

UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**TESIS PRESENTADA EN OPCION AL GRADO
CIENTIFICO DE MASTER EN INGENIERIA EN
SANEAMIENTO AMBIENTAL**

Titulo: Propuestas de alternativas tecnológicas viables desde el punto de vista técnico, económico y ambiental que contribuyen a la gestión ambiental en el Municipio Caibarien.

Autor: Ing. Jorge Leiva Mas.

Tutor: Dr. Iván Rodríguez Rico.

CURSO. 2003 – 2004

"Año de Gloriosos Aniversarios de Martí y del Moncada".

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un diagnóstico ambiental preliminar del municipio de Caibarién, con el objetivo de identificar los principales focos contaminantes. Se reportan 20 unidades de producción y de servicios que tienen una responsabilidad fundamental en el desempeño ambiental del municipio. Se presenta una tabla que de manera resumida brinda una idea del tipo de contaminación generada, su agresividad al medio ambiente así como del destino final de los efluentes, en algunos casos se reportan las cargas orgánicas aportadas al medio. Como conclusión del diagnóstico ambiental se seleccionan las entidades más contaminantes del territorio y se dan las recomendaciones en cada caso para mejorar su desempeño ambiental.

Dentro de las entidades más contaminadoras, por el volumen y la agresividad de sus residuales se encuentra la Fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos, cuyo objeto social es la producción de muebles clínicos, de oficina así como a diferentes surtidos de carpintería de aluminio. En éste centro se realizó un diagnóstico ambiental empresarial para detectar sus principales problemas ambientales e identificar las oportunidades para mejorar su desempeño ambiental. Se realizaron balances de materiales en las etapas que más impacto ambiental causan al medio, para poder cuantificar las pérdidas materiales y económicas y proponer las medidas correctoras en cada caso.

Como resultado del análisis del diagnóstico se proponen una serie de medidas y de modificaciones tecnológicas que implican una sensible mejoría en el relación de la entidad con el medio ambiente al mismo tiempo que constituyen inversiones atractivas desde el punto de vista técnico económico. Estas inversiones propuestas repercutirán en un ahorro de productos químicos, ahorro en el consumo de agua, disminución del volumen y toxicidad de sus residuales líquidos así como de una sensible mejoría en la imagen de la fábrica.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la preocupación por la degradación ambiental ha aumentado a nivel mundial, pues sus consecuencias pueden determinar graves resultados en el bienestar humano y el desarrollo económico de las naciones. El desarrollo económico de forma sostenible que no determine afectaciones sobre la calidad del medio ambiente, se convierte en una opción obligada, tanto para países desarrollados como subdesarrollados.

Los principales problemas ambientales se han visto influenciados por una falta de conciencia y educación ambiental en un por ciento considerable de la población, que han traído como consecuencia en muchas ocasiones, su agravamiento. El desarrollo de estos elementos, que inciden directamente en la manera de actuar del ser humano sobre el medio ambiente, constituye un factor esencial de trabajo a corto y mediano plazo, para lograr resultados positivos en la implementación de la política ambiental y una gestión eficiente.

Las políticas medioambientales han evolucionado de forma considerable en las últimas décadas. En un primer momento planteaban el control de las emisiones con el fin de corregir los efectos contaminantes. Sin embargo, la constatación de que este tipo de medidas en muchos casos no supone sino trasladar los problemas ambientales de un medio a otro (de las aguas a los suelos, del aire al agua etc.) ha conducido a la introducción de conceptos como los de prevención y de reducción en la generación de las emisiones.

Nos encontramos en un momento en que los grandes avances en el sector de las tecnologías de la información, provocan la falsa sensación de que la economía puede evolucionar independientemente del mundo natural. En este sentido, y con el objetivo de constituir una nueva economía ambientalmente sostenible, se ha de considerar, además de los tradicionales indicadores económicos, los indicadores ambientales.

La fabricación de cualquier producto implica inevitablemente la generación de restos residuales sólidos, líquidos y/o gaseosos, que no son otra cosa que pérdidas de materias primas y de energía del proceso productivo. Es decir, la producción de residuos es un indicador directo del grado de ineficacia de un proceso productivo, cuanto más residuos se generan, más recursos se derrochan y menor es la producción. Para resolver las contradicciones entre la producción y el cuidado del medio ambiente surge una gestión práctica de la ciencia medio ambiental llamada minimización, la cual se define, de modo genérico, como la adopción de medidas organizativas y operativas que permitan disminuir hasta niveles económica y técnicamente factibles la cantidad y peligrosidad de los subproductos y contaminantes generados (residuos y emisiones al aire y al agua), que precisan un tratamiento o eliminación final, o como una estrategia gerencial tendiente a reducir

el volumen y la carga contaminante de los vertimientos generados por un proceso productivo; en otros términos es la estrategia para optimizar los procesos que producen descargas residuales líquidas, sólidas y emisiones gaseosas.

En el presente trabajo se analizará la problemática ambiental del municipio de Caibarién por dos factores fundamentales, primeramente por ser un municipio costero donde los ecosistemas tienden a ser mas frágiles, y por el creciente protagonismo del territorio en el desarrollo de un turismo de naturaleza asociado a la cayería nordeste de Villa Clara, además se pretende que sea una herramienta que facilite la gestión de residuos en la Fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos, aportando medidas encaminadas a minimizar los flujos de residuos y emisiones tanto en cantidad como en agresividad.

Hipótesis del trabajo

Es factible desde el punto de vista técnico y económico, una vez identificados los focos contaminantes fundamentales del municipio de Caibarién, la búsqueda de alternativas tecnológicas que permitan reducir paulatinamente sus impactos negativos sobre el medio ambiente.

Objetivo general de la investigación.

Identificar los principales focos contaminantes del municipio de Caibarién para minimizar los flujos de residuales y emisiones, mediante la implantación de alternativas tecnológicas viables desde el punto de vista técnico, económico y ambientalista.

Objetivos específicos.

1. Lograr la identificación de los focos contaminantes fundamentales de Caibarién mediante la realización de un diagnóstico ambiental preliminar.
2. Conocer la situación ambiental de la fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos mediante la realización de un diagnóstico ambiental empresarial.
3. Analizar y evaluar preliminarmente cambios tecnológicos en función de lograr la minimización de residuos en la planta de muebles clínicos.
4. Conocer la viabilidad de las principales variantes propuesta mediante su correspondiente análisis técnico económico.

Planificación de las tareas

Etapas de revisión y actualización bibliográfica

- Localizar y ordenar la información sobre temas medioambientales, tecnológicos y otros de interés del municipio de Caibarién.

- Realizar búsqueda bibliográfica sobre minimización de residuos y el empleo de buenas prácticas ambientales en la industria.

Etapas de realización de Diagnósticos.

- Realizar un diagnóstico ambiental preliminar del municipio de Caibarién.
- Realizar un diagnóstico ambiental empresarial en la Fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos.
- Valorar diferentes alternativas o cambios tecnológicos que permitan minimizar los residuos generados en la Fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos.

Etapas de evaluación económica.

- Realizar el análisis económico preliminar de las principales variantes tecnológicas propuestas.

1.1. Contaminación Ambiental.

Posiblemente ningún tema ha concitado tanto interés y comprometimiento mundial como el relacionado con los problemas del medio ambiente. El cuidado y la utilización de los componentes de este tienen implicaciones políticas, económicas, sociales, éticas y morales que no escapan a ningún habitante del planeta, a todos nos afecta y a todos por tanto nos concierne. (Delgado J. 1999)

En estos momentos hay pruebas evidentes de que la contaminación es un problema que se está convirtiendo en un motivo de carácter global y la deposición de los residuales constituye una unidad antagónica del uso de los ecosistemas (Rigola M 1998). Un ejemplo típico es el agua; como el agua tiene una capacidad enorme de autodepurarse, se ha utilizado este criterio para justificar el vertimiento de sustancias de desecho a ríos, zanjas, embalses, y al mar, ya que la primera opinión fue que la disolución era la solución de los problemas de contaminación., (Suárez, G y Rivero, T. 1995).

1.1.1. Estrategia Ambiental Nacional.

La Revolución hereda una estructura económica deformada, de base agropecuaria atrasada, con un escaso desarrollo industrial, concentrado principalmente en la industria azucarera y un medio ambiente negativamente impactado. Existía, una crítica situación social con altos niveles de pobreza, desempleo, analfabetismo y bajos niveles de salud, que determinaron las difíciles condiciones de vida a las que se vio sometida la mayoría de la población cubana.

El balance de la actividad ambiental de la Revolución en éstos 44 años, es francamente positivo. La erradicación de la pobreza extrema y sus secuelas en términos de salud y educación; las mejoras de las condiciones ambientales y de la calidad de vida en un marco de equidad; el incremento de la superficie boscosa nacional, la declaración de un conjunto de áreas protegidas y la propuesta de integración en un sistema nacional; el trabajo sistemático de ordenamiento territorial y de evaluación ambiental de las inversiones priorizadas; el uso de las capacidades científicas en el diagnóstico y el desarrollo de tecnologías para la solución de muchos problemas del medio ambiente; el proceso de introducción paulatina de la dimensión ambiental en el Sistema Nacional de Educación y el fortalecimiento creciente de la gestión ambiental nacional, son algunos de los logros alcanzados.

Paralelo a estos logros han existido errores y deficiencias, dados fundamentalmente por la insuficiente conciencia, conocimientos y educación ambiental, la carencia de una mayor exigencia en la gestión, la limitada introducción y generalización de los resultados de la ciencia y tecnología y la aún insuficiente incorporación de la dimensión ambiental en las

políticas, planes y programas de desarrollo. Por otra parte, la carencia de recursos materiales y financieros ha impedido alcanzar niveles superiores de protección ambiental, lo que se ha agudizado en los últimos años por la situación económica desfavorable del país motivado por el recrudecimiento del bloqueo impuesto por los Estados Unidos.

Dentro de los objetivos de esta Estrategia Ambiental Nacional se encuentran indicar las vías idóneas para preservar y desarrollar los logros ambientales alcanzados por la Revolución, superar los errores e insuficiencias detectadas e identificar los principales problemas del medio ambiente en el país, que requieren de una mayor atención en las condiciones actuales, sentando las bases para un trabajo más efectivo, en aras de alcanzar las metas de un desarrollo económico y social sostenible.

1.2. Consideraciones Sobre el Desarrollo Económico y Social Sostenible

Desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente, garantizando una equidad intrageneracional y sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Calvo 1998).

La estrategia cubana para el desarrollo sostenible es en esencia, una estrategia de continuidad. La idea de la sostenibilidad es intrínseca a los principios socialistas que sustenta el modelo revolucionario.

La difícil situación económica que ha enfrentado el país en los últimos años ha influido en todas las esferas de la vida, los problemas medioambientales no son la excepción, sin embargo, la capacidad para aprender y extraer experiencias de las dificultades, es también consustancial a este proceso, la idea de la sostenibilidad lejos de debilitarse se ha reforzado, ya que ha adquirido mayor conciencia y nuevas habilidades para emplear de modo racional los recursos del país.

La búsqueda de mayor eficiencia en los procesos productivos, el trabajo en pos de fuentes alternativas de energía, el empleo de productos biológicos en la agricultura, son sólo algunas muestras de la conciliación de las necesidades del desarrollo con los requerimientos de la sostenibilidad en las actuales circunstancias, lograda sobre la base de la calificación técnica y científica de la sociedad. (CIGEA 1997; Conessa 1995).

1.3. Identificación de los Principales Problemas Ambientales en Cuba. (CITMA 2000)

Para la jerarquización de los principales problemas ambientales del país, se consideraron como criterios, la afectación significativa que los mismos producen sobre:

- La salud y calidad de vida de nuestra población

- Actividades económicas priorizadas
- Extensiones considerables del territorio nacional
- Ecosistemas de alta fragilidad e importancia económica y social

La identificación de los principales problemas ambientales del país, permite jerarquizar su atención, dirigiendo hacia ellos los principales esfuerzos de la gestión ambiental, dentro del universo de problemas existentes. En el anexo # 1 se muestran los problemas ambientales fundamentales del país.

1.4. Contaminación Industrial

La contaminación esta definida como la impregnación del aire, el agua o del suelo con productos que afectan a la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas. (Hettigeh, 1998)

Dentro de las causas típicas que generan residuos pueden citarse:

- Diseño inadecuado o inapropiado de la maquinaria / equipo.
- Materias primas de mala calidad.
- Maquinaria / equipo en malas condiciones.
- Rendimiento de producción inadecuado/bajo.
- Condiciones de procesamiento sin optimizar.
- Procedimientos de operación inadecuados.
- Control del proceso e instrumentación inadecuados.
- Operadores mal entrenados.
- Materiales de empaque inadecuados para las materias primas.
- Tamaño del empaque inadecuado para las materias primas.
- Falta de recuperación o reciclado dentro del proceso.
- Mantenimiento deficiente.
- Manejo inadecuado de materiales e inventario, entre otros.

1.4.1 Prevención de la contaminación.

Históricamente la contaminación ha sido un inevitable subproducto del progreso industrial, sin embargo, estas concepciones han cambiado, se han encontrado formas de fabricar los productos sin crear contaminación o recuperar y reusar los materiales que se consideraban residuos. (Calkins R. 1994). Esta filosofía se conoce como prevención de la contaminación, cuyo concepto se fundamenta en que la mejor forma de minimizar la contaminación es no producirla, en contraste con los conceptos más tradicionales de controlar las emisiones al final de la tubería, que generalmente resultan en muy altos costos de producción. (Juárez, G. Romero, T. 1995).

Prevenir la contaminación y la generación de residuos en la fuente de producción, combinando los máximos efectos positivos sobre el medio ambiente con ahorros y ganancias sustanciales para la industria, es el objetivo de producciones más limpias y de minimización de residuos. (Brown L. 1999).

La prevención de la contaminación tiene ventajas claras sobre el control de la contaminación y depende del diseño de procesos ambientalmente relacionados. (Terry C. 2003) El diseño de proceso como unidad de todo se conoce como integración de procesos, que es altamente compatible con el concepto de prevención de la contaminación y lo complementa. Una de las principales características de las técnicas de integración de procesos es que vinculan la eficiencia de los procesos a la minimización del uso y/o maximización de la recuperación de energía y materiales. Recientemente los esfuerzos por reducir las emisiones al ambiente han enfatizado el control de la contaminación, del impacto perjudicial de sustancias, antes de la descarga al ambiente. (Huq M. 1996).

