cada punto de generación
- * Cuantificación de pérdidas económicas para la empresa por fugas de agua.
- * Desarrollo de planes de seguimiento en los puntos de generación
- * Identificación de pérdidas económicas a causa de problemas por calidad de agua (torre tres)
- * Identificación de impactos ambientales en el río Machángara, provocados por la empresa
- * Identificación de fallas o falta de uso en sistemas de tratamiento, como lo son los separadores de aceite y colectores de aguas lluvias.

Legislación

El cumplimiento de normas legales es uno de los puntos a tratar en el desarrollo de un programa de Producción Más Limpia, lo cual es de gran utilidad en el sector industrial ya que muchas de las veces, por falta de aplicación, control o desconocimiento, las empresas evaden o simplemente no cumplen con reglamentos y leyes, lo cual puede traer consigo problemas ya que según la ley, el desconocimiento no es justificativo para el no cumplimiento de las mismas.

En nuestro estudio, la compañía cumple con la mayoría de requisitos legales, siendo tomados en cuenta por parte de la gerencia, las normas y reglamentos que faltan por ser cumplidas.

Un ejemplo de esto, es la caracterización de los efluentes realizada anteriormente por parte de la empresa, en donde se encuentran trabajando para cumplir con algunos puntos en los cuales están fuera de la ley.

En nuestro estudio se ha podido establecer que lo caracterizado corresponde a sólo una parte de los efluentes enviados (44%), lo cual indica la existencia de fallas en su sistema de evacuación.

De igual manera se han identificado las descargas analizadas por parte de ETAPA, existiendo una que no ha sido tomada en cuenta y que, al contrario de las anteriores que son enviadas al colector de ETAPA, ésta es enviada directamente al río provocando contaminación ambiental al río Machángara.

Esta contaminación ha sido comprobada con análisis Limnológicos realizados antes de la descarga y después de ella, lo que llevó a que la compañía realice una nueva caracterización, pero ahora de este efluente, demostrándose su incumplimiento a las normas legales.

Esto ha ayudado a la empresa a identificar sus problemas de efluentes, desde su envío, hasta su disposición final, teniendo ahora una guía para su remediación y cumplimiento.

De igual manera, los programas de producción más limpia son una herramienta para la obtención de certificados internacionales, como por ejemplo ISO 14000, sellos verdes, etc.; los cuales tratan acerca de gestión ambiental dentro de la empresa. En nuestro caso, la compañía tiene como objetivo la obtención del certificado ISO 14000, por lo que nuestro trabajo ayuda a lograr este fin.

La Industria y el Medio Ambiente

Las relaciones entre industria y medio ambiente nunca han podido ser tratadas de una forma equitativa, siendo la primera, la que ha llevado la delantera por el poder económico que representa. En este sentido, en nuestra ciudad y en otras partes del mundo, hablar al sector industrial de conservación ha sido más que una utopía.

En este sentido, la Producción más Limpia sirve para traducir los beneficios ambientales en beneficios económicos para las empresas, es decir se puede ahora sí hablar de conservación al sector industrial, enfocado desde una perspectiva diferente, buscando, tal vez una forma de equilibrio o de armonización entre ellos.

Es de esta manera que a través de la Producción más Limpia, la biología puede alcanzar metas de conservación mediante una ecología más urbana, enfocada al desarrollo productivo de las ciudades, buscando implantar teorías de conservación y uso sustentable de los recursos a través del reciclaje, reutilización, etc.; en definitiva, trabajando junto al sector industrial y lograr soluciones conjuntas, aportando con un granito de arena a la conservación de nuestro planeta.

Recomendaciones

La principal recomendación que podemos dar es la aplicación y continuación de los Programas de Producción más Limpia en las diferentes etapas del proceso productivo, debido a los beneficios encontrados y explicados durante todo este estudio. En nuestro caso, la aplicación de este trabajo obtendría los siguientes beneficios:

Ahorro de Agua

A través de Producción Más Limpia, se puede ahorrar alrededor de 87880.88 m³ anuales de agua tomada del río, lo que en términos ambientales significa disminuir el impacto de igual cantidad de efluentes.

Económicamente hablando, esto significa alrededor de \$66000 de ahorro, debido a gastos de clarificación, desmineralización, generación de vapor, etc.

Al final, los beneficios ambientales son traducidos en beneficios económicos, llegando a satisfacer las dos necesidades y así llegando cada vez más a lograr la eco eficiencia de los procesos y la disminución de los impactos ambientales.

A continuación mostramos un cuadro resumen de las oportunidades de mejora encontrados con sus respectivas expectativas de mejora. (Ver siguiente página)

Oportunidad de mejora	Expectativa de disminución de Efluente (ton/año)	Costo (\$/ m³)	Total \$
<i>Condensado de Prensas no recuperado</i>	43153.25	1.10	47468,57
<i>Fugas Sistema de Enfriamiento Torres 1 y 2</i>	29967.89	0.26	7791,65
<i>Condensado no recuperado del calentador de bunker</i>	5629.79	0.80	4503,83
<i>Efluente de Regeneración filtros desmineralizadores</i>	7226.34	0.80	5781,07
<i>Fugas Sistema de Enfriamiento Torre # 3, Calidad del Agua</i>	1582.21	0.26	411,37

TOTAL AHORRO AGUA	87 559,48 m³ anuales
TOTAL AHORRO ECONÓMICO	\$ 65 956,49 anuales

Gráficamente tenemos:

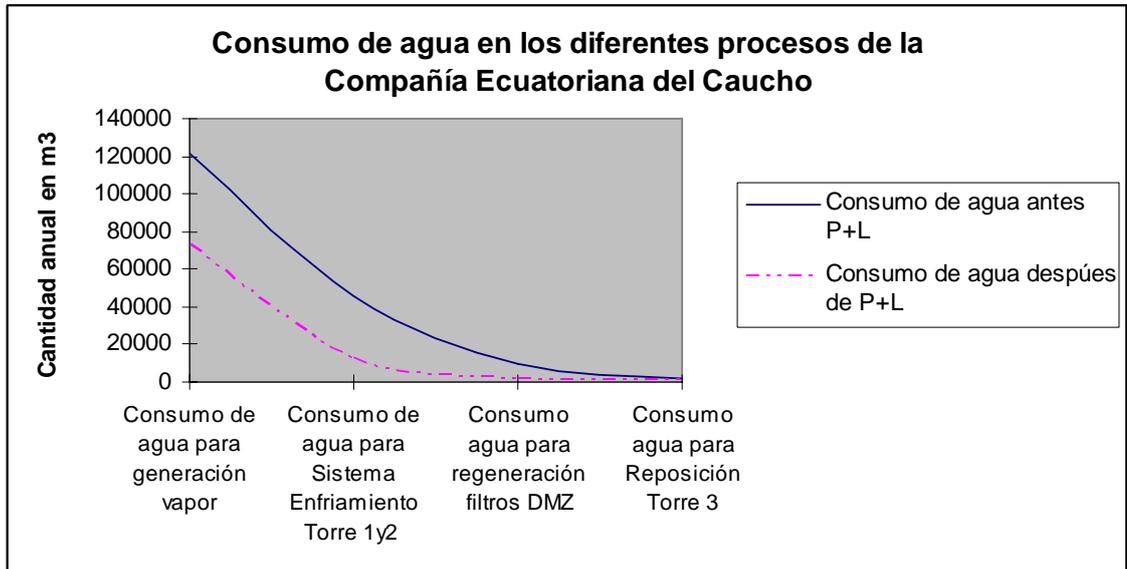


Fig. 24. Gráfico de Consumo Esperado de Agua antes y después de P+L en los diferentes procesos