Típicamente esta requiere soluciones al final de la tubería, incineración para remover vapores tóxicos de corrientes gaseosas o neutralizar efluentes ácidos o alcalinos. Las técnicas de control al final de la tubería generalmente no ofrecen una reducción real de la contaminación, sino que transfieren los problemas de contaminación de un medio a otro. En otros casos se diluye la contaminación para cumplir con las concentraciones límites permisibles. Esto hace que cambie la tendencia de control de la contaminación hacia prevención. Sin embargo no siempre es económicamente (o técnicamente), factible eliminar la producción de residuos completamente.

La jerarquía de la prevención de la contaminación se puede plantear como:

- Reducción en la fuente.
- Reuso y reciclo.
- Tratamiento.
- Disposición segura.

La opción de tratamiento puede usarse para obtener una corriente adecuada para el reuso o reciclaje, (Terry C. 2003) lo que se conoce como regeneración o ser precursor de una disposición segura. La prevención de la contaminación no consiste solamente en aplicar una técnica o tecnología específica. Es un concepto estratégico de la política de los negocios que incorpora el ambiente como una herramienta de gestión corporativa y permite a una compañía mantener y mejorar su competitividad en un escenario de sustentabilidad ambiental. (Soler, A. 1997).

1.5. Minimización de Residuos Industriales.

1.5.1 Generalidades minimización de residuos industriales

La minimización de residuos se considera como una estrategia gerencial tendiente a reducir el volumen y la carga contaminante de los vertimientos generados por un proceso productivo; en otros términos es la estrategia para optimizar los procesos que producen descargas residuales líquidas y sólidas y emisiones gaseosas.(Institut Ildefons Cerdá, 1992). Las técnicas de minimización de residuos se enfocan, ya sea, en cualquier reducción del origen o en la recuperación y el reciclado como un medio para disminuir el volumen y/o la toxicidad de las corrientes de residuos como se ilustra en la Figura 1 del Anexo # 2.(Bambanaster Y.1999; CIGEA 2003).

La minimización constituye una alternativa prioritaria para solucionar los problemas de los residuos y emisiones de la empresas, es necesario señalar desde un principio que no constituye la panacea para la gestión de todos los flujos que se generan en una industria y siempre habrá una parte mas o menos importante, que requerirá un tratamiento al final del proceso, (Institut Ildefons Cerdá, 1992). Díaz M., 2000, reporta la aplicación de estas técnicas a novedosos procesos biotecnológicos.

Los motivos para implantar un Plan de Minimización en una empresa pueden ser diversos:

- Problemas ambientales serios en la empresa, que no puedan resolverse (o no es rentable) aplicando la gestión clásica de residuos y emisiones.
- Percepción de que la minimización ha reportado beneficios a empresas análogos en circunstancias análogas.
- Cuidado de la buena imagen ambiental de la empresa ante la comunidad en que está asentada y sus consumidores.
- Imposición de la obligación de minimizar los residuos y emisiones, por la ley, como ya existente en algunos países.
- Resultados del Diagnóstico Ambiental o la Auditoria de Residuos y Emisiones orientada a la minimización, que ponen en evidencia posibilidades de mejorar la situación ambiental con un costo mínimo.
- Los buenos resultados obtenidos al haber aplicado Buenas Prácticas.

Tres actividades fundamentales en la minimización de residuos son:

- Reducción en la fuente
- Reciclaje o reuso y
- Tratamiento.

El componente sustancial de este concepto es la reducción en la fuente, que comprende actividades como la sustitución de insumos químicos, control del proceso productivo y adaptación de nuevas tecnologías. (Terry C. Y Abó M. 2003)

1.5.2 Beneficios de la Minimización de residuos.

La minimización de residuos puede suministrar beneficios a la empresa (Rossiter, Alan.P. 1995; CIGEA 2003), que se puede considerar en los siguientes bloques:

- Incentivos económicos: aunque exige una inversión de capitales, puede suministrar beneficios económicos tales como: reducción de los costos de control, tratamiento, transporte, almacenamiento y vertido final; reducción de los costos administrativos de gestión de residuos; reducción de los costos de producción incluyendo materias primas y energía; y menores costos de seguros y responsabilidad.
- Incentivos gubernamentales: promovidos por el propio país.
- Incentivos de la propia empresa, fundamentalmente en los siguientes aspectos:
 1. Mejora de la seguridad de los empleados y de la empresa al reducir el riesgo de los materiales manejados; mejora de la eficiencia y fiabilidad del proceso; y mejora de la imagen de la empresa frente a sus empleados y frente a la comunidad.
 2. Incentivos globales: existen finalmente unos incentivos relacionados con los problemas globales planteados por la contaminación en general y que la minimización de residuos afectará positivamente en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (tasa al carbono) y en el desarrollo sostenible ecológico (DSE).

1.6. Metodología de la Minimización de Residuo

En la figura 2 de Anexo # 2 se presentan las etapas discretas de un programa de minimización (Michalek R. 1996). La minimización de residuos exige una cuidadosa programación y los programas de minimización son el único instrumento con el cual conseguir resultados positivos siempre que sea realizado de forma continua y no puntualmente. Igual que la optimización de procesos, la reducción de procesos no termina nunca, debe ser un compromiso de todos los departamentos de la empresa, desde el departamento de ingeniería hasta el de personal y financiero, y finalmente la eficacia del programa requiere disponer de información exacta y rutinaria de la regeneración de residuos.

Las tareas típicas de un programa de minimización de residuos incluyen el incremento de responsabilidades en: establecer metas globales del programa de minimización, sistema de control y seguimiento, propagar/difundir la cultura de la minimización a través de la organización, priorizar las corrientes o áreas de evaluación, realizar la viabilidad técnica y

económica de las opciones favorables, seleccionar y justificar las opciones que deben ser implantadas, (Rigola, M. 1998).

1.6.1. Desarrollo e Implantación de un Plan de Minimización de Residuos

Un Plan de Minimización se define como la utilización de los resultados obtenidos y conclusiones del análisis de la situación actual para implantar aquellas medidas en los procesos de fabricación o en la organización de la empresa que permita minimizar la cantidad de residuos y emisiones industriales considerando los criterios de reducción en la fuente de generación, reciclaje en el mismo proceso o en otro (en la propia planta o en otra) y recuperación de los componentes o recursos que contienen, antes de proceder al tratamiento o gestión fin de línea.

El desarrollo y la implantación de un programa de minimización de residuos es un punto fundamental en cualquier programa de gestión ambiental. Un programa eficaz de minimización se debe basar en un conocimiento exacto y profundo de los residuos generados y en la aplicación adecuada de los métodos de reducción de residuos en cada caso. Estos métodos serán técnicamente y económicamente factibles en cada proceso que se vayan a implantar. (CIGEA 2003).

1.6.2. Organización del Plan de minimización de residuos.

Es muy difícil que un proyecto de estas características se pueda llevar a cabo sin el compromiso a nivel de ejecutar dicho plan y la participación de todos los departamentos de la planta. Sin el apoyo de la dirección, muchas de las soluciones que se podrían llevar a la práctica nunca se ejecutarían, mientras que si no participan parte de los departamentos en la elaboración del plan, seguramente se producirían lagunas en la elaboración y/o implantación del mismo.

En primer lugar, es necesaria la organización del equipo de trabajo de minimización; es decir, nombrar un responsable del plan que sea técnicamente competente y se encargue de dirigir y coordinar todos los trabajos del mismo; formar un equipo de trabajo constituido por personal de la planta, cuya composición dependerá del tipo de factoría pero, generalmente, estará representado por aquellos departamentos implicados en el plan (departamento de ingeniería, finanzas, ambiental, compras, etc.) ; implicar a todo el personal de planta dentro del plan de minimización; y definir los objetivos del plan. Estos objetivos dependerán de las características de cada empresa en particular, del entorno legal, social y económico en que se desarrolle su actividad, la importancia que sus trabajadores conceden al Medio Ambiente, etc. pero siempre deben ser: *consistentes* con el resto de objetivos de la empresa; *flexibles* para

poder adaptarlos a una realidad cambiante; *cuantificables* para conocer hasta que punto se alcanzan; *comprensibles* para todos los empleados; *alcanzables* con los medios materiales y humanos disponibles en un plazo razonable. (Munda J. 1999).

Por ejemplo, una empresa puede fijar como objetivo eliminar por completo el uso de compuestos químicos que dañan la capa de ozono en tres años, mientras que otra empresa puede estar más interesada en minimizar sus residuos y emisiones en un 25 % en cuatro años.(CAR/ PL, 2000).

En segundo lugar, es necesaria la realización de un diagnóstico o una auditoria/evaluación ambiental enfocada a los residuos, con la que se obtendrán los datos necesarios tanto en producción de residuos como de identificación de los procesos que los generan. Todo ello, basado en la recopilación y medida de los residuos (sólidos, líquidos y gaseosos) generados, la identificación de las fuentes que los generan; y la realización de balance de materiales de generación de residuos de cada proceso y de planta, así como su coste económico. (López, B. 2000)

1.6.3. Formación de un equipo de trabajo e implicar a todos los departamentos de la empresa.

El equipo de trabajo para implantar el Plan de Minimización casi siempre coincide con el que ha realizado la auditoria o diagnóstico ambiental, aunque puede convenir incorporar a algún especialista o realizar algún cambio. En caso de que la auditoria o diagnóstico los realice una empresa externa y se decida que el Plan de Minimización se implante por personal interno es necesario formar por completo el equipo. Este equipo debe estar compuesto por un número reducido de personas, muy dinámicas y deben pertenecer a los departamentos mas afectados por el Plan de Minimización. Este grupo será el encargado de analizar los diferentes problemas, buscar la información precisa, solicitar la colaboración del personal de la planta, etc.

1.6.4. Selección de Alternativas de Minimización y Corrección. (Michalek R.1996)

Cada miembro del equipo de trabajo se documentará con toda la información que se ha recogido en el análisis de la situación actual de la empresa. Estudiará las deficiencias encontradas en aquellas operaciones del proceso global de fabricación y propondrá las posibles soluciones o alternativas para minimizar o gestionar adecuadamente los actuales residuos y emisiones. Para ello se tendrá en cuenta el orden de prioridades de las medidas a tomar y de las técnicas de Minimización:

1.6.4.1. Medidas internas.

A) Reducción en origen:

- Implantación de buenas prácticas de operación y gestión.
- Sustitución o modificación de las materias primas o producto final.
- Modificaciones en los procesos productivos o auxiliares.

B) Reciclaje en propia planta

- Empleo como materia prima.
- Recuperación de algún material.
- Otras aplicaciones

1.6.4.2. Medidas externas

C) Venta a otra empresa.

D) Entrega a gestor autorizado.

E) Tratamiento de afluentes (líquido y gaseoso) y remodelación de redes y sistemas de recogida.

Tras la recopilación de alternativas por cada componente del equipo de trabajo se procederá, conjuntamente todo el equipo, a analizar y discutir la totalidad de las alternativas o soluciones propuestas, y seleccionarán las más factibles. Las alternativas seleccionadas se relacionarán por orden de prioridades. (González R. 1998).

A continuación se detallan las medidas internas que son las relacionadas con el movimiento de materiales, operaciones, procesos productivos y vías de evacuación de residuos y emisiones. (Reducción en origen, reciclaje en la misma planta)

A) Reducción en origen.

- Buenas prácticas de operación y gestión.

Solicitar a los proveedores las especificaciones de las materias primas. Efectuar las inspecciones antes de su aceptación y estudiar el modo de almacenamiento, registro y gestión posterior. Es fundamental proceder al etiquetado de todo tipo de recipientes (envases, contenedores...), indicando lo que contienen, su posible toxicidad, normas de manipulación etc. (INN, 1999; CAR/ PL 2000).

Estudiar posibles cambios en los procedimientos de operación (o cambiar el existente) y mantenimiento de todos los procesos y de cada una de las máquinas herramienta utilizadas. Plasmarlo por escrito. Facilitar información y formación al personal. Si existen máquinas y equipos que utilizan energía eléctrica para su funcionamiento, es conveniente estudiar el consumo global de electricidad y si existen equipos ineficientes o en marcha cuando no es necesario.

Se deben estudiar los lubricantes utilizados por las máquinas y costes de consumo de agua así como el de su tratamiento o gestión posterior. Intentar reducir la diversidad de aceites/lubricantes y otros contaminantes utilizada en la empresa. Efectuar un mantenimiento de reposición de juntas para reducir fugas. Evitar tener baños durante largos períodos en desuso. Evitar mezclas de aceites/lubricantes entre sí y con disolventes.

Otros residuos que se generan como papel, cartón, plástico, diversos lodos, abrasivos, viruta y recortes metálicos, deben clasificarse para su recicló. No se deben depositar conjuntamente los residuos inertes con los desechos urbanos, tampoco deben mezclarse los industriales de diferentes composiciones, ya que su tratamiento se dificulta.

➤ Modificación o sustitución de materias primas.

Describir si se necesitan materias primas con mayor grado de pureza, conocer como influye este cambio en su precio y si se necesita nuevo equipamiento tecnológico para su uso. Para los desengrases buscar diferentes alternativas menos agresivas al medio ambiente, en vez de la utilización de compuestos tradicionales como hidróxido de sodio, tripolifosfatos ó tensoactivos comerciales. (CAR/ PL, 2000).

Sobre la utilización de disolventes, la tendencia actual de los fabricantes es sustituir, en las aplicaciones que sean posibles, los disolventes orgánicos por agua. Se reducirán considerablemente las afecciones ambientales en las líneas de pintado, desengrase etc. (Cheeseman 1978).

➤ Modificaciones en los procesos productivos o auxiliares.

Estudiar la relación de máquinas herramienta y equipos necesarios para efectuar los procesos o parte de ellos con tecnologías nuevas y comprobadas (máquinas herramienta de mecanización, equipos de soldadura, equipos de pintura....), su influencia en el producto final y si es necesario personal especializado para ello.

Estudiar el tipo de pintura a utilizar procurando que sean de base agua o tipo epoxi-poliámida. Ante los bajos rendimientos de aprovechamiento de pintura de algunos sistemas de pintado, es muy importante estudiar la implantación de sistemas más eficientes de aplicación, así como de los procedimientos de curado.

➤ Modificación o sustitución del producto final.

Se estudiará de qué forma la sustitución o modificación de un producto afectará el proceso de fabricación y cuales serian las necesidades de materia prima y de nuevos equipos. Así como el impacto del nuevo producto en el mercado.

B) Reciclaje en la propia planta.

Ya se ha mencionado el reciclaje interno de aceites/lubricantes mediante sistemas de eliminación de impurezas. Se buscarán los procedimientos y equipos existentes de eficiencia probada y se estudiará como afecta su utilización al proceso de fabricación o al producto final. (Fullana, P. 1996)

La problemática de las aguas de vertido de las empresas procede, más que de la mecanización, de los tratamientos superficiales (desengrases, decapados, pintados...). Es muy importante estudiar la implantación de los sistemas de tratamiento que permitan reciclar las aguas utilizadas.

Dentro de las medidas Externas pueden citarse la gestión externa (venta a otra empresa para su reciclaje o recuperación, entrega a gestor autorizado para su regeneración o tratamiento) y tratamientos fin de línea.

C) Reciclase Externo.

- Entrega a gestor autorizado.

Se gestionarán mediante gestor autorizado aquellos residuos tóxicos y peligrosos a los que no ha podido aplicarse alguna de las alternativas anteriores, o bien ya no es posible su aprovechamiento. Para ello conviene informarse bien acerca de las empresas gestoras de residuos.

Asegurarse de que los residuos generados entregados a gestor autorizado no estén mezclados unos con otros. Que estén envasados en los debidos contenedores y con etiqueta de identificación, composición, proceso de generación y fecha de almacenamiento.

- Tratamiento de afluentes (líquido y gaseoso) y remodelación de redes y sistemas de recogida.

Tras el estudio de las alternativas de reducción, reciclaje y recuperación existentes; y agotadas las posibilidades de su implantación, se pasará al estudio de los tratamientos fin de línea. De forma especial se tendrán en cuenta aquellos procesos relacionados con los tratamientos de superficies (desengrases, decapados, pintados, etc.) tanto para emisiones líquidas como gaseosas.

Debe estudiarse, por tanto, la separación de los vertidos líquidos de aguas limpias de aquellos industriales con posible contaminación, y dentro de las últimas separarlas en función del tratamiento específico que reciban (Contreras E. 2000). Para todo ello se tendrá en cuenta si el vertido final se hace a colector municipal o al medio ambiente, los emplazamientos de los

sistemas de tratamiento y las propiedades del terreno; así como la posibilidad de remodelación de las redes de recogida (Casio J. 1996). Así mismo se estudiará en detalle la evacuación de los gases de los procesos, mediante sistemas de extracción fijos o móviles. (Hunt D. 1999).

1.6.4.3. Evaluación de la viabilidad de las opciones identificadas.

Las alternativas de Minimización identificadas deben analizarse desde la perspectiva técnica y económica y además deben considerarse sus efectos intangibles. Siempre hay que sopesar la relación entre el costo de un estudio excesivamente detallado y la importancia de la opción que se analiza (flujo de residuos y emisiones considerado, inversión que representa, impacto en el medio ambiente, etc.). Cuando el número de opciones a analizar es elevado, los miembros del equipo de trabajo pueden hacer una primera criba de las alternativas seleccionadas, basándose en criterios cualitativos y en su experiencia personal. La estrategia a seguir con las opciones que según análisis preliminar resulten más viables se detallan en el Capítulo 3.

1.6.4.4. Implantación y Seguimiento de Alternativas.

Tras el estudio de viabilidad y la aprobación de la alternativa propuesta se procederá a su implantación efectuando:

- Diseño detallado de la alternativa propuesta.
- Definir especificaciones técnicas de maquinaria, equipos y obra civil.
- Seleccionar y obtener garantías de los proveedores y constructores.
- Instalación de los nuevos equipos.
- Formación de personal de producción y mantenimiento.
- Puesta en marcha de la nueva instalación.

Tras la implantación se efectuará el seguimiento acerca de la evolución de la alternativa para comprobar si existen desviaciones respecto al comportamiento esperado, justificar la inversión realizada y comprobar que el Plan de Minimización ha funcionado para continuar su aplicación mediante las revisiones y actualizaciones necesarias. Los pasos básicos de un proceso organizado de minimización de residuos se presentan en la Figura 3 del Anexo # 2.

1.7. Estudio e Implantación de Técnicas de Minimización de Residuos

- Se trata de identificar, evaluar y seleccionar las distintas tecnologías o procedimientos de residuos para cada proceso. Pero, antes de todo, se enumerará brevemente las distintas técnicas de minimización de residuos que se puedan aplicar a los procesos productivos de las empresas:

- Reducción de productos residuales en su origen, consistente en reducir o eliminar la generación de residuos mediante la aplicación de dos medidas: la gestión de inventario (opción selectiva de aquellas materias primas menos contaminantes y estricto control en la gestión de stocks) y la modificación de los procesos de producción introduciendo mejoras en la explotación y mantenimiento de los procesos industriales.
- Reducción del volumen de los productos residuales, ya sea por segregación o por concentración.
- Reciclaje y recuperación de los residuos, y, finalmente.
- Implantación de tecnologías limpias, con mínimo impacto medioambiental.

Para llevar a cabo este estudio, que dependerá de la complejidad de los procesos de producción y de la cantidad y diversidad de los residuos que generen, se requiere una clasificación o listado de los distintos flujos de residuos, lo que lleva consigo un estudio en profundidad de los procesos, analizando en profundidad cada parte minuciosamente. (Fullana P. 1996).

Se identificarán las técnicas potenciales de minimización de residuos para cada flujo. sin tener en cuenta consideraciones económicas o técnicas, puesto que una tecnología que hoy no es aplicable, puede serlo dentro de unos meses o años debido tanto a los avances en I+D como a la coyuntura del mercado en cuanto a precios de materias primas, productos, etcétera. Posteriormente, se habrán de evaluar los aspectos técnicos o económicos, evaluando los costos de la implantación de cada tecnología, así como su viabilidad técnica.

Así se seleccionará la tecnología de minimización más idónea desde el punto de vista técnico, administrativo, legal, económico y social. A la hora de seleccionar la tecnología adecuada, primarán una serie de factores sobre otros, dependiendo de la coyuntura de la empresa. Las tecnologías ambientales más correctas son las que reducen la generación de residuos en su origen; después el reciclaje, y por último, y si no hay más remedio que producir el residuo o no es posible minimizarlo de otro modo, está la técnica de tratamiento o eliminación. Además de esto, se tendrán en cuenta otros factores como son la aplicabilidad, facilidad de implantación, etcétera. La implantación de las opciones seleccionadas, es decir, la implantación del programa se deberá establecer de forma escalonada.

Las técnicas de minimización de residuos que no presentan problemas de gestión y aquellos que requieren inversiones con un período de retorno de capital corto, deberán ser los primeros en implantarse. Las técnicas simples y de bajo costo pueden ser implantadas rápidamente. En muchas ocasiones esto significa únicamente mejoras en el control de inventario, la operación

y el mantenimiento. Sin embargo, otras técnicas serán más difíciles de implantar. (Rodríguez R. 2002; Garrido R. 2000).

En un primer momento, se implantarán las técnicas más sencillas que no impliquen cambios en los procesos productivos, como el control de inventario, se implantarán mejoras en los procedimientos de operación y mantenimiento, cambio sencillo de materias primas o aditivos, y procesos sencillos de segregación o concentración. Más adelante, se actuará sobre operaciones de minimización algo más complejas como las pequeñas modificaciones en los procesos de producción junto con los cambios de materias primas o aditivos que conlleven; procesos de segregación o concentración más complejos; operaciones de reciclaje o reutilización internas. Por último se implantarán aquellas tecnologías que impliquen mayores cambios o inversiones, como son, modificaciones profundas en los procesos, operaciones complejas de reciclaje, recuperación, segregación o concentración; y la introducción de tecnologías limpias, entendiendo por éstas, aquéllos procesos de producción en los que todas las materias primas y energías son utilizadas de la forma más racional de manera que el impacto sobre el funcionamiento normal del medio ambiente sea mínimo. La implantación de estas técnicas puede suponer un estudio muy profundo, incluyendo I+D, estudios de mercado, etc. (Jiménez L. 1997).

La puesta en marcha es siempre delicada. Los procesos pueden requerir un ajuste gradual para alcanzar las condiciones óptimas de trabajo. Es posible un aumento de los residuos y emisiones durante esta etapa para que se ajuste el funcionamiento del nuevo proceso. En caso de retraso en el programa de implantación previsto, es necesario analizar su posible impacto en la producción y adoptar las medidas necesarias para erradicarlo, así dando importancia al seguimiento de las medidas implantadas.

Conclusiones Parciales

1. La minimización de residuos constituye una vía eficaz para resolver la problemática de la contaminación ambiental de las industrias.
2. Las actividades fundamentales en la Minimización de residuos son: reducción en la fuente, reciclaje o reuso y tratamiento.
3. Dentro de las etapas más importantes en la realización de un Plan de Minimización se encuentran: clasificación de los flujos, identificación de las opciones de minimización existentes, evaluación de su viabilidad, selección de la mejor alternativa para cada flujo e implantación de las opciones seleccionadas.
4. Para llevar a cabo un plan de Minimización es indispensable la realización de un diagnóstico empresarial.
5. La confección del Plan de Acción comprende la implementación de aquellas medidas en los procesos de fabricación que permita minimizar la cantidad de residuos y emisiones industriales sobre la base de técnicas económicamente factibles.

Diagnostico Ambiental

2.1. Principales focos contaminantes del municipio de Caibarién.

La contaminación que se produce en las aguas interiores y marinas del país constituye una problemática que se ha ido agravando durante los últimos años, en lo que ha incidido el estado crítico de las plantas de tratamiento que provoca que permanezcan paradas una gran parte del año, el inoperante funcionamiento depurador de un elevado porcentaje de las lagunas de estabilización debido a la falta de mantenimiento, el agravado déficit de cobertura de tratamiento de residuales en el país y los serios problemas en la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento, el decrecimiento del aprovechamiento y reuso de los residuales líquidos de la actividad agroalimentaria e industrial, y la contracción de los programas de control y monitoreo de la calidad de las aguas por falta de recursos materiales y disponibilidad financiera. El vertimiento de residuales en medios acuáticos como ríos, zanjas, embalses y el mar, se ha practicado mucho, debido a que el agua tiene una gran capacidad de autodepurarse y este ha sido tomado como un criterio para justificar estas acciones (Suárez, G. 1995).

La mayoría de las instalaciones que manejan desechos peligrosos no cuentan con un tratamiento y disposición segura, a lo que se unen insuficiencias tanto en el inventario cualitativo y cuantitativo de estos, como en el trabajo realizado en la reducción, reutilización, reciclaje y máximo aprovechamiento de las materias primas y los desechos, y dificultades en el manejo ambientalmente racional en todo el ciclo de los productos químico-tóxicos.

En el presente capítulo se tratará la problemática ambiental del municipio de Caibarién por dos factores fundamentales, primeramente por ser un municipio costero donde los ecosistemas tienden a ser más frágiles, y por el creciente protagonismo del territorio en el desarrollo de un turismo de naturaleza asociado a la cayería nordeste de Villa Clara.

En la tabla 2.1 se presenta un catálogo con las principales fuentes contaminantes del municipio de Caibarién.

Tabla.2.1.Catalogo de fuentes contaminantes municipio Caibarién.

N o.	Fuente contaminante	Tipo de residuales	Tipo de contaminación	Destino de los contaminantes	Carga orgánica t / años
1	Tenería Patricio Lumumba	Cromo, licor de cromo, ácidos, sulfuros, sales de sodio y calcio amoniacales. Orgánicos: grasas, proteínas, pelambres, aceites, detergentes. Otros: colorantes, sintéticos, resinas, ceras, pigmentos, caseínicos, formaldehidos, lacas nitrocelulósicas, etc.	Química y orgánica	A través de zanjas a cielo abierto hacia la Bahía San Juan de los Remedios.	230.39
2	Tenería pequeña "Hermanos Herrada"	Utiliza los mismos componentes que la anterior pero en cantidades inferiores.	Química y orgánica	Hacia una laguna de oxidación o depresión del terreno con gran agresividad y sin tratamiento	132.06
3	C.A.I. Marcelo Salado	No existe caracterización de residuales. Con el reordenamiento de la industria azucarera prestará otros servicios.	En dependencia de su objeto social.	Arroyo Reforma y Bahía San Juan de los Remedios	—
4	Procesadora de langosta y pescado "Villa Mar". M.I.P.	Grasas proteicas y no proteicas, lubricantes, aguas del lavado de las especies, pérdidas de agua de la cocción, gases refrigerantes, detergentes, etc.	Química, orgánica y bacteriológica.	Aguas de la Bahía	67.0
5	Vinatera del Norte	Existe caracterización de residuales, jugos bases de frutas, hidróxido de sodio, cloro y levadura	Orgánica y inorgánica	Bahía San Juan de los Remedios, parte líquida, los sólidos se trasladan al vertedero municipal	3.0
6	Hospital municipal	Líquidos: Residuales hospitalarios patógenos Sólidos: Desechos sólidos hospitalarios	Orgánica, bacteriológica, epidemiológica	Aguas litorales, Bahía San Juan de los Remedios	5.0
7	Hotel del MININT	Líquidos y sólidos, albañales y grasas (no tiene tanque séptico)	Química, orgánica y bacteriológica.	Bahía San Juan de los Remedios	—

8	Hotel Brisas del Mar	Líquidos y sólidos, albañales, grasas (efluentes del tanque séptico)	Química, orgánica y bacteriológica.	Se vierten directamente sobre un área litoral en contacto directo con las aguas de baño de mar	—
9	Fábrica de bicicletas Heriberto Mederos	No existe caracterización actualizada de sus residuales. Se manejan desechos peligrosos.	Química, orgánica e inorgánica	Suelo y aguas del litoral en la ensenada al oeste del canalizo de la Sortija	3.78
10	Tintorería municipal	Productos químicos y detergentes	Química	Suelo, vegetación y aguas subterráneas	—
11	Combinado confitero	Químicos y orgánicos: grasas, azúcares y descomposición de esencias saborizantes	Química y orgánica	Aguas litorales de la Bahía San Juan de los Remedios	5.0
12	Centro CAIMAR (avituallamiento de los barcos de pesca)	Hielo, combustible y lubricantes	Química, orgánica, inorgánica y bacteriológica	Bahía San Juan de los Remedios	—
13	Taller Fundición y Maquinado Luis A. Bergnes (COMBEL)	Aceites y lubricantes del taller, pequeñas cantidades de gases del horno, agua y líquido refrigerante	Química	Suelo, aire	—
14	Astillero Reparador de Embarcaciones de la Pesca	Químicos, orgánicos e inorgánicos, resinas epóxicas, pintura, madera, gases de la soldadura, desechos de los equipos de limpieza naval, grasas y lubricantes, etc.	Química, orgánica e inorgánica	Aguas litorales, ensenada de las Varas, Bahía San Juan de los Remedios	—
15	Refugio para barcos de la cooperativa de pesca "CAIMAR"	Grasas, lubricantes, combustible, residuos orgánicos, aguas de achique de los barcos, desechos, etc.	Química, orgánica, inorgánicos y bacteriológica.	Aguas litorales, Bahía San Juan de los Remedios	—
16	Recolectora de mieles EOAD MINAZ	Ocasionalmente pueden ir vertimientos de mieles a la Bahía.	Orgánica.	Aguas de la Bahía	—
17	Reparadora de coches ferroviarios "RECCA"	Gases de la soldadura eléctrica y autógena. Líquidos residuos del trabajo de máquinas	Química, orgánica e inorgánica	Suelo, atmósfera, manto acuífero	—

		herramientas, residuos de grasas y lubricantes			
18	Talleres EMCOR MINBAS	Gases de la soldadura, pintura, residuos de la reparación de equipos de refrigeración, desechos de la limpieza y reparación de sistemas automotores de CUPET, grasas, lubricantes, residuos de limpieza de superficies metálicas con sand blasting y pintura de grandes superficies a presión en exteriores	Química, orgánica e inorgánica	Bahía DE San Juan de los Remedios y litoral de ésta.	—
19	Porcino Charco Hondo	Heces fecales de cerdo, orina, desinfectantes Farn Fluid	Orgánica, bacteriológica y epidemiológica	Arroyo Pozo Piedras	115.0
20	Ciudad de Caibarién	Albañales (aguas municipales)	Orgánica, bacteriológica y epidemiológica	Aguas litorales, Bahía San Juan de los Remedios	528.0

Teniendo en cuenta el catalogo reportado anteriormente, así como trabajos realizados en el territorio por Pichardo L, 2002 y por Marrero M. C. 2002, y de visitas de trabajo efectuadas, se seleccionan los centros que mas influyen en la problemática ambiental de Caibarién. Estos centros se relacionan a continuación:

1. Empresa Tenera de Caibarién.
2. Vinatera del Norte.
3. Hospital General de Caibarién.
4. Fábrica de Muebles Clínicos "Heriberto Mederos".
5. Procesadora de Langosta "Villamar".
6. Dirección Municipal de Acueducto y Alcantarillado.
7. Centro Integral Porcino Charco Hondo.