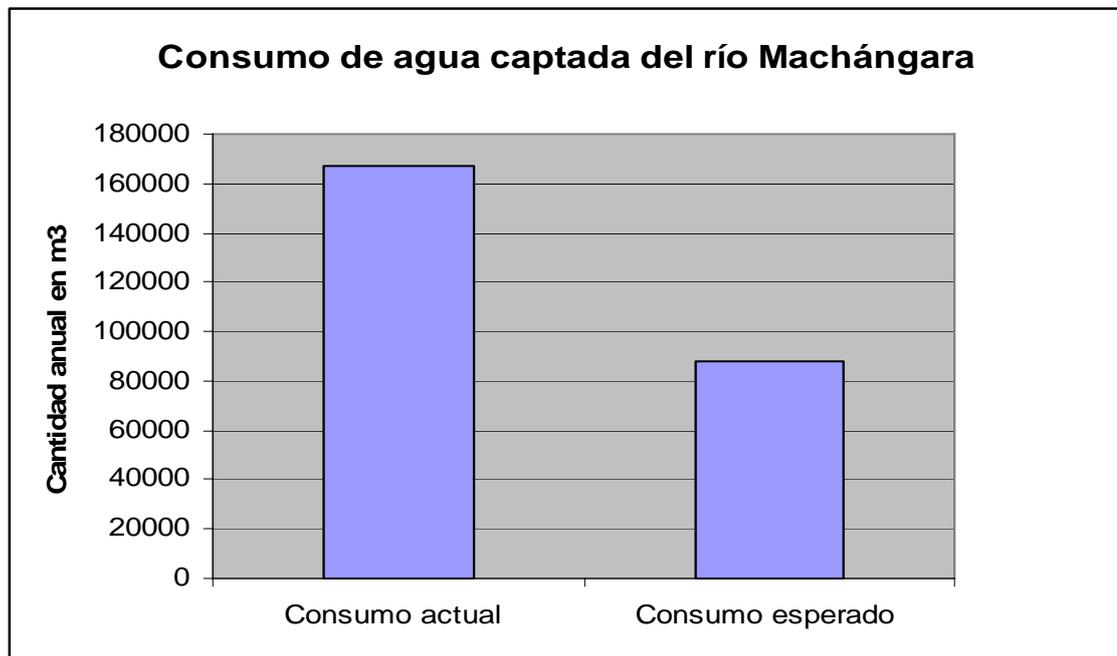


Fig. 25. Gráfico de Consumo Esperado de Agua antes y después de P+L del Río Machángara

Como podemos observar, con el programa de Producción más Limpia se espera disminuir el consumo de agua prácticamente en un 50%, es decir la mitad del consumo actual, es decir de 167234 m³ anuales a 88264,01 m³ anuales

Generación de Efluentes

De igual manera, con los programas de P+L, esperamos disminuir la cantidad de efluentes generados en un 53%, es decir de 187861.27 m³ anuales a 100301.79 m³ anuales.

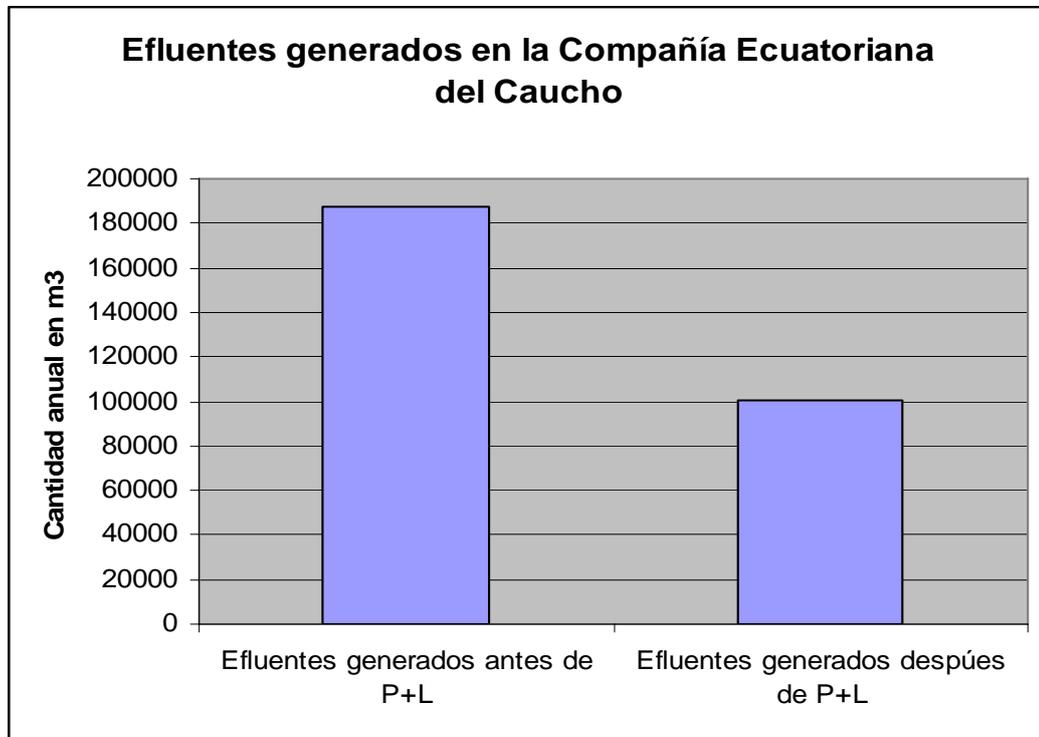


Fig. 26. Gráfico de Generación Esperado de Efluentes antes y después de P+L

De igual manera, basados en nuestro trabajo, consideramos recomendar también lo siguiente:

- La implantación de planes de seguimiento y de mejoramiento continuo, son indispensables para que todo el programa de Producción Más Limpia tenga los resultados esperados.
- Involucrar al personal en el uso eficiente de los recursos, así como de una cultura de responsabilidad y respeto ambiental es indispensable para el éxito de los proyectos.
- Mantener una política de gestión ambiental al interior de la empresa para así evitar posibles problemas en lo que se refiere a cumplimiento de leyes y ordenanzas con el gobierno local
- La realización de las oportunidades encontradas, traerá a la empresa grandes beneficios tanto económicos, operacionales, ambientales, así como también abrirá las puertas para la obtención de certificados internacionales, tales como ISO 14000, OSHAS, etc.; que son de gran interés por parte de la empresa en sus intenciones comerciales a nivel mundial.