De forma general en estos centros no existen sistemas de tratamiento adecuado de sus residuales o existen sistemas de tratamiento de residuos con bajas eficiencias. En el trabajo se describen las características fundamentales de cada uno de ellos y se proponen las soluciones correspondientes.

2.2. Focos contaminantes fundamentales. Caracterización y alternativas de solución.

2.2.1. Empresa Tenera de Caibarién

Los establecimientos Patricio Lumumba y Hermanos Herradas constituyen dos grandes contaminadores de la costa norte de Caibarién a partir del vertimiento de los residuales líquidos sin tratamiento alguno. Las cargas contaminantes generadas es de 230.39 t por años en el establecimiento Patricio Lumumba y de 132.06 t por año en el establecimiento Hermanos Herrada. (EIPH 2000).

Estos establecimientos pertenecen al MINIL, son dos de las tres unidades productivas con que cuenta la empresa nacional de teneria TENEVIC dedicada a la producción de cueros semielaborados, cuero y rebajo. Estas producciones se destinan al mercado nacional e internacional. Sus principales materias primas son pieles frescas y saladas.

En cuanto al consumo de agua, la entidad se abastece de agua de un pozo situado en áreas aledañas al establecimiento, el consumo promedio de agua es de 284.04 m³ por día. La generación de vapor se realiza mediante una caldera NKM 6.5, la que presenta una eficiencia aceptable. La fase que mayor volumen de aguas residuales aporta al medio es la fase húmeda y dentro de ella la etapa de precurtido.

En el anexo # 3 se reporta la caracterización de los residuales del establecimiento tenero 101 Patricio Lumumba.

En cuanto al manejo de los desechos sólidos son insuficientes las alternativas existentes en el país para asimilar el nivel de residual sólidos generados en la entidad, motivando esta situación aglomeraciones de estos desechos, aunque entidades del MINIL asumen parte de estos residuos (la viruta en azul y el recorte).

2.2.1.1. Medidas para la disminución de la carga contaminante:

Para la disminución de la carga contaminante que esta instalación genera se recomienda llevar a cabo tres tipos de acciones fundamentales:

- Diseño e implementación de una estrategia de educación ambiental. (CIGEA 1997).
- Implementación en la empresa de estrategias de minimización de residuos, producciones más limpias y el empleo de buenas prácticas ambientales. (PNUMA 1999).
- Diseño, construcción y explotación de un sistema de tratamiento de sus residuales líquidos.

2.2.1.2. Implementación en la empresa de estrategias de minimización de residuos, producciones más limpias y el empleo de buenas prácticas ambientales.

Dentro de las acciones que en este aspecto se recomiendan pueden citarse:

- Minimización del consumo de agua en la entidad.
- Segregación de las corrientes de residuales según las operaciones unitarias del proceso.
- Mejoras en la gestión y reutilización de residuos sólidos generados.
- Sustitución de productos químicos por otros menos agresivos al medio ambiente.
- Recuperación de las proteínas de las corrientes de residuales.
- Recuperación de cromo de las corrientes de residuales.
- Aumento de la eficiencia de los equipos del área de generación de vapor.

2.2.1.3. Diseño, construcción y explotación de un sistema de tratamiento de sus residuales.

Por las complejas características de los residuales líquidos de las tenerías se recomienda implementar las medidas en el epígrafe anterior y posteriormente realizar los análisis de caracterización de sus residuales que se consideren necesarios:

La separación de las corrientes facilita en primer lugar la recuperación de sustancias que pueden ser recicladas al proceso, y hace más factible técnica y económicamente el tratamiento del residual.

Los tratamientos descritos para las aguas residuales de las tenerías que emplean el cromo en su proceso productivo requieren de las siguientes etapas:

- Etapa de tratamiento mecánico.
- Etapa de tratamiento físico químico.
- Etapa de tratamiento biológico.

Existe un proyecto de planta de tratamiento para la entidad, fué confeccionado por la firma italiana STUDIO DELTA, en el mismo se brinda una información detallada de todos los subsistemas que integran el proyecto. A continuación se dan algunas consideraciones preliminares del proyecto:

- Es un proyecto que da solución a los problemas ambientales de la planta.
- Presenta alto grado de complejidad tecnológica.
- Se requiere capacitación y especialización en el personal que operará la planta de tratamiento.

2.2.1.4. Consideraciones finales empresa tenera de Caibarién.

1. Debe diseñarse e implementarse una estrategia de educación ambiental. (CIGEA 1997).
2. Debe implantarse en la entidad un sistema de gestión ambiental.
3. Deben implantarse las técnicas de buenas prácticas ambientales.
4. Debe implementarse una estrategia de minimización de residuos. (PNUMA 1999).
5. Debe diseñarse, construirse y poner en explotación una planta compacta de tratamiento de residuales.

2.2.2. Vinatera del Norte

Establecimiento de la Empresa de Bebidas y Refrescos, dedicada a la producción de licores, vinos dulces y secos así como el envasado de rones, procedentes de otras entidades de la empresa. Sus principales materias primas son: esencias, preservantes, azúcares, levaduras, etc.

En cuanto al consumo de agua, la entidad no cuenta con un metro contador para realizar una medición exacta del consumo, aunque se conoce de forma estimada el gasto diario de este recurso natural el cual oscila entre los 10 y 15 m³. La generación de vapor se realiza mediante una caldera la cual está certificada como eficiente.

Este foco de contaminación está ubicado en la franja costera de Caibarién, actualmente dispone sus residuales directamente al mar, sin tratamiento alguno. Existen dentro de la fábrica trampas de sólidos para la captación de los sólidos groseros (vidrio, papel entre otros) procedentes del lavado de las botellas y en áreas exteriores otra trampa pero de grasas la que por falta de limpieza y mantenimiento no posee la una eficiencia adecuada.

En la instalación existen dos áreas que son las que mayores volúmenes de residuales agresivos generan, estas son el área de fregado de botellas, caracterizada por el aporte al residual de papel, vidrio y sosa cáustica la cual eleva significativamente el pH y el área de fermentación, el desecho de la fermentación y del lavado de los tanques una vez terminado este proceso aporta gran cantidad de materia orgánica al efluente final.

Tomando como referencia los datos la última caracterización realizada a los residuales en el año 2000, donde se evaluó el efluente en los días de lavado de botella, el pH no sobrepasa los 8.3 unidades, parámetro que cumple con el anteproyecto norma de vertimiento a zonas costeras, no así en el caso de la DBO en los días de enjuague de los clarificador donde el residual alcanza las concentraciones de DBO de 2584 mg/l, muy por encima de la regulación antes mencionada, en los otros días el residual no resulta tan contaminante.

Actualmente, se recuperan 3000 litros semanales del mosto de los fermentadores el cual es aprovechado para la alimentación animal de centros porcinos, por parte de los especialistas de la fábrica se valora la posibilidad de recuperar también junto con el mosto el primer, segundo y tercer lavado de los tanques antes mencionados. De esta forma se minimizan los contenidos de materia orgánica hasta los niveles cercanos a los establecidos para el vertimiento al mar, mediante esta práctica de producción más limpia se disminuye el costo del tratamiento de los efluentes, previo vertimiento a la costa.

En estos momentos en la entidad se trabaja en la implementación de un sistema de gestión ambiental.

2.2.2.1. Resultados fundamentales obtenidos hasta el momento en la vinatera del norte.

- Se encuentra en fase de terminación un diagnóstico ambiental.
- Se han tomado medidas para la minimización del consumo de agua.
- Se han realizan estudios para la utilización de otras corrientes residuales de la planta como alimento animal.
- Se han implementado las buenas prácticas ambientales.
- Se trabaja para la implementación de técnicas de minimización de residuos.
- Se especializa a personal técnico de la planta en temas de saneamiento ambiental.

2.2.2.2. Consideraciones finales empresa vinatera del norte.

1. Debe diseñarse e implementarse una estrategia de educación ambiental. (CIGEA 1997).
2. Debe implantarse en la entidad un sistema de gestión ambiental.
3. Deben implantarse las técnicas de buenas prácticas ambientales.
4. Debe implementarse una estrategia de minimización de residuos.
5. Debe diseñarse, construirse y poner en explotación una planta compacta de tratamiento de residuales.

2.2.3. Hospital General de Caibarién

Esta instalación ubicada en la Ciudad Pesquera fue fundado en el 1922, brinda servicios de salud perteneciente al sistema de atención secundaria, donde se realizan cirugías menores, actualmente consta con 116 camas y un total de 266 trabajadores.

La entidad no cuenta con un sistema de tratamiento de residuales, los mismos se disponen al tanque séptico que da cobertura al reparto, en determinadas ocasiones las aguas residuales corren por una zanja al mar creando condiciones desfavorables para la higiene de las casas que rodean el hospital y a lo largo de toda la calle por donde pasa la zanja. La carga orgánica

aproximada que se vierte al medio es de 14,3 Kg. /día, 5,21 ton/año. No se lleva a cabo el pretratamiento alguno para eliminar los microorganismos procedentes de la actividad que realiza la entidad.

Respecto al manejo de desechos sólidos hospitalario, no se realiza la desagregación de los mismos, los cuales según lo establecido deben ser incinerados , pues constituyen desechos peligrosos. Actualmente estos desechos se recogen junto con los residuos sólidos de la comunidad y se disponen en el vertedero de municipal de Caibarién, creando condiciones de riesgo desde el punto de vista higiénico sanitarias.

2.2.3.1. Consideraciones finales Hospital General de Caibarién.

1. Los residuales líquidos deben ser tratados de forma independiente, se sugiere el diseño, construcción y operación de forma segura de un tanque séptico. Este tanque verterá al sistema municipal de tratamiento.
2. Los residuos sólidos (que no presenten riesgos biológicos) deben ser recogidos de forma independiente, se clasificaran y se dispondrán de forma segura previa coordinación con la dirección Municipal de Planificación Física (DMPF). (CEDRM 1995).
3. Debe ser diseñado, construido y puesto en funcionamiento un incinerador de residuos sólidos (para desechos biológicos, tóxicos u otros) que cumpla los requerimientos de las normas cubanas e internacionales al efecto. La obra debe cumplir los requisitos técnicos y legales que se encuentren legislados en la materia.
4. Debe diseñarse e implementarse una estrategia de educación ambiental.

2.2.4. Fábrica de Muebles Clínicos “Heriberto Mederos”

Esta instalacion es insignia en el desarrollo industrial del territorio, esta dedicada actualmente a la produccion de muebles clinicos, de oficina asi como a diferentes surtidos de carpinteria de aluminio.

Esta instalación perteneciente al SIME, ha implementado un conjunto de acciones dirigidas a mejorar su desempeño ambiental, entre las que se encuentran:

- Eliminación del cianuro y sustitución por una tecnología Níquel – Duplex en el proceso de galvanizado
- Eliminación posterior del niquelado y cromado y sustitución del tratamiento superficial por pinturas en polvo (electrostática).
- Sustitución de las tecnologías de pinturas en spray por pinturas en polvo (electrostática).

- Introducción de una línea de corte para ensamblado de aluminio, lo que disminuye la generación de desechos.

Como se observa, esta entidad ha realizado inversiones y modificaciones en su proceso productivo lo que ha disminuido el volumen y la agresividad de sus residuales. Este hecho unido a la voluntad de sus directivos de continuar mejorando el desempeño ambiental ha sido un factor de peso para decidir la realización de trabajos de minimización de residuos en sus plantas productivas. La entidad cuenta, además, con los datos básicos necesarios para la realización del trabajo.

En el capítulo III se analizan los aspectos fundamentales del desempeño ambiental de esta entidad.

2.2.4.1. Conclusiones parciales fábrica de muebles clínicos Heriberto Mederos.

1. Debe realizarse una caracterización actualizada de los residuales líquidos de la fábrica.
2. Continuar con el cambio de tecnologías por otras menos contaminantes.
3. Continuar con la implementación del plan de minimización de residuos que se encuentra en ejecución.
4. Rediseño del sistema de tratamiento de residuales líquidos.
5. Confinar los lodos generados por la planta de tratamiento de residuales líquidos y que actualmente se encuentran en los lechos de secado.
6. Debe diseñarse e implementarse una estrategia de educación ambiental.

2.2.5. Procesadora de Langosta establecimiento “Villamar”

Establecimiento del MIP, dedicado al procesamiento de la langosta, pescado y esponjas procedentes de la captura realizada por la empresa en la costa norte de la provincia de Villa Clara.

Actualmente esta planta no cuenta con un sistema de tratamiento de residuales, por lo que vierte los efluentes procedentes del proceso productivo directo al mar, los efluentes procedentes de cada proceso se disponen independientemente y no por una conductora única.

Los principales contaminantes de esta entidad son el caldo de la cocción de la langosta y el meta bisulfito utilizado en la muerte inducida de la misma. En el caso del caldo de la langosta, aporta grandes cantidades de materia orgánica, grasas a los efluentes, la entidad trabaja para el aprovechamiento de este desecho a fin de comercializarlo como salsa condimento y en la alimentación animal, estimándose niveles de 6000 litros diarios, con lo que se minimizaría este impacto sobre el medio. Con respecto al meta bisulfito de sodio, se han disminuido las

concentraciones de estos en los baños. En el caso de los desechos sólidos, los mismos se recogen en su totalidad y son aprovechados en la alimentación animal.

Actualmente, se ejecuta un diagnóstico ambiental para la posterior implantación de un sistema de gestión ambiental empresarial, donde se evalúan los aspectos ambientales de la entidad y su impacto sobre el acuatorio norte. La carga orgánica vertida es aproximadamente de 67 ton/a.

La dirección de la empresa conoce sus problemas ambientales fundamentales y está interesada en mejorar su desempeño, es por ello que ha contratado los servicios de una consultora ambiental, la Empresa Geominera del Centro, para la realización de un diagnóstico ambiental empresarial y la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Se ha decidido el diseño e implantación de una estrategia de educación ambiental.

2.2.5.1. Problemas ambientales del que han sido detectados de forma preliminar en el diagnóstico

- Altos contenidos de grasas en sus residuales líquidos.
- Altas cargas orgánicas en sus residuales líquidos.
- Altos consumos de agua.

2.2.5.2. Medidas tomadas en la entidad para mitigar los impactos ambientales:

- a) Limpieza y mantenimiento sistemático al sistema de drenaje, zanjas y trampas de grasa.
- b) Diseño y construcción de nuevas trampas de grasas acorde a las características del sistema.
- c) Disminución del consumo de agua mediante chequeo y control sistemático de los metro contadores y supervisión de los gastos en el proceso productivo.
- d) Medidas de minimización de residuos y la implementación de buenas prácticas ambientales.
- e) Realización de balances de masa y energía para obtener los datos básicos necesarios para el diseño de un sistema de tratamiento acorde al caudal y las características físico químicas de los residuales líquidos.

2.2.5.3. Reciclaje de materiales

Mediante trabajos conjuntos de la entidad y su consultora ambiental se han identificado algunas de las posibilidades de reciclaje interno y externo de sus residuales lo que ayuda a la disminución de las cargas contaminantes aportadas al medio y disminuye los costos de tratamientos de residuales al final del proceso.

Reciclaje del contenido de residual líquido de los tachos

El contenido de residual líquido proviene de los tachos es de aproximadamente 1000 litros por cada unidad, existen 4 unidades con una capacidad total de 4000 lt cada uno. El contenido de grasa de estos equipos incrementa de forma significativa la carga orgánica que aporta la industria al medio ambiente.

Se ha decidido después de análisis y pruebas a nivel piloto la venta del residual líquido de los tachos a otras entidades para ser utilizado como alimento animal. Esta medida es típica de como una industria puede mitigar los impactos ambientales sin que ello represente un gasto adicional al proceso productivo. En este caso la inversión necesaria fue mínima, sólo un sistema de bomba y tuberías.

2.2.5.4. Sistema de tratamiento de residuales

El diseño del sistema final de tratamiento de residuales líquidos se está realizando por especialistas de la Empresa Geominera del Centro. Se prevé que la fase preliminar de este proyecto esté concluida próximamente.

De forma general el proyecto contempla una etapa de tratamiento químico- físico (floculación, sedimentación y filtración), y una segunda etapa de tratamiento biológico. Aún no se dispone de la versión definitiva de este proyecto.

2.2.5.4. Consideraciones finales establecimiento Villamar

1. En la entidad debe ser implementado un sistema de gestión ambiental.
2. Debe contemplarse en la entidad la aplicación de las técnicas de minimización de residuos.
3. Es necesario la aplicación de buenas prácticas ambientales en el proceso productivo
4. Debe ser diseñado, construido y puesto en funcionamiento un sistema de tratamiento de residuales líquidos.
5. Se debe diseñar y ejecutar un sistema de monitoreo ambiental.
6. Debe diseñarse e implementarse una estrategia de educación ambiental.

2.2.6. Dirección Municipal de Acueducto y Alcantarillado

Las aguas que quedan como residuo de la actividad humana son de origen doméstico y de naturaleza industrial. Sin duda que el mayor volumen de aguas servidas corresponden a aquellas que son propias de la vida del ser humano como la limpieza, preparación de alimentos y necesidades fisiológicas. Se calcula que cada persona consume 200 litros diarios para satisfacer estas necesidades.(Eckenfeldor 1999, R. Bahu 1997).

La Ciudad de Caibarién con 34401 habitantes aproximadamente, constituye el mayor foco contaminante, pues genera aproximadamente el 50 % (528 ton/a) de lo aportado por el municipio.

La cobertura de saneamiento del municipio de Caibarién, alcanza el 99.88% de la población del territorio. Un total de 10340 habitantes posee servicio de alcantarillado, de ellos solo el 50.2% recibe algún tipo de tratamiento, el resto, 24061 habitantes posee fosas y letrinas.

El empleo del agua potable en los hogares genera agua albañales que contiene los residuos propios de la actividad humana. Parte de estos residuos son materia que consume o demanda oxígeno por oxidación de ésta, como la material fecal, restos de alimentos, aceites y grasas; otra parte son detergentes, sales, sedimentos, material orgánico no biodegradable y también microorganismos patógenos. La materia orgánica biodegradable y algunas sales inorgánicas son nutrientes para los microorganismos. Estas aguas servidas se denominan también aguas negras o municipales y, como es sabido, se vierten en los sistemas de alcantarillado que las conducen, en la inmensa mayoría de los casos, a los cuerpos de agua, como mar, lagos y ríos, produciendo por lo tanto la contaminación de estas fuentes naturales.

Para caracterizar estos residuos, se utiliza una serie de parámetros analíticos que determinan su calidad física, química y biológica. Estos parámetros son la turbidez, los sólidos suspendidos, el total de sólidos disueltos, la acidez y el oxígeno disuelto. La demanda bioquímica de oxígeno que requieren los microorganismos para vivir, junto con la presencia de materia orgánica que les sirve de nutrientes, se emplea como medida de la cantidad de residuos que existen en el agua con carácter de nutrientes. El proceso usual del tratamiento de aguas residuales domésticas puede dividirse en tres etapas: 1ª, tratamiento primario o físico; 2ª, tratamiento secundario o biológico y 3ª, tratamiento terciario que normalmente implica una cloración.

El análisis de esta problemática en la ciudad de Caibarién puede ser dividido en 4 partes:

2.2.6.1. Centro de la Ciudad

Con una población aproximada de 5608 habitantes, posee un alcantarillado tradicional con destino final al mar, presenta 4.295 Km. de colectores de hormigón de diámetro 400 mm y 6.833 Km. de redes que oscilan entre los 150 y 200 mm con 95 registros. Su estado técnico es regular siendo necesario la sustitución de tuberías motivado por roturas y frecuentes obstrucciones, las cuales se localizan principalmente en terminación de las avenidas 7,11, 13 y 19; paseo Martí desde calle 4 hasta calle 10; avenida 13 desde calle 22 hasta el mar y en la avenida 11 entre la calle 14 y 16. La sustitución de estas tuberías está valorada en el orden de

los 60.45 MP, de ellos 29.45 en USD. La carga contaminante aproximada aportada por este reparto es de 86 ton/a.

2.2.6.2. Ciudad Pesquera

El sistema existente evacua todo el residual de este reparto, prestando servicio a 230 viviendas con 970 habitantes, incluye además los residuales del hospital, los cuales se bombean hasta un tanque INHOFF que se encuentra en mal estado técnico, pues las columnas se han destruido, el mismo se encuentra con altos niveles de sedimentos, las tuberías de disposición final presentan salideros, están rotas y deterioradas provocando el vertimiento directo del residual en los patios de las casas por donde pasa la misma. Su mantenimiento periódico se dificulta debido a que se construyeron casas alrededor del tanque y en estos momentos forma parte del patio de una de ellas, cuenta con 1.52 km de tuberías y 33 registros.

La estación de bombeo no cuenta con ningún equipo de reserva, por lo que al existir roturas, los residuales no tienen salida y se provocan inundaciones en los registros del reparto así como en el hospital. El registro de salida de la estación no cuenta con tapa, por lo que al mismo son arrojados los desperdicios de la población trayendo consigo obstrucciones al impelente del equipo, además de constituir un peligro para los habitantes colindantes a la estación pues se pueden caer en el mismo. La estación no cuenta con rejillas, por lo que entran sólidos de gran envergadura trayendo como consecuencia grandes obstrucciones y la posible rotura de equipos. La reparación total del tanque y la sustitución de la tubería está valorada en 24.15 MP. La carga contaminante aportada por este reparto es de 15 ton/a.

2.2.6.3. Reparto Van Troi

Constituye el reparto de mayor evacuación de residuales del territorio, con una población servida y alcantarillado de 920 apartamentos, con un total de 3312 habitantes. Todo el albañal del reparto es bombeado hacia una laguna de estabilización, la cual se mantiene limpia y en buen estado técnico, la misma no posee cerca perimetral y la tubería de disposición final presenta problemas, faltan 2 tubos de 12 pulgadas que provocan que el residual se vierta a los campos aledaños a la estación, trayendo consigo la contaminación de los suelos.

Presenta 696 metros de colectores y 1.86 Km. de redes así como 90 registros en estado técnico regular, debido a que muchos no tienen la altura requerida. Con las lluvias todos los desperdicios van a parar a los mismos, trayendo obstrucciones, además muchos no cuentan con tapas. Se trabaja con vistas a recuperar un sistema antiguo por gravedad existente en esta zona que pueda aliviar el residual cuando la estación presente problemas con el

suministro de energía eléctrica o mecánicos, evitando así las inundaciones en la estación, edificios más cercanos y en la escuela Van Troi. El costo estimado de la sustitución de las tuberías y el mantenimiento de la laguna asciende a 4.0 MP. La carga contaminante aportada por este reparto es de 14 ton/a, si se estima una eficiencia del 80% se remueve en la laguna 11 ton/a.

2.2.6.4. Fosas y Letrinas

Un total de 24061 habitantes aproximadamente, poseen fosas y letrinas como órgano de evacuación y tratamiento de los residuales albañales, lo que representa el 69.94% de la población de la ciudad. Esta problemática incide directamente en la calidad del agua subterránea, así como en las condiciones higiénicas sanitarias de los pobladores de la ciudad. La carga DBO generada por esta población es de 369 ton/a, si consideramos un 40 % de remoción, entonces se dispone a las aguas subterráneas un total de 221 ton/a.

2.2.6.5. Consideraciones finales Dirección municipal de acueducto y alcantarillado.

1. Efectuar una actualización de los caudales y de las cargas contaminantes de los residuales humanos generados en la ciudad de Caibarién. Los resultados deben estar delimitados por zonas residenciales y repartos de habitacionales para evaluar la factibilidad de su desagregación.
2. Existe un proyecto para la solución de los residuales líquidos del área de la playa de Caibarién (Lamberto A. 2001) que debe ser evaluado de inmediato para su actualización e implementación.
3. Analizar desde el punto de vista técnico, económico y ambientalista el diseño de un sistema de tratamiento adecuado para los residuales humanos del resto de la ciudad.

2.2.7. Centro Integral Porcino Charco Hondo

Establecimiento ubicado en el Consejo Popular Refugio, perteneciente a la Empresa Porcina, dedicado a la ceba y preceba de cerdos. Su sistema de tratamiento de residuales está constituido por una cámara de rejillas, un desarenador, 4 sedimentadores, 4 digestores, 2 fosos de residuales, 1 batería de lechos de secado y 3 lagunas de estabilización que vierten finalmente al Río Manacas.

El funcionamiento actual del sistema determina que la eficiencia del tratamiento sea parcial (Perez P. 2003), dado principalmente por la falta de mantenimiento a que es objeto la misma que ha traído como consecuencia un manejo inadecuado de los residuales dado por tupiciones en las válvulas de los digestores y sedimentadores, lo que trae consigo una ineficiente separación de los sólidos los cuales se disponen a las lagunas. En el caso de las lagunas,

poseen enyerbamiento en los taludes y presencia de sólidos principalmente en la primera. Solo de 2 de los digestores existentes se encuentran funcionando, motivado por una explotación del centro por debajo de sus capacidades potenciales, se observó en uno de ellos la presencia de vegetación encima del sólido sobrenadante.

El principal problema existente en este foco contaminante está asociado a cuando el falta el fluido eléctrico, esto provoca que el primer foso de captación de residuales se llene por la falta de bombeo y retorne el mismo hacia el segundo registro, el cual posee un by pass, que conduce el residual a través de una tubería hacia el río pozo piedra, afectando la calidad del mismo y provocando afectaciones a propietarios privados de tierra. Esto ha sido objeto de reiteradas quejas sin la consecuente solución. Se ha propuesto en estos casos construir un embalse o un colector para almacenar este residual y posteriormente reincorporarlo a la planta. Además, por roturas en las tuberías que conducen el residual hacia la planta de tratamiento se vierte una parte del mismo hacia una canal de desagüe pluvial con destino final hacia la costa norte.

No se lleva a cabo un control del agua consumida en el establecimiento, aunque se han implementado medidas de ahorro para disminuir el gasto de este recurso natural. La carga contaminante generada es de 287 ton/a, según lo expuesto anteriormente la eficiencia del sistema de tratamiento está entre un 60 y 70 %, por lo que se dispone a los cuerpos receptores entre 86 y 115 ton/a.

2.2.7.1. Consideraciones finales Centro Integral Porcino Charco Hondo

Se considera que el problema fundamental del centro se encuentra en la baja eficiencia de su sistema de tratamiento de residuales líquidos, por lo que se proponen las siguientes medidas:

1. Acometer un plan de limpieza y mantenimiento de todo el sistema de residuales que incluya: realizar el desyerbe de todo el sistema, realizar la limpieza mecánica de todos los componentes del sistema de tratamiento y rectificar que todos los elementos del sistema de tratamiento posean sus parámetros de diseño originales.
2. Realizar un plan de mantenimiento para los equipos de bombeo y sus redes para que el sistema opere con máxima fiabilidad.
 - Mantenimiento planificado y sistemático a las bombas.
 - Mantenimiento al sistema de redes y válvulas de transporte de residuales.
3. Realizar las inversiones necesarias para garantizar el suministro estable de energía eléctrica a la instalación.
4. Operar la planta de forma segura y eficiente. Cumplir con todos los parámetros de la disciplina tecnológica.
5. Se debe diseñar e implementar una estrategia de educación ambiental.