Bibliografía

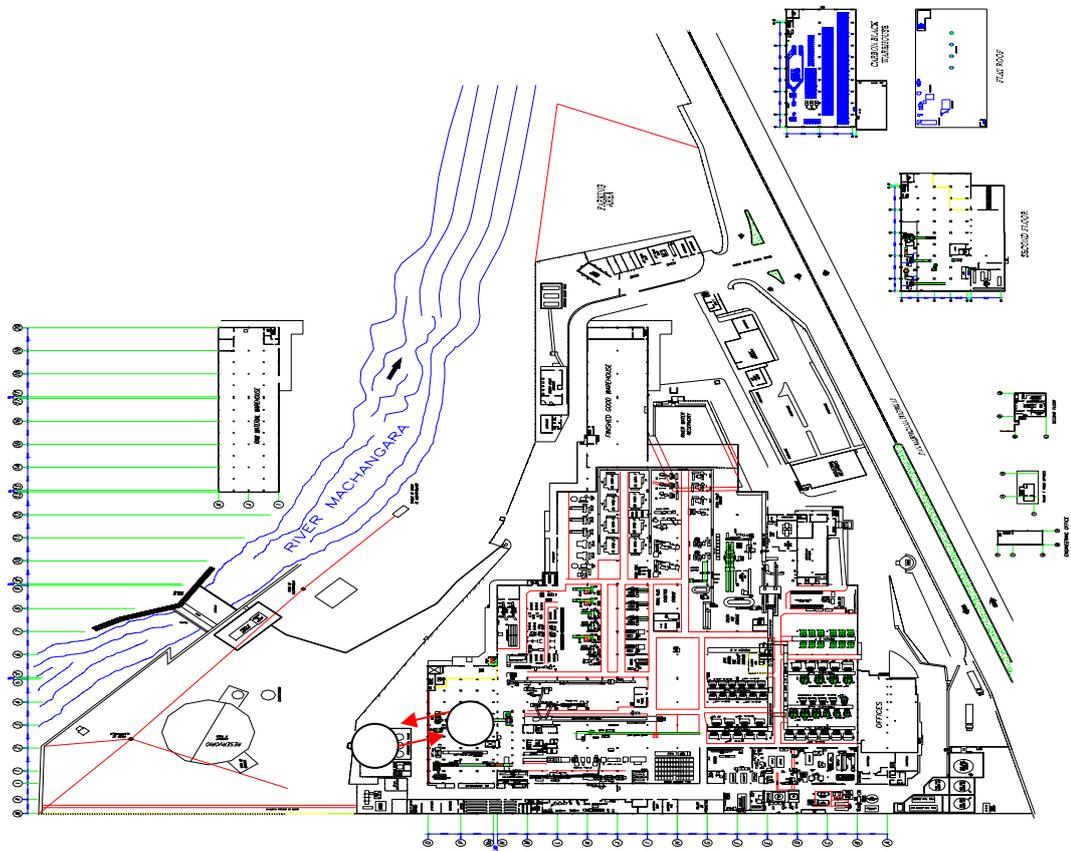
- ANAM. 1999. **Instrumentos de Gestión Ambiental y Participación Empresarial en la Producción Más Limpia**. En Internet (en línea). <[http.anam.gov.pa/](http://anam.gov.pa/)> Consulta: 16 de agosto de 2004
- CARRERA. C. y FIERRO K. 2001. **Manual de Monitoreo: Los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la calidad del Agua**. Ecociencia. Quito.
- CNPL. 2001. **Producción Más Limpia, generalidades**. Centro Nacional de Producción limpia de Chile. En Internet (en Línea).<[http.cnpl.cl/generalidades/](http://cnpl.cl/generalidades/)>. Consulta: 2 de agosto de 2004
- GHISLIERI. Daniel. 2002. **Tratamiento de Agua de Sistemas de Enfriamiento**. En Internet (en línea). <[http. Instituto de Ingeniería Química Tecnología y Servicios Industriales /](http://www.institutoquimico.com.ar/)>. Consulta: 10 de octubre de 2005
- HACAB. 2000. **Definiciones de Producción Más Limpia**. En Internet (en línea) <[http.Hacab.org./Definiciones/](http://www.hacab.org/definiciones/)>. Consulta: 2 de agosto de 2004
- KEMMER. F.N. and CALLION. J.Mc. 1993. **NALCO: Manual del Agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones**. McGraw-Hill. México.
- PANGEA. 2002. **Participación Ciudadana en procesos de Producción más limpia**. En Internet (en línea). <[http. Pangea.org./generalidades/](http://www.pangea.org/generalidades/)>. Consulta: 16 de agosto de 2004
- SIGA. 2003. **Producción Más Limpia como Estrategia Integrada de Prevención Ambiental**. En Internet (en línea).<[http.siga.cl./definición/](http://www.siga.cl/definicion/)>. Consulta: 16 de agosto de 2004
- **Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ecuador**. Registro Oficial 31 de marzo del 2003: Libro VI de la calidad Ambiental.
- ZAROR. C. 1991. **Tratamiento de desechos en la industria de alimentos, en Seminario Taller: “Avances tecnológicos para la reducción de la contaminación industrial”**. Tomo II, Universidad de Concepción. Chile.