2.3. Conclusiones parciales.

1. Hasta el momento se han reportado e incluido en el catálogo de fuentes contaminantes del municipio de Caibarién 20 focos.
2. Los focos contaminantes fundamentales del municipio de Caibarién son:
 - Empresa Tenera de Caibarién.
 - Vinatera del Norte.
 - Hospital General de Caibarién.
 - Fábrica de Muebles Clínicos “Heriberto Mederos”.
 - Procesadora de Langosta “Villamar”.
 - Dirección Municipal de Acueducto y Alcantarillado.
 - Centro Integral Porcino Charco Hondo.
3. Es necesario implementar y ejecutar una estrategia de educación ambiental a nivel de territorio, para capacitar a directivos y técnicos de las entidades del territorio que más influencia presentan en el desempeño ambiental.
4. Cada entidad debe garantizar la limpieza y mantenimiento de sus sistemas de colección, transporte y tratamiento de sus residuales. Las redes, equipos de bombeo, equipos del sistema de tratamiento y otros deben incluirse en los planes de mantenimiento con su financiamiento correspondiente.
5. Todas las entidades deben aplicar un programa de minimización de residuos y aplicar las buenas prácticas ambientales con el fin de reducir el consumo de productos y/o disminuir el volumen y la agresividad de sus residuales.
6. Las entidades que no poseen sistema de tratamiento de sus residuales deben, una vez minimizado sus residuos, diseñar, construir y operar un sistema de tratamiento con una eficiencia que cumpla los requerimientos de las normas cubanas.

3.1. Diagnostico ambiental de la fábrica de Muebles Clínicos.

La tendencia mundial actual está dirigida hacia una nueva cultura ambiental empresarial, la cultura de la prevención voluntaria de la contaminación ambiental, del manejo sustentable de los recursos naturales y de la seguridad industrial, producto de lo cual se exige cada vez con mayor fuerza, que tanto empresas como productos sean amigables con el medio ambiente, al tiempo que se desarrolla un proceso de preparación para insertarse en un mercado que cada día exige más que los procesos productivos, productos y servicios se ajusten a las exigencias que garanticen la conservación del medio ambiente. Para cumplir estos objetivos resulta necesario, en primer lugar, la realización de un diagnóstico ambiental que permita determinar los problemas ambientales básicos de la entidad. (Terry C. 2003, Díaz 2000). El diagnóstico se realizó según la "Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales y la verificación del cumplimiento de los indicadores establecidos en la resolución CITMA 27/2000 para la obtención del Reconocimiento Ambiental Nacional" (RAN), correspondiente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Agencia de Medio Ambiente y Centro de Información, Gestión y Educación ambiental (Enero 2003).

3.1.1. Información general de la entidad.

- Nombre: Fabrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos.
- Dirección: Carretera Remedios a Caibarién Km. 1
- Municipio: Caibarién
- Organismo al que pertenece: SIME
- Teléfono: 364364 y 363367
- Identificación de los renglones productivos que se desarrollan: Sillón de Inválidos, Muebles Clínicos, de oficina y Carpintería de aluminio.
- Principales materias primas que se utilizan en los procesos productivos: Hierro, Acero, Electrodo para soldaduras, Aceites, Silicato, Acetatos y reactivos químicos variados para el taller de Galvanizado, Laminado de aluminio y vidrio.
- Plantilla general de trabajadores 237, de ellos 24 dirigentes, 51 técnicos y 162 obreros.

3.2. Condiciones naturales y socioeconómicas del entorno donde está ubicada la instalación.

En el anexo # 4 pueden ser consultados los siguientes aspectos.

- | | |
|---|--|
| ➤ Relieve. Geología, litología y Carso. | ➤ Características hidrológicas e hidrográficas |
| ➤ Actividad sísmica | ➤ Clima. |
| ➤ Rosa de los vientos anual Histórica. | ➤ Población y Actividades |

económicas fundamentales.

3.3. Fábrica de muebles clínicos “Heriberto Mederos”. Generalidades.

La Fábrica de Muebles Clínicos “Heriberto Mederos” está ubicada en el municipio de Caibarién, provincia de Villa Clara, fué fundada el 17 de Mayo de 1964 por el Comandante Ernesto Che Guevara como fábrica de bicicletas, actualmente está compuesta por la Planta de Muebles Clínicos, la Planta de Muebles de Oficina, la Planta de Servicio Industrial y el taller de Carpintería de aluminio. (Devon M. 2003).

Cada una de estas plantas funciona de forma relativamente independiente y posee sus propios procesos y equipamiento, aunque en algunos casos hay procesos compartidos entre dos o mas plantas. En el anexo # 5 se detallan los talleres y locales de cada una de las plantas.

El presente trabajo de diagnostico ambiental y posterior minimizacion de residuos centra su atención en la planta de Muebles Clínicos, por lo que a continuación se describirá el proceso tecnologico de la misma.

3.3.1. Descripción general del proceso de fabricación de muebles clínicos.

La descripción general del proceso ha sido elaborada a partir de los documentos técnicos que obran en los archivos de la entidad, de la información de los técnicos y especialistas y de trabajos de diplomas de pre-grado y tesis de maestría. (Devon M. 2003).

La primera etapa en el proceso de fabricación de muebles clínicos es la preparación de las estructuras, que comprende el corte de la materia prima, pues esta llega de distintas formas a la planta. En esta etapa los residuos que se generan son sólidos componentes del metal que se trate, que por lo general son aleaciones de hierro.

Seguidamente se someten las estructuras a un proceso de decapado inicial con el objetivo de eliminar cualquier capa de grasa o posible corrosión que contengan las mismas y se procede de la siguiente forma:

Primeramente se efectúa un desengrase en caliente a una temperatura de 50 – 80 °C con un tiempo de estabilización de 2 a 3 min. Este desengrase se efectúa en unos baños de 1.5 m³ que contienen agua acompañada de 20 kg de cada desengrasante: NOVAT, RIDOSOL e Hidróxido de Sodio. Luego se efectúan dos enjuagues en frío, uno a flujo y el otro a templa, con agua que proviene del sistema de abasto. A continuación las estructuras se decapan con Ácido Clorhídrico (80 – 90) % y un inhibidor de la corrosión LESCALE, durante un tiempo de 5 – 10 min para eliminar la corrosión que contenga y se enjuagan nuevamente. Posteriormente se neutralizan las estructuras en baños de 1.5 m³ con 10 kg de Carbonato de Sodio y Fosfato Trisódico respectivamente durante 2 min, para eliminar el ácido que pueda quedar del

decapado. Finalmente se realiza nuevamente un desengrase en caliente a 50 °C para darle conservación a las estructuras. Los desechos que se generan en esta etapa son los líquidos residuales de cada baño.

Una vez listas las estructuras se sueldan, para pasar posteriormente a la etapa de ensamblado de los subconjuntos, que seguidamente se pintan. En la etapa de ensamblado se generan también desechos sólidos y en la de pintura se emiten gases producto de la combustión que ocurre en el horno que posibilita que la pintura se derrita sobre los subconjuntos. En la etapa de pintura (dipolo hidrostático), el horno alcanza una temperatura de (180-200) ° C, una presión de 27 atm., la altura del combustible es (40-29) cm., el combustible utilizado es fuel oil y el tiempo de recorrido de las piezas es de 30 a 45 seg.

El decapado que precede a la etapa de soldadura tiene una característica especial, pues se sustituye la última etapa por un fosfatado a 40 °C, que se realiza con el fin de recubrir la estructura de forma que pueda conservarse durante la etapa de pintura que le sucede como se describió anteriormente. La última etapa de este proceso es la terminación de la pieza. Un esquema del proceso de producción de la planta de muebles clínicos se reporta en el Anexo # 6.

3.4. Consumos básicos de la entidad.

3.4.1 Materias Primas:

Para el análisis de los aspectos relacionados con las materias primas, se decidió centrar la atención prioritariamente en el agua, los productos químicos y los portadores energéticos, por considerar que son los que tienen mayor peso específico y relación con los objetivos del programa de Minimización.

3.4.1.1 Agua

Para la determinación de los niveles de consumo de agua de la fábrica, fueron utilizados los registros de las lecturas del metro contador. El resultado de las lecturas aparece resumido en la siguientes tablas 3.1 Y 3.2, consumo general de agua de la fábrica y consumo promedio de agua por día respectivamente.

Tabla 3.1. Consumo general de agua de la fábrica.

Fecha	Consumo (m ³)	Precio (usd/m ³)	Gasto (usd)
Diciembre 2000	4582	0,30	1374,60
Ene/01-Dic/01	39382	0,30	11814,60

Ene/02-Dic/02	16561	0,30	4968,30
Ene/03-Abril/03	8064	0,30	2425,20

Tabla 3.2. Consumo de agua promedio por día.

Consumo de agua promedio por día en m ³	
Año 2000	190.91
Año 2001	136.74
Año 2002	57.50
Año 2003	84.00

La tendencia anual en el consumo de agua en los últimos años aparece en el siguiente

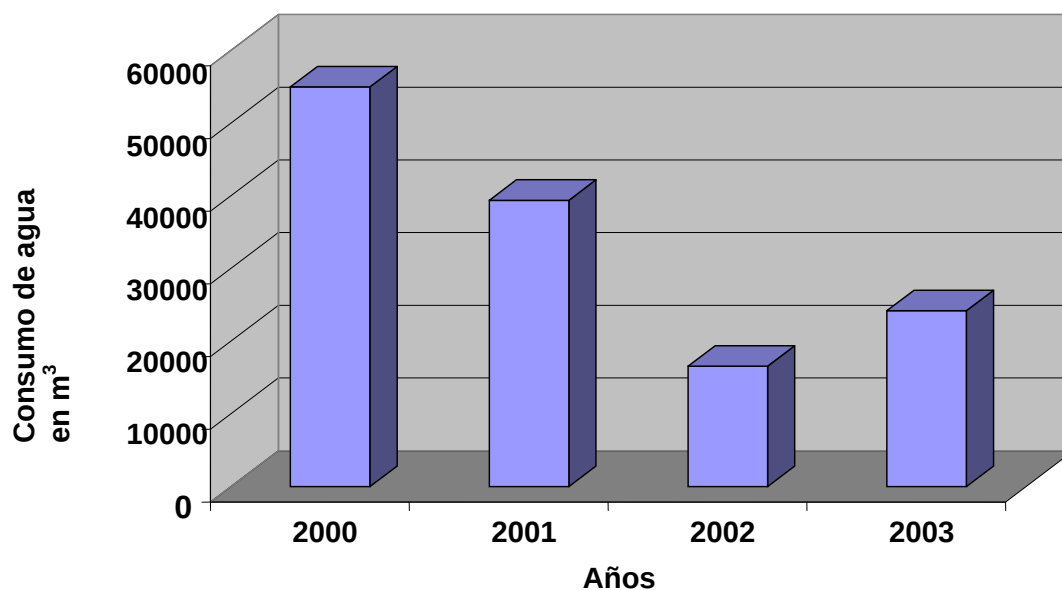


gráfico.

Gráfico 3.1. Tendencias en el consumo de agua en la fábrica de Muebles Clínicos.

Observe que la tendencia en el consumo de agua en los últimos años es decreciente, en el año 2002 ocurrió una disminución sensible de la producción general de la fábrica por lo que el valor de consumo de agua reportado no se considera representativo. Años anteriores al 2000 no se consideran en el análisis del consumo de agua porque aun no se encontraba en funcionamiento el metrocontador y los valores que se disponen no son confiables.

Las Plantas no poseen individualmente metro contadores, por lo que no se dispone de un registro exacto del consumo de agua por áreas, no obstante fue realizado un estudio en la fábrica para dividir el consumo de agua por talleres y plantas según las características tecnológicas de cada uno y aportó los resultados que aparecen reportados en la tabla 3.3. Para el análisis de esta tabla se consideró el promedio de consumo de agua de los años 2000, 2001 y 2003 que fue de 137.21 m³ por día.

Tabla 3.3. Consumo promedio de agua por Talleres/Plantas (referido al consumo general de la fábrica en los años 2000, 2001 y 2003)

Taller/planta	Caudal (m ³ /día)	Porcentaje que representa del consumo general de la fábrica. (%)
Taller de decapado	45.25	32,98
Comedor	16.97	12,37
Servicio Sanitario de los talleres	21.21	15,46
Organopónico y jardín	21.24	15,48
Planta de carburo	19.79	14,43
Parque automotor	12.67	9,24

(Fuente: Dpto. Energético. Fábrica de Muebles Clínicos “Heriberto Mederos”).

3.4.1.1.1. Medidas propuestas para la disminución del consumo de agua.

Teniendo en cuenta los datos que aparecen reportados en las tablas anteriores, y las características específicas de la fábrica, se proponen las siguientes medidas.

1. Instalar metrocontadores individuales para cada uno de las plantas y talleres de la entidad.
2. Utilizar en los baños de las etapas de tratamiento superficial los volúmenes de agua mínimos necesarios.
3. No cambiar el contenido de agua de los baños de enjuague hasta que el mismo alcance las concentraciones de productos según las normas tecnológicas.
4. Evitar el derrame de agua o solución de los baños por arrastre en las piezas tratadas.
5. Disminuir los volúmenes de agua gastada por concepto de limpieza de pisos y equipos tecnológicos.
6. Instalar válvulas de cierre rápido en las acometidas de agua de uso tecnológico y de limpieza.
7. Disminuir el consumo de agua para fines de jardinería y organopónico. Buscar fuentes alternativas para esta actividad.

3.4.1.2. Productos Químicos

Para la evaluación del comportamiento del consumo de productos químicos en el taller de decapado en la Planta de Muebles Clínicos, se partió del análisis comparativo del consumo real de los últimos años con relación a la norma de consumo dada por el proveedor de la tecnología. El consumo de cada uno de los productos químicos se considera sobre la base de una producción de 1000 sillones de ruedas.

En la tabla 1 del Anexo # 7 se reportan los valores del consumo de productos químicos, así como las normas establecidas, correspondientes a los años 1998, 1999 y 2000 los cuales se obtuvieron a partir de los reportes de salida de almacén, a través de las tarjetas de estiba y comprenden los talleres de decapado y planta de tratamiento de residuales, conjuntamente. En estos años la producción de sillones de ruedas se comporta en la siguiente manera: 1998 – 2000 sillones, 1999- 2223 sillones y 2000 – 1756 sillones.

En el gráfico 3.2 se representan los sobregastos de productos químicos así como las pérdidas económicas por este concepto.

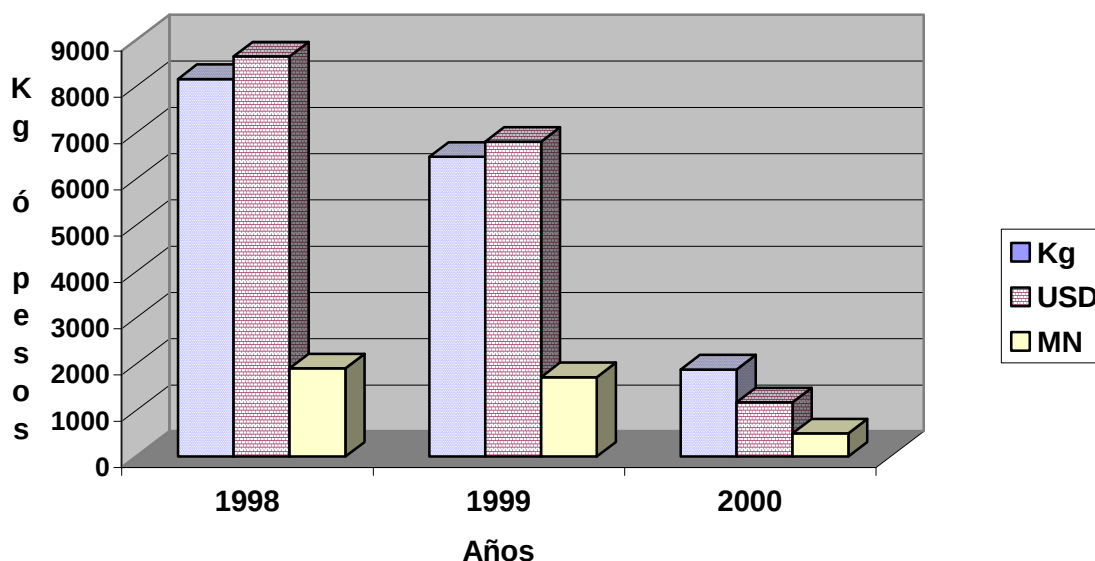


Gráfico 3.2. Sobreconsumos de productos químicos.

En cada uno de los años evaluados el consumo de productos químicos se comporta por encima del valor de la norma tal como se refleja en la tabla 2 del Anexo # 7, significando esto un sobre gasto de recursos, tanto material como económico. Considerando los tres años evaluados, en el orden material el sobre consumo fue de 18711,21 Kg. de productos químicos y en el orden económico significó un sobregasto de 18545,56 pesos.

3.4.1.2.1. Alternativas propuestas para disminuir los sobreconsumos de productos químicos.

Después de un análisis del consumo de productos químicos y teniendo en cuenta las características específicas de la fábrica se proponen las siguientes medidas para su disminución

- Adecuado control y manipulación de los productos en los almacenes.
- Calidad óptima de los productos químicos.
- Exigir a los proveedores garantía respecto a la calidad de los envases y embalajes de los productos químicos.
- Adquirir los productos químicos, siempre que sea posible, en envases con el contenido exacto que será consumido de una sola vez.
- Evitar la adquisición de productos químicos a granel.
- Cumplir las normas de preparación de las soluciones en las diferentes partes del proceso tecnológico.
- Cumplir estrictamente las normas de seguridad para la manipulación de los diferentes tipos de productos en el proceso productivo.
- Contar con los medios de protección adecuados para la manipulación de estas sustancias.
- Contabilizar los lotes de otras producciones adicionales que se realicen en la entidad.
- Realizar cambios tecnológicos que permitan con el mismo equipamiento minimizar el consumo de productos químicos.
- Cambio del equipamiento tecnológico por nuevas tecnologías más amigables con el medio ambiente.

De las medidas recomendadas anteriormente, varias ya se han aplicado en la entidad y los resultados son satisfactorios, otras están pendientes por dificultades técnicas en su aplicación o por falta de recursos materiales y financieros. (Devon M. 2003).

Dentro de las medidas que ya se encuentran aplicadas están las de control y fiscalización de productos químicos, las referidas a un adecuado almacenamiento y manejo de productos, a la protección de los trabajadores durante el uso y manipulación de los productos así como el cumplimiento de las normas de preparación de las soluciones. Se encuentran en fase de estudio técnico y financiero las medidas referidas a cambios tecnológicos del proceso y a la adquisición de nuevas tecnologías.

Los volúmenes de productos químicos que son consumidos por encima de las normas técnicas que rigen el proceso productivo representan gastos económicos y un impacto adicional para el medio ambiente. Es necesario tener en cuenta que las tecnologías obsoletas son propensas a los sobreconsumos de materiales ya que en sus diseños, de forma general,

no se tomaron en cuenta aspectos relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.

Debido a los cambios de tecnologías efectuados en la fábrica existen gran cantidad de productos químicos que ya no se utilizan en el proceso productivo ni en los análisis de control del proceso. Inventarios realizados confirman la existencia de aproximadamente 200 productos químicos que se consideran ociosos. En el anexo 8 se relacionan estos productos así como la existencia de los mismos.

Dentro de los productos que ya no se utilizan y que se encuentran almacenados en la fábrica existen sales de cianuro que anteriormente eran empleadas en el proceso de niquelado. Los tipos y cantidades son las siguientes:

Cianuro de cadmio	50 Kg.
Cianuro de cobre	450 Kg.
Tiocianato de sodio	150 Kg.
Tiocianato de amonio	246 Kg.

Estas sales de cianuro se encuentran confinadas en un local de la fábrica hasta que se cuente con la tecnología apropiada para su destrucción. Para este confinamiento provisional se proponen las siguientes medidas:

- Mantener el local ventilado.
- Reenvasar los productos en tanques plásticos y sellarlos.
- Identificar cada tanque con el nombre y la cantidad del producto.
- Mantener el local correctamente cerrado y sellado.
- Realizar inspecciones periódicas al local.
- Tener los guantes, caretas y demás medios de protección necesarios para entrar al local y manipular los productos.
- Tener los planes de contingencia ante accidentes y catástrofes.

3.4.1.3. Lubricantes.

Los lubricantes se utilizan en diferentes equipos, componentes y agregados en el proceso fabril no obstante los consumos más representativos se localizan en el taller de maquinado. Las cartas tecnológicas recomiendan utilizar una emulsión de aceite y agua al 10 %.

Según cálculos en el sistema realizado por Díaz, Rosell, J. 2002. la capacidad total del depósito de aceite es de 522 litros, aunque esto es el máximo valor potencial y se considera su valor real cercano al 50 %.

A continuación se presenta la tabla 3.4 donde se reportan los valores anuales en el consumo de lubricantes.

Tabla 3.4. Consumo anual de aceite lubricante.

Año	Consumo plan (litros)	Consumo real (litros)	precio (pesos/litros)	importe (pesos)
1999	272,5	54,54	1,073	58,52
2000	204.39	182.97	1.073	182.97
2001	195.5	162,97	1,073	174.86
2002	165.5	82.50	1.073	88.52

Fuente: Dpto. de Compras. Fábrica de Muebles Clínicos “Heriberto Mederos”.

Se recomienda evitar los vertimientos de aceites en pisos y equipos y tener previstas todas las medidas de contingencias para caso de accidentes. Todos los lubricantes, una vez concluida su vida útil deben ser reciclado a las empresas correspondientes. En tal sentido, la gestión de los desechos de lubricantes deberá orientarse a garantizar su segregación, impidiendo, que se mezclen con otras corrientes de aguas residuales de la fábrica, en particular las que son tratadas en la planta de neutralización.

3.4.1.4. Electricidad y Portadores Energéticos.

La electricidad constituye el portador energético de mayor demanda en la fábrica, llegando a constituir un factor limitante del proceso productivo. Durante los últimos años el consumo de electricidad de la Planta de Muebles Clínicos representó como promedio el 43% del consumo total de la fábrica, en el 2001 éste índice se elevó hasta el 55 %. En los últimos años se observa de forma general una tendencia decreciente en el consumo de energía eléctrica. Los valores de consumo de energía eléctrica se reportan en la tabla 3.5.(Fuente: Dpto. Energético. Fabrica de Muebles Clínicos “Heriberto Mederos”).

El consumo de electricidad aporta un valor significativo de dióxidos de azufre (SO₂), de nitrógeno (NO₂) y de carbono (CO₂) y otras emisiones al medio ambiente. Teóricamente, cada 1000 Kwh. de electricidad consumida genera 8 lbs. de SO₂, 5 lbs. de NO₂ y más que 1,400 lbs. de CO₂ de emisiones gaseosa; una contribución significativa al calentamiento global y formación de lluvia ácida.

Tabla 3.5. Consumo de electricidad en la Planta de Muebles Clínicos.

Años	Consumo en Kw./h
1999	117878,0
2000	78979,0
2001	65705,0
2002	26418,0

En los últimos años el consumo de energía eléctrica promedio ha sido de 250.85 Kw. /h, aunque se observa una tendencia decreciente. En la fábrica existe un plan de medidas para el ahorro de energía eléctrica.

Otros portadores energéticos como el combustible no fueron analizados en detalle atendiendo a que en la fábrica su consumo es mínimo, (transporte automotor, horno quemador) al no existir generación de vapor.

3.5. Análisis detallado de los Procesos que representan mayor riesgo ambiental.

Como proceso potencialmente más contaminante se considera el taller de decapado, atendiendo a la concurrencia en los mismos de los siguientes factores: consumos de agua y generación de aguas residuales con contenidos de productos químicos tóxicos así como la generación de vapores tóxicos y corrosivos. Otros procesos contaminantes incluyen la producción de acetileno y los talleres de pintura y soldadura. A continuación se presenta en la tabla 3.6 la segregación de las corrientes fundamentales de residuales líquidos.

Tabla 3.6. Segregación de corrientes residuales y sus caudales aproximados.

Origen de la corriente residual	Flujos aproximados (m ³ /día)	Características básicas	Tratamiento realizado
Taller de decapado	40.72	Aguas ácidas-alcalinas	Se envía a la planta de tratamiento.
Planta de acetileno	17.81	Aguas alcalinas	No se tratan. Se vierten libremente.
Servicios (cocina-comedor, baños, etc.)	34.36	Aguas albañales	Fosa séptica.
Taller automotor	11.40	Aguas fregado	No se tratan. Se vierten libremente.

3.5.1. Taller de decapado (ver foto 2 del anexo 9)

Tabla 3.7. Baños: funciones, concentraciones y tiempos de operación.

No	Función	Productos y concentraciones	Tt	Te
1 y 2	Desengrase	Solución: Novat: 60-120 g. / L. Operacional: 90 g. /L	20 minutos	1-2 minutos
3	Enjuague	Agua	1-2 minutos	1-2 minutos

	caliente			
4	Enjuague frío	Agua	1-2 minutos	1-2 minutos
5 y 6	Decapado	Solución: Ácido clorhídrico: 100-150 g. / L. Operacional: 120 g. / L	20 minutos	1-2 minutos
7	Enjuague	Agua	1-2 minutos	1-2 minutos
8	Neutralizado	Solución: Carbonato de sodio: 3 g. / L; Bórax técnico: 3 g. / L.	5 minutos.	1-2 minutos
9	Enjuague.	Agua	1-2 minutos	1-2 minutos
10	Fosfatado.	Solución: Microsintite puntuación 24.	10 minutos.	1-2 minutos.
11	Enjuague.	Agua	1-2 minutos	1-2 minutos.
12	Enjuague Caliente	Agua	1-2 minutos.	1-2 minutos.

Leyenda de la tabla

Tt. Tiempo de tratamiento de las piezas.

Te. Tiempo de escurrimiento de las piezas.

3.5.1.1. Balance de materiales en el taller de decapado.

Tabla 3.8. Datos básicos obtenidos en la fábrica para el balance de materiales en el taller de decapado. (Devon M. 2003).

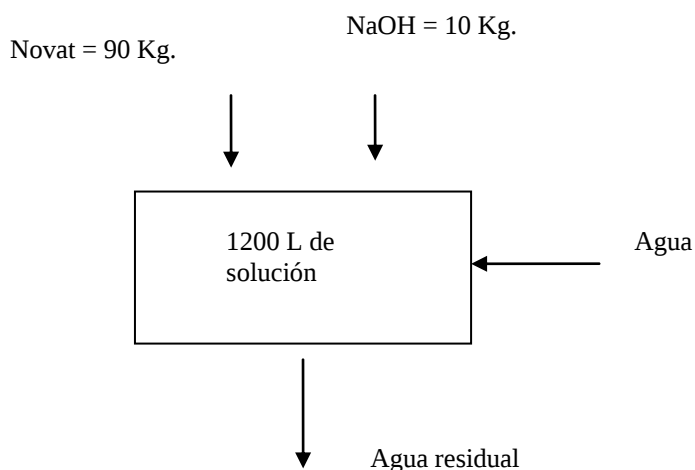
Baños	Sustancias químicas	Cantidad que entra el baño (kg.).	Cantidad que queda en el baño (kg.).	Cantidad que sale el baño (kg.).	Densidad (g/cm ³)
Desengrase	Novat	90	30	-	-
	Hidróxido de sodio	10	3,1	-	1,4967
Decapado	Ácido clórico	70	25	-	1,1493
Neutralizado	Carbonatado de sodio	3	1,2	-	1,0996
	Bórax	3	1,2	-	1,730
Fosfato	Liq.fosfatante	37	2,2	-	1,870
	Neutralizante	4	-	-	1,4967
	Acelerado	1,24	-	-	-

Fuente: Dpto. Producción. (Fabrica de Muebles Clínicos “Heriberto Mederos”)

3.5.1.1.1. Balance de materiales en el baño de desengrasado:

Capacidad de cada baño: 1200 litros de solución.

Base de cálculo: 100 sillones / 8 h.



Cálculos:

Concentración de Novat = 90 Kg. / 1200 L. = **0,075 Kg. / L.**

Concentración de NaOH = 10 Kg. / 1200 L. = **$8,33 \cdot 10^{-3}$ Kg. / L.**

Según los datos prácticos obtenidos en la industria, para que queden en el equipo 30 Kg. de Novat, debe quedar una cantidad (X L.) de solución:

$$0,075 \text{ Kg. / L.} \times X \text{ L.} = 30 \text{ Kg.}_{\text{Novat}}$$

$$X \text{ L. de solución} = 30 \text{ Kg.} / 0,075 \text{ Kg./L.} = \mathbf{400 \text{ L. de solución.}}$$

Cantidad de NaOH presente:

$$400 \text{ L.} \times 8,33 \cdot 10^{-3} \text{ Kg. / L.} = \mathbf{3,01 \text{ Kg. de NaOH.}}$$

Volumen de solución a reponer : 1200 L. – 400 L. = **800 L. de solución.**

Caudal = 800 L / 8 h. = **100 L / h.**

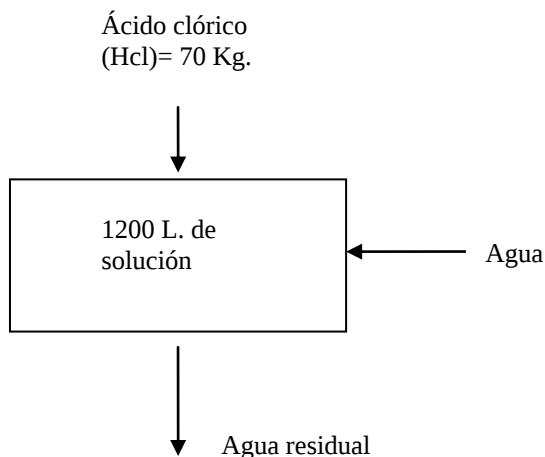
Para el próximo ciclo de 100 sillones:

Cantidad de solución a reponer = 800 L.