ANEXOS

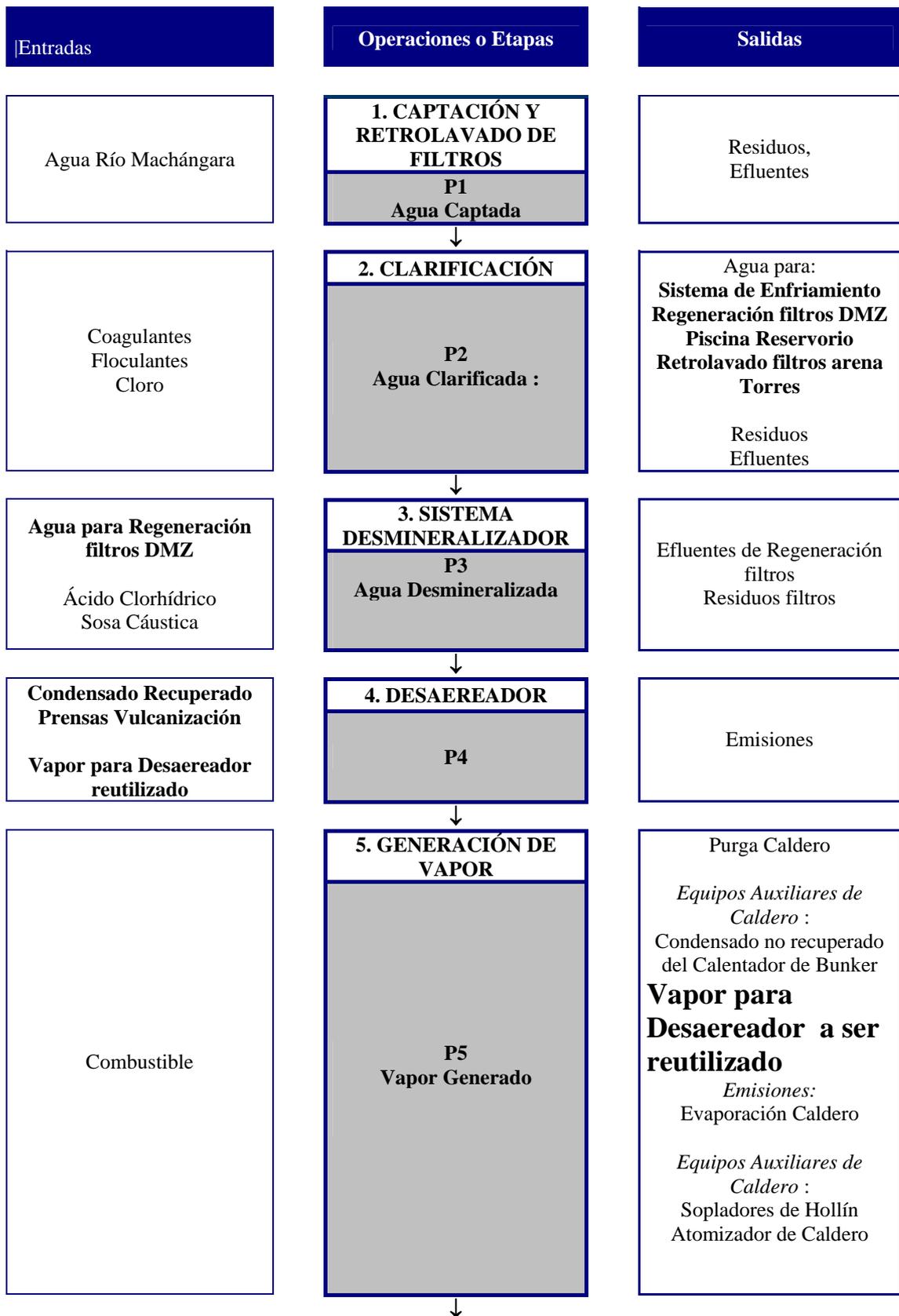
- Anexo N° 1 Lay out de las instalaciones.....101
- Anexo N° 2 Diagrama de Flujo.....102
- Anexo N° 3 Análisis Limnológico.....105
- Anexo N° 4 Balance de Materiales.....107
- Anexo N° 5 Planillas Auxiliares.....114
- Anexo N° 6 Plano de tuberías de agua de Enfriamiento.....119

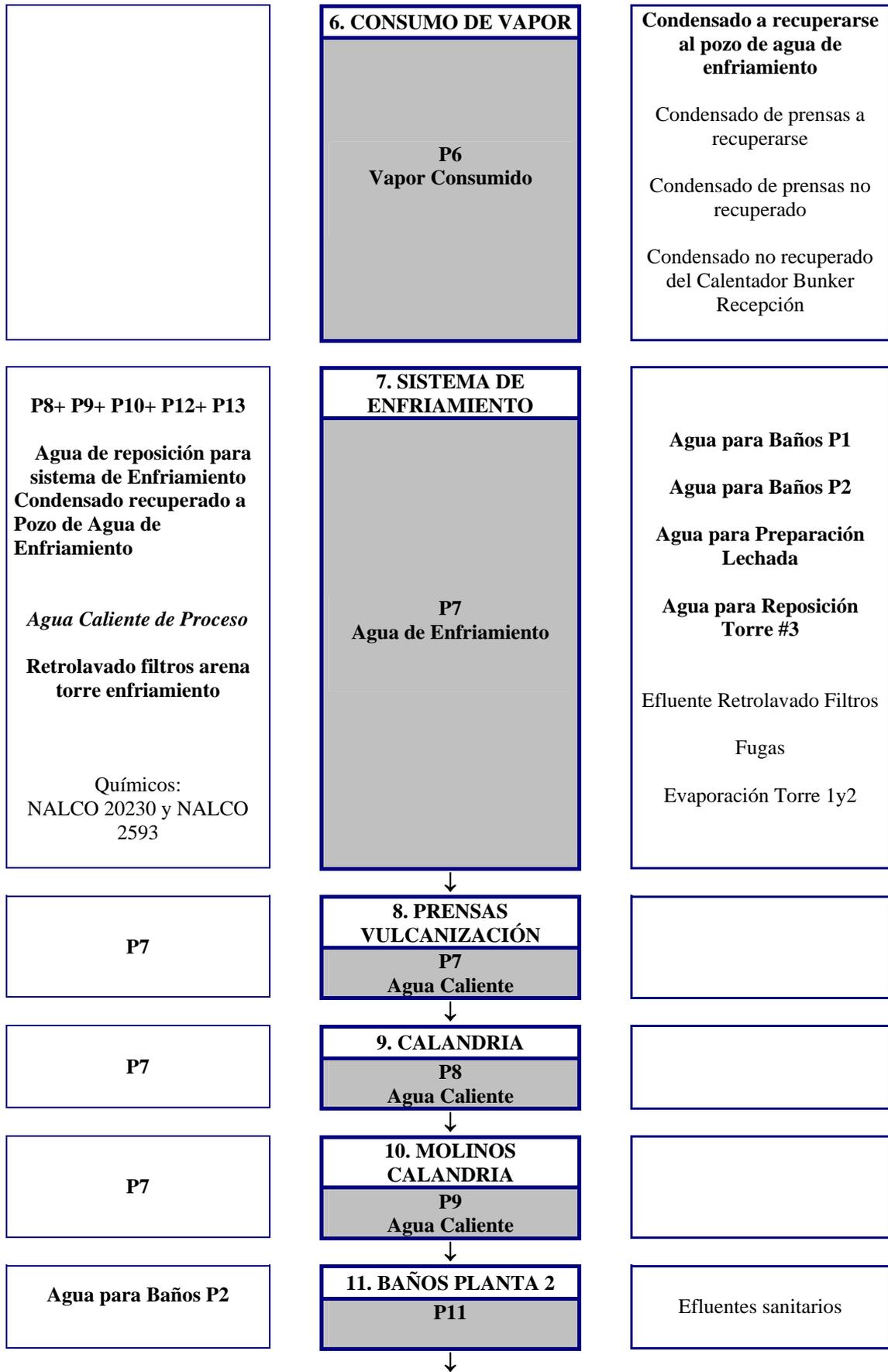
ANEXOS

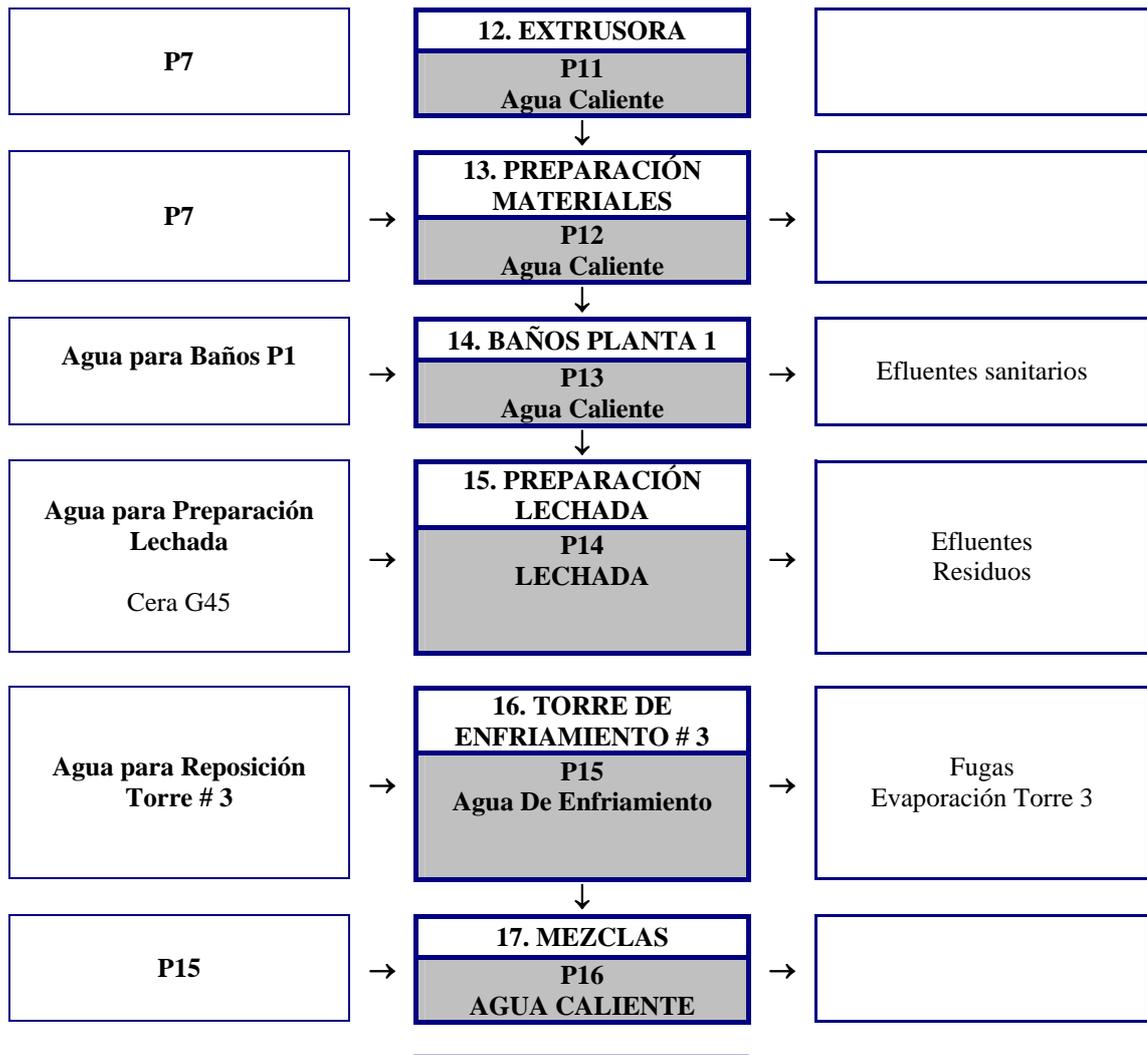
Anexo N° 1 Layout de las Instalaciones



Anexo N° 2 Diagrama de Flujo







Anexo N° 3 Análisis Limnológico

INDICE EPT

Sitio de Recolección :

Antes y Después de Descarga de Efluente de Retrolavado

Nombre del Río: Machángara

Fecha de Recolección: 12

Septiembre

Clasificación	Antes de la Descarga		Después de la Descarga	
	Abundancia (Número de Individuos)	EPT Presentes	Abundancia (Número de Individuos)	EPT Presentes
Anelidae	112		50	
Bivalvia	0		0	
Baetidae	138	138	25	25
Ceratopogonidae	0		0	
Chironomidae	301		254	
Corydalidae	0		0	
Gastropoda	0		0	
Hirudinea	0		1	
Oligochaeta	0		0	
Simuliidae	2		0	
Tipulidae	2		0	
Zygoptera	0		0	
TOTAL	555	138	330	25
Abundancia Total	555		Abundancia Total	330
EPT total	138		EPT total	25

EPT total/Abundancia Total*100 = Calidad de Agua

Antes de la Descarga (555/138) 100 24,86 % Calidad de Agua: <i>Mala - Regular</i>	Después de la Descarga (555/138) 100 7,58 % Calidad de Agua: <i>Mala</i>
--	---

Calidad del Agua	Agua		
75 - 100%	Muy Buena	25 - 49%	Regular
50 - 74%	Buena	0 - 24%	Mala

INDICE DE SENSIBILIDAD

Sitio de Recolección :

Antes y Después de Descarga de Efluente de Retrolavado

Nombre del Río: Machángara

Fecha de Recolección: 12 Septiembre

Clasificación	Antes de la Descarga		Después de la Descarga	
	Sensibilidad	Presencia	Sensibilidad	Presencia
Anelidae	1	1	1	1
Bivalvia	1		1	
Baetidae	7	7	7	7
Ceratopogonidae	3		3	
Chironomidae	2	2	2	2
Corydalidae	6		6	
Gastropoda	3		3	
Hirudinea	3	3	3	
Oligochaeta	1		1	
Simuliidae	8	8	8	
Tipulidae	3	3	3	
Zygotera	8		8	
TOTAL		24		10

Calidad de Agua	
Antes de la Descarga	<i>Mala</i>
Después de la Descarga	<i>Muy Mala</i>

Calidad del Agua	
101 - 145	Muy Buena
61 - 100	Buena
36 - 60	Regular
16 - 35	Mala
0 - 15	Muy Mala

Anexo N° 4 Balance de Materiales

ENTRADAS		PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS		
Materias primas, insumos y auxiliares	Energía	Etapas	Efluentes Líquidos	Residuos Sólidos	Emisiones Atmosféricas
Agua Río Machángara = 167234 ton /año	Bomba Captación-Reservorio = 16663.44 Kwh/año Bomba Reservorio-Tanque Floculador = 19390.18 Kwh/año	1. Captación Y Retrolavado De Filtros P1 (Agua Captada = 135194 ton/año)	Retrolavado Filtros Captación del Río = 31866 Ton /año	Residuos del Río = 173.9 ton/año Arena de Filtro = 4.2 ton/año	
Floculante, Coagulante, Cloro = 9.6 ton/año	Bomba Tanque Floculador-Reservorio Agua Clarificada = 24237.73 Kwh/año Bomba Transferencia = 48475.45 Kwh/año	2. Clarificación P2 Agua Clarificada = 131505 ton/año: <i>Sistema Desmineralizador = 98254 ton/año</i>	Agua de reposición para Sistema de Enfriamiento = 8608 ton/año Agua para Regeneración Filtros DMZ = 9440 ton/año Agua para Piscina reservorio (Limpieza) = 12165 ton/año Agua para Retrolavado filtros arena Torres = 5378.68 ton/año Efluentes Clarificador = 2958.88 ton/año	Residuos Sólidos Clarificador = 739.72 ton/año	
Agua para Regeneración Filtros DMZ = 9440 ton/año Ácido Clorhídrico = 50.82 ton/año Sosa Cáustica = 93.07 ton/año	Bomba de recirculación = 2423.77 Kwh/año	3. Sistema Desmineralizador P3 98254 ton/año	Efluente de Regeneración Filtros 1648.43 ton/año (Valor Medido) (Fuga Sistema Desmineralizador = 7935.46 ton/año)	Resinas de filtros = 1.74 ton/año (Promedio Anual)	

<p>Condensado Recuperado de prensas 22105 ton/año +</p> <p>Vapor para Desaereador reutilizado = 2819 ton/año</p>	<p>Bomba Desaereador = 7513.69 Kwh/año</p>	<p>4. Desaereador</p> <p>P4 (121315 ton/año)</p>	<p>Emisiones = 1863 ton/año</p>
<p>Bomba Alimentación a Caldero = 1211886.29 Kwh/año</p> <p>Combustible bunker = 8828.98 ton/año</p>	<p>5. Generación de Vapor (Caldero)</p> <p>P5 Vapor Generado = 93134 ton/año</p>	<p>Purga = 12036 ton/año</p> <p>Equipos Auxiliares de Caldero :</p> <p>Condensado no recuperado del Calentador de Bunker = 5621.74 ton/año</p> <p>Vapor para Desaereador a ser reutilizado = 2833.36 ton/año</p>	<p>Evaporación Caldero = 1912 ton/año</p> <p>Equipos Auxiliares de Caldero :</p> <p>Sopladores de Hollín: 156.46 ton/año</p> <p>Atomizador de Caldero: 5621.74 ton/año</p> <p>Emisiones de Combustible = 8828.98 ton/año</p>
<p>6. Consumo de Vapor: Prensas de Vulcanización Extrusora Doble, Roller Head, Calandria, Mezclas</p> <p>P6 Vapor Consumido</p>	<p>Condensado a recuperars al pozo de agua de enfriamiento = 9344.78 ton/año</p> <p>Condensado de prensas a recuperarse = 22105 ton/año</p> <p>Condensado de prensas no recuperado = 61133.12 ton/año</p> <p>Condensado no recuperado del Calentador Bunker Recepción = 36.72 ton/año</p>		

<p>P8+ P9+ P10+ P12+ P13</p> <p><i>Agua de reposición para sistema de Enfriamiento = 8608 ton/año</i></p>	<p>Bomba Torre # 1 = 48475.45 kwh/año Bomba Torre #2 = 48475 kwh/año</p>		<p>Agua para Baños P1 = 639.14 ton/año</p>	
<p>Condensado recuperado a Pozo de Agua de Enfriamiento = 9344.78 ton/año</p> <p><i>Agua Caliente de Proceso = 45783.4 ton/año</i></p>	<p>Distribución Agua Torre Ida = 484754.51 kwh/año Distribución Agua Torre Retorno = 121188.63 kwh/año</p>	<p>7. Sistema de Enfriamiento</p>	<p>Agua para Baños P2 = 852.18 ton/año</p> <p>Agua para Preparación Lechada = 1147.18 ton/año</p> <p>Agua para Reposición Torre #3 = 4825.43 ton/año</p>	<p>Evaporación Torre 1 = 7087.01 ton/año Torre 2 = 6378.31 ton/año</p>
<p><i>P2.4 Retrolavado filtros arena torre enfriamiento = 5378.68 ton/año</i></p> <p>Químicos: NALCO 20230 y NALCO 2593 = 3.41 ton/año</p>	<p>Ventilador Torre1 = 96950.9 kwh/año Ventilador Torre 2 = 145426.35 kwh/año</p>	<p>P 7 Agua de Enfriamiento</p>	<p>Efluente Retrolavado Filtros = 5378.68 ton/año Fugas = 42811.24 ton/año</p>	
<p>P7</p>		<p>8. Prensas de Vulcanización</p> <p>P8 Agua de Enfriamiento a Torre</p>	<p>0</p>	
<p>P7</p>		<p>9. Calandria</p> <p>P9 Agua de Enfriamiento a Torre</p>	<p>0</p>	
<p>P7</p>		<p>10.Molinos Calandria</p> <p>P10 Agua de Enfriamiento a Torre</p>	<p>0</p>	
<p>Agua para Baños Planta2 = 852.18 ton/año</p>		<p>11. Baños Planta</p> <p>P11</p>	<p>Efluentes Sanitarios = 852.18 ton/año</p>	
<p>P7</p>		<p>12. Extrusora</p> <p>P12 Agua de Enfriamiento a Torre</p>	<p>Fugas = 320.39 ton/año</p>	
<p>P7</p>		<p>13. Preparación Materiales</p>		

		P13 Agua de Enfriamiento a Torre	0		
Agua para Baños Planta1= 639.14 ton/año		14. Baños Planta 1	Efluentes Sanitarios = 639.14 ton/año		
		P14			
Agua para Preparación Lechada 1145.98 ton/año	Bomba = 4847.55 kwh/año Cera G45 = 19.1 ton/año	15. Preparación Lechada	Efluentes (agua de enfriamiento + Cera G45 = 233.26 ton/año	Residuos sólidos (embalaje = 0.23 ton /año)	
		P15 Lechada 935.08 ton/año			
Agua para Reposición Torre #3 4825.43 ton/año	Bomba Retorno Agua Maquina-torre = 96950.9 kwh/año Bomba Torre – maq. = 339328.16 kwh/año Motor Hélice = 121188.63 kwh/año	16. Torre de Enfriamiento # 3	Fugas Internas Torre = 1575.18 ton/año Fugas Externas Torre = 685.12 ton/año	Evaporación = 2564.21 ton/año	
		P16 Agua de Enfriamiento a Torre			
		17. Mezclas			
		P17 Agua de Enfriamiento a Torre	0		

Afluentes:
277110,16
ton/año

CAPTACIÓN:
Agua Captada =
167234 ton/año

DESMINERALIZACIÓN
- Agua para
regeneración

Filtros DMZ

= 9440 ton/año

DESAERADOR
Condensado
recuperado de
prensas
= 22105 ton/año

Vapor para
Desaerador
reutilizado
= 2819 ton/año

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO
Agua de reposición a
sistema de
enfriamiento
= 8608 ton/año
Condensado
recuperado de
prensas de domo
= 9344.78 ton/año
Agua Caliente de
Proceso
= 45783.4 ton/año
Agua para
Retrolavado filtros
arena torres
= 5378.68 ton/año

BAÑOS PLANTA 1Y2
Agua para Baños
P1
= 639.14 ton/año
Agua para Baños
P2
= 852.18 ton/año

LECHADA
Agua para
preparación
Lechada
= 1147.18 ton/año

TORRE ENFRIAMIENTO #3
Agua para
reposición torre #3
= 4824.51 ton/año

ENERGÍA ELÉCTRICA
2 838177.09
kwh/año:
Bombas Planta de Clarificación (4) = 108766.79
kwh/año
Bombas Sistema Desmineralizador (3) = 1
221823.75
kwh/año
Bombas Sistema de Enfriamiento (9) =
1 502738.99
kwh/año
Bomba Preparación Lechada (1) =
4847.55 kwh/año

COMBUSTIBLE
Bunker
Caldero =
8828.98 ton/año

Efluentes:
253179.58
Agua de reposición a
sist de enfriamiento
= 8608 ton/año
- Agua para

regeneración

Filtros DMZ =

9440 ton/año

- Agua para Piscina
Reservorio
= 12165
ton/año
Agua para
Retrolavado
filtros arena
torres
= 5378.68 ton/año
Vapor para
Desaerador a ser
reutilizado
= 2819 ton/año
Condensado a
recuperarse de
prensas de domo
= 9344.78 ton/año
Condensado de
prensas a
recuperarse
= 22105 ton/año
Agua para Baños
P1
= 639.14 ton/año
Agua para Baños
P2
= 852.18 ton/año

Agua para
Preparación
Lechada
= 1147.18 ton/año
Agua para
reposición Torre
3
= 4824.51 ton/año
Retrolavado
Filtros Captación
= 31866 ton/año
Efluentes
Clarificador
= 2958.88 ton/año
Regeneración
Filtros DMZ =
1763.9 ton/año
Fuga Sistema
Desmineralizador
= 7935.46 ton/año
Purga Calderos
= 12036 ton/año
Condensado no
recuperado del
Calentador de
Bunker
= 5629.79 ton/año
Condensado de
Prensas no
recuperado
= 61133.12 ton/año
Condensado no
recuperado del
Calentador
Bunker Recepción
= 36.72 ton/año
Efluentes
Retrolavado
Filtros Arena

EMISIONES
34417,86
ton/año:
Emisiones
Desaereado

r =
1863 ton/año
Evaporación
Caldero =
1912 ton/año
Equipos
Aux.

Caldero:
Soplador de
Hollín =
154.56
ton/año

Atomizador
de Caldero
=
5629.79
ton/año

Evaporación
Torre 1y2
= 13465,3
ton/año
Evaporación
Torre 3 =
2564.21
ton/año

Emisión
Combustible
e Chimenea
= 8828.98

RESIDUOS
919.77
ton/año:

Captación =
178.1 ton/año

Clarificador
=
739.7 ton/año

Resinas DMZ
=
1.74 ton/año

Preparación
Lechada =
0.23 ton/año

PRODUCTOS		
Afluentes: 278350.27 ton/año	Energía = 2838177.09 kwh/año Combustible = 8828.98 ton/año	Efluentes: 253179.58 ton/año Residuos 919.77 ton/año Emisiones : 34417.86 ton/año Suma de los productos Colector: 200172.54 ton/año Fugas y Filtraciones: 53007.04 ton/año
TOTAL		
Entradas = 287179.25 ton/año	Salidas = 253179.58 ton/año	Diferencia= 33999,67 ton/año

Nota

- Cantidades anuales calculadas por 318.66 días presupuestados por la compañía.
- Cantidades de Agua de Enfriamiento enviadas hacia las diferentes maquinarias (**P7, P8, P9, P10, P12, P13, P16 y P17**), no son posibles de cuantificar en sus respectivas etapas (Prensas Vulcanización, Calandria, Molinos de Calandria, Extrusora, Preparación Materiales, Mezclas), puesto que no se tienen instalados los medidores de flujo necesarios. Lo mismo ocurre con las salidas de las mismas etapas.
- La información y datos necesarios para la realización de este Trabajo, han sido proporcionados por el Departamento de Ingeniería de Planta de la Compañía Ecuatoriana del Caucho.

Otra información ha sido calculada. (Anexo Memoria de Cálculo de Balance)

Anexo N° 5 Planillas auxiliares para selección de los Estudios de casos

Categorías de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

Nº	Categorías	I	II	III	IV	V	VI	VI I	VI II	IX	X	XI	XI I
1	Materia prima no utilizada	X	X			X		X	X				
2	Productos no comercializados												
3	Impurezas o sustancias secundarias en las materias primas												
4	Subproductos inevitables o desechos			X	X		X						
5	Residuos y subproductos no deseados												
6	Materiales auxiliares utilizados												
7	Sustancias producidas en la partida o parada de equipamientos y sistemas												
8	Lotes mal producidos o rechazos												
9	Residuos y materiales de mantenimiento												
10	Materiales de manipulación, transporte y almacenaje												
11	Materiales de muestreo y análisis												
12	Pérdidas debido a evaporación o emisiones												
13	Materiales de disturbio operacionales o de fugas	X	X					X					
14	Material de embalaje												

Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

I	Condensado de Prensas no recuperado	VI I	Fugas Sistema de Enfriamiento Torre # 3, Calidad del Agua
II	Fugas Sistema de Enfriamiento Torres 1y2	VI II	Fugas Extrusora
III	Purga Calderos	IX	
IV	Regeneración filtros Desmineralización Calderos	X	
V	Condensado no recuperado del Calentador de Bunker	XI	
VI	Retrolavado filtros de arena Torres	XI I	

Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

Nº	Grupos	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones													
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1	BUENAS PRÁCTICAS OPERACIONALES	Optimización de parámetros operacionales		X						X						
2		Estandarización de procedimientos														
3		Mejoramiento en el sistema de compras y ventas														
4		Mejoramiento en el sistema de información y entrenamiento														
5		Mejoramiento en el sistema de mantenimiento							X	X	X					
6	PROCESO Y TECNOLOGÍA	Cambios e innovaciones tecnológicas				X				X						
7		Alteraciones en el proceso, inclusión o exclusión de etapas														
8		Cambio en las instalaciones, lay-out o proceso	X	X						X						
9		Automatización de procesos														
10	PRODUCTO	Pequeños cambios en el producto														
11		Cambio en el diseño o proyecto del producto														
12		Sustitución de componentes o embalaje del producto														
13	MATERIAS PRIMAS	Sustitución de la materia prima o del proveedor														
14		Mejoramiento en la preparación de la materia prima														
15		Sustitución de embalajes de la materia prima														
16	RECICLADO Y TRATAMIENTO	Logística asociada a subproductos y residuos														
17		Re-uso y reciclaje interno	X				X									
18		Re-uso y reciclaje externo														
19		Tratamiento y disposición de residuos	X	X	X	X	X	X	X	X	X					

Buenas Prácticas Operacionales

Nº	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Mayor control de ingreso y salida de agua de enfriamiento.		X							X			
2	Identificación y actualización de usos de agua de enfriamiento y fuentes de ingreso.		X							X			
3	Con datos anteriores identificar puntos de pérdida o fugas de agua de enfriamiento		X							X			
4	Mantenimiento de Maquinarias y Estructuras de Enfriamiento que han sido desgastadas por su uso (Extrusora, Torre # 3)									X	X		
5	Mantenimiento de filtros, garantizando un correcto funcionamiento de los mismos						X						

Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

I	Condensado de Prensas no recuperado	VI	Fugas Sistema de Enfriamiento Torre # 3, Calidad del Agua
II	Fugas Sistema de Enfriamiento Torres 1y2	VI	Fugas Extrusora
III	Purga Calderos	IX	
IV	Regeneración filtros Desmineralización Calderos	X	
V	Condensado no recuperado del Calentador de Bunker	XI	
VI	Retrolavado filtros de arena Torres	XI	

Cambios en el Proceso e Innovaciones Tecnológicas

	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones											
		I	II	III	IV	V	VI	VI I	VI II	IX	X	XI	XII
1	Cambio de tecnología en Sistema Desmineralizador por otro sistema llamado Osmosis Inversa.				X								
2	Instalación de tuberías para reutilizar condensado producido en prensas, evitando el envío de estos como efluentes al alcantarillado,	X											
3	Eliminación de instalaciones de consumo extra del sistema de enfriamiento (baños, lechada). Agua para uso únicamente de enfriamiento. Utilización de agua clarificada en baños y lechada.		X										
4	Tratamiento independiente de agua de enfriamiento de Torre #3, debido a Mala calidad de Agua. Utilización de agua clarificada para reposición.								X				
5	Adecuación o construcción de sistemas de recuperación de agua en Torre #3, debido a reboso en paredes y placas de enfriamiento de la torre.								X				

Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

I	Condensado de Prensas no recuperado	VI I	Fugas Sistema de Enfriamiento Torre # 3, Calidad del Agua
II	Fugas Sistema de Enfriamiento Torres 1y2	VI II	Fugas Extrusora
III	Purga Calderos	IX	
IV	Regeneración filtros Desmineralización Calderos	X	
V	Condensado no recuperado del Calentador de Bunker	XI	
VI	Retrolavado filtros de arena Torres	XI I	

Tratamiento Re uso y Reciclaje

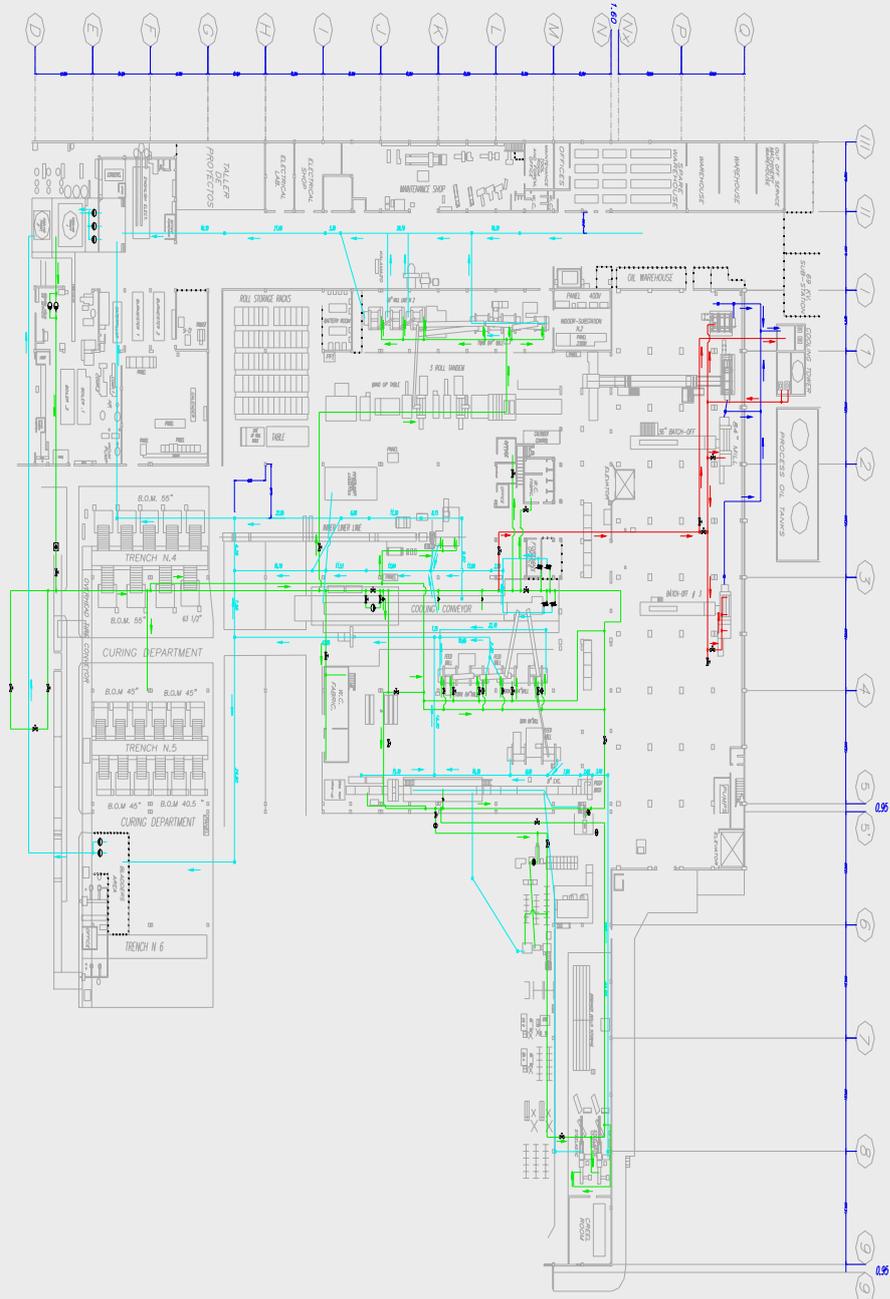
Nº	Alternativas para minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VII I	IX	X	XI	XII		
1	Condensado generado puede ser reutilizado, según sus características, para generación de vapor u otros usos: baños, limpieza, reservorio.	X					X								
2	Si Efluentes generados no pueden ser reciclados, deben ser enviados a los separadores de aceite, y en caso de que existiera componentes químicos contaminantes, necesitarán de tratamiento antes de su descarga al sistema de alcantarillado.	X	X	X	X	X	X	X	X	X					

Listado de los principales subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

I	Condensado de Prensas no recuperado	VI I	Fugas Sistema de Enfriamiento Torre # 3, Calidad del Agua
II	Fugas Sistema de Enfriamiento Torres 1y2	VI II	Fugas Extrusora
III	Purga Calderos	IX	
IV	Regeneración filtros Desmineralización Calderos	X	
V	Condensado no recuperado del Calentador de Bunker	XI	
VI	Retrolavado filtros de arena Torres	XI I	

Anexo N° 6 Planos Tuberías de Enfriamiento

Las Líneas Verdes muestran el camino de ida del agua de enfriamiento, mientras que las celestes, el de retorno. El circuito de la Torre # 3 muestra de color rojo el abastecimiento desde el circuito principal a la torre y desde la misma a las maquinarias del mixer, mientras que el de color azul oscuro es el retorno de agua a la Torre # 3.



AUTORE: DISEÑO: DISEÑO: DISEÑO:	REVISOR: REVISOR: REVISOR:	DISEÑO: DISEÑO: DISEÑO:	DISEÑO: DISEÑO: DISEÑO:	DISEÑO: DISEÑO: DISEÑO:	DISEÑO: DISEÑO: DISEÑO:	DISEÑO: DISEÑO: DISEÑO:	DISEÑO: DISEÑO: DISEÑO:
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS			FECHA: 28-9-2004 PROYECTO: 28-9-2004 APROBADO: 28-9-2004	TÍTULO: PLANT LAYOUT SISTEMA DE AGUA DE ENFRÍAMIENTO	DEPARTAMENTO: PLANT ENFRÍAMIENTO DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO ESCALA: 1:100	DISEÑO: 28-9-2004 DISEÑO: 28-9-2004 DISEÑO: 28-9-2004	