Kg_{Novat} a reponer = 800 L. X 0,075 Kg. /L. = **60 Kg_{Novat}**

Kg_{NaOH} a reponer = 800 L. X $8,33 \cdot 10^{-3}$ Kg. / L. = **6,9 Kg_{NaOH}.**

3.5.1.1.2. Balance de materiales en el baño de decapado:



Cálculos:

Concentración de Hcl = $70 \text{ Kg.} / 1200 \text{ L.} = 0,058 \text{ Kg.} / \text{L}$

Según los datos prácticos obtenidos en la industria, para que queden 25 Kg. de Hcl en el equipo, debe quedar una cantidad (X L.) de solución:

$$0,058 \text{ Kg.} / \text{L.} \times X \text{ L.} = 25 \text{ Kg}_{\text{Hcl}}$$

$$X \text{ L. de solución} = 25 \text{ Kg.} / 0,0584 \text{ Kg./L.} = \mathbf{428.08 \text{ L. de solución.}}$$

Volumen de solución a reponer: $1200 \text{ L.} - 428.08 \text{ L.} = \mathbf{771.92 \text{ L. de solución.}}$

Caudal = $771.92 \text{ L.} / 8 \text{ h.} = \mathbf{96.49 \text{ L.} / \text{h.}}$

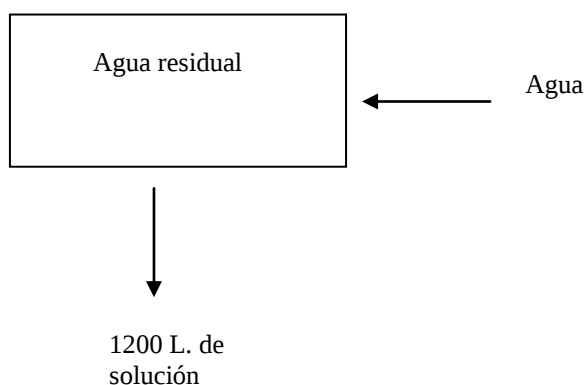
Para el próximo ciclo de 100 sillones:

Cantidad de solución a reponer = 769,97 L.

Kg_{Hcl} a reponer = $769,97 \text{ L.} \times 0,058 \text{ Kg.} / \text{L.} = \mathbf{45.08 \text{ Kg}_{\text{Hcl}}}$

3.5.1.1.3. Balance de materiales en el baño de Neutralizado:





Cálculos

Concentración de Bórax = $3 \text{ Kg.} / 1200 \text{ L.} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.} / \text{L.}$

Concentración de $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 3 \text{ Kg.} / 1200 \text{ L.} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.} / \text{L.}$

Según los datos prácticos obtenidos en la industria, para que queden 1,2 Kg. de Na_2CO_3 en el equipo debe quedar una cantidad (X L.) de solución:

$$2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.} / \text{L.} \times X \text{ L.} = 1,2 \text{ Kg.}$$

$$X \text{ L. de solución} = 1,2 \text{ Kg.} / 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.} / \text{L.} = \mathbf{480 \text{ L. de solución.}}$$

De forma análoga a la anterior, según los datos, para que queden 1,2 Kg. de Bórax, debe quedar una cantidad (X L.) de solución:

$$2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.} / \text{L.} \times X \text{ L.} = 1,2 \text{ Kg.}$$

$$X \text{ L. de solución} = 1,2 \text{ Kg.} / 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.} / \text{L.} = \mathbf{480 \text{ L. de solución}} \text{ (como era de esperar según el resultado anterior)}$$

$$\text{Volumen de solución a reponer: } 1200 \text{ L.} - 480 \text{ L.} = \mathbf{720 \text{ L. de solución.}}$$

$$\text{Caudal} = 720 \text{ L.} / 8 \text{ h.} = \mathbf{90 \text{ L.} / \text{h.}}$$

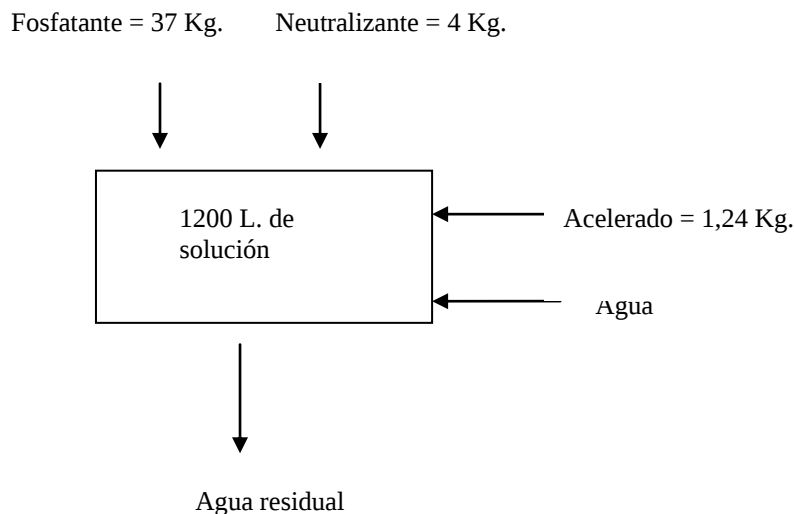
Para el próximo ciclo de 100 sillones:

Cantidad de solución a reponer = 720 L.

$$\text{Kg Carbonato de sodio a reponer} = 720 \text{ L.} \times 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.} / \text{L.} = 1,8 \text{ Kg Carbonato de sodio}$$

$$\text{Kg Borax a reponer} = 720 \text{ L.} \times 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg.} / \text{L.} = 1,8 \text{ Kg Borax}$$

3.5.1.1.4. Balance de materiales en el baño de fosfatado:



Cálculos

Concentración de Fosfatante = 37 Kg. / 1200 L. = **0,0309 Kg. / L.**

Concentración de Neutralizante = 4 Kg. / 1200 L. = **$3,33 \cdot 10^{-3}$ Kg. / L.**

Concentración de acelerado = 1,24 Kg. / 1200 L. = **$1,03 \cdot 10^{-3}$ Kg. / L.**

Según los datos obtenidos en la industria, para que queden 2,2 Kg. de fosfatante, debe quedar una cantidad (X L.) de solución:

$$0,03 \text{ Kg. / L.} \times X \text{ L.} = 2,2 \text{ Kg. fosfatante}$$

$$X \text{ L. de solución} = 2,2 \text{ Kg.} / 0,03 \text{ Kg./L.} = \mathbf{73,3 \text{ L. de solución.}}$$

Calculo de la masa de Neutralizante remanente:

$$73,3 \text{ L.} \times 3,33 \cdot 10^{-3} \text{ Kg. / L.} = \mathbf{0,24 \text{ Kg. de Neutralizante.}}$$

Calculo de la masa de acelerado remanente:

$$73,3 \text{ L.} \times 1,03 \cdot 10^{-3} \text{ Kg. / L.} = \mathbf{0,075 \text{ Kg. de acelerado.}}$$

Volumen de solución a reponer: 1200 L. – 73,3 L. = **1126,7 L. de solución.**

Caudal = 1126,7 L. / 8 h. = **140,83 L./ h.**

Para el próximo ciclo de 100 sillones:

Cantidad de solución a reponer = 1126,7 L.

Kg_{fosfatante} a reponer = 1126,7 L. X 0,0309 Kg. / L. = **34,8 Kg_{fosfatante}**

Kg_{Neutralizante} a reponer = 1126,7 L. X $3,33 \cdot 10^{-3}$ Kg. / L. = **3,76 Kg_{Neutralizante}**

Kg_{acelerado} a reponer = 1126,7 L. X $1,03 \cdot 10^{-3}$ Kg. / L. = **1,16 Kg_{acelerado}**

A continuación se presenta la tabla 3.9 con el resumen de los resultados del balance de materiales.

Tabla 3.9. Tabla de resultados de los balances de materiales en el taller de decapado.

Baños	Sustancias químicas	Cantidad que entra el baño (Kg.).	Cantidad que queda en el baño (Kg.).	Cantidad que sale del baño (Kg.).	Volumen de residual en 8 horas (l)
Desengrase	Novat	90.00	30.00	60.00	800.00
	Hidróxido de sodio	10.00	3,10	6,90	
Decapado	Ácido clórico	70.00	25.00	45.00	771.92
Neutralizado	Carbonatado de sodio	3.00	1,20	1,80	720
	Bórax	3.00	1,20	1,80	
Fosfatado	Líquido fosfatante	37.00	2.20	34.80	1126.70
	Neutralizante	4.00	0.24	3.76	
	Acelerado	1.24	0.08	1.16	
Enjuagues(6)	Agua	1200	0.00	1200	7200.00
Volumen total de residual generado en 8 horas (l)					10618.62

En el gráfico 3.3 se resumen los valores de aguas residuales generadas en el taller de decapado, las mismas fueron obtenidas mediante balances de materiales. Es necesario tener presente que los volúmenes reales de agua son superiores a los calculados porque contienen las aguas de limpieza de pisos y equipamiento así como otros consumos no cuantificados motivados por indisciplina tecnológica y salideros en las líneas de conducción. Note que considerando dos turnos de trabajo, el taller consume en los baños de tratamiento 21.23 m³ al día, lo que representa el 46.91 % del consumo promedio del taller en los últimos años. En el año 2003 el volumen de agua consumido en el taller ha disminuido a 27.70 m³ por día, por lo que este indicador ha aumentado hasta el 76.64%.

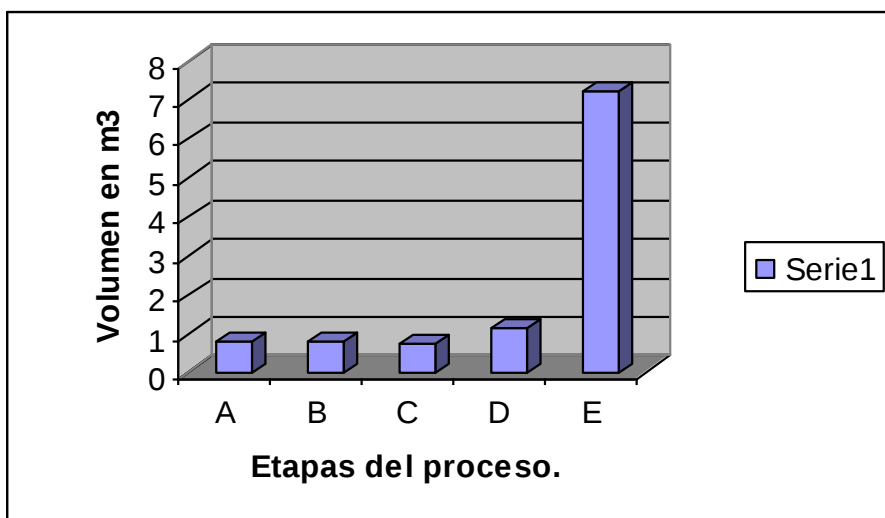


Gráfico 3.3. Volúmenes de aguas residuales generadas por cada baño en 8 horas.

Leyenda:

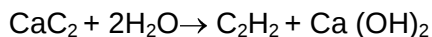
- A. Baño de desengrase
- B. Baño de decapado
- C. Baño de neutralizado
- D. Baño de fosfatado
- E. Baños de enjuagues (6)

3.5.2. Producción de acetileno

La fábrica posee una planta para la producción de acetileno, el cual se utiliza en su totalidad en los talleres de oxicorte y soldadura. El acetileno se produce de forma convencional en un reactor, a partir del contacto del carburo de calcio con el agua.

Para la producción de acetileno se consumen diariamente entre 40 y 50 Kg. de carburo de calcio, en función fundamentalmente de la demanda de los equipos de oxicorte. Como resultado de este proceso se producen aproximadamente de 46.25 a 57.79 Kg. de cieno o hidróxido de calcio, el cual constituye un residuo con potencialidades para su reutilización como se describe en el capítulo siguiente.

3.5.2.1. Balance de materiales en la planta de acetileno:



CaC_2 : carburo de calcio; MM = 64 g

H_2O : Agua; MM= 18 g

C_2H_2 : Acetileno; MM= 26 g

$\text{Ca}(\text{OH})_2$: hidróxido de calcio o cieno; MM= 74 g

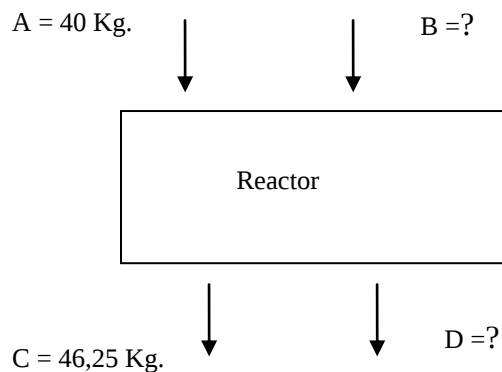
Según la estequiometría de la reacción química:

Por cada mol de CaC_2 consumido se genera un mol de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por tanto al reaccionar 40 kg (625 moles) ó 50 kg (781.25 moles), se generan 46.25 kg ó 57.79 Kg. de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (hidróxido de calcio o cieno) respectivamente.

Masa de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ = 46.25 Kg. /día: con base de cálculo de 40 Kg. de CaC_2 .

57.79 Kg/día: con base de cálculo de 50 Kg. de CaC_2 .

Cálculo de la cantidad de agua consumido y acetileno producido.



Base de cálculo: 1 día

A: CaC_2 : carburo de calcio.

B: H_2O : Agua.

C: $\text{Ca}(\text{OH})_2$: hidróxido de calcio o cieno.

D: C_2H_2 : Acetileno

Balance Total de Masa: $A + B = C + D$

$$40 \text{ Kg} + B = 46.25 \text{ Kg} + D$$

Balance parcial de elemento carburo : $(24/64)*40 = (24/26)*D$

D = 16,25 Kg.

Masa de acetileno = 16,25 Kg. /día

$$B = C + D - A$$

B = 22,50 Kg.

Masa de agua consumida = 22,50 Kg. /día

Tabla 3.10. Resumen de los resultados del balance de materiales en la planta de acetileno.

Entradas		Salidas	
Sustancias	Cantidad (Kg./día)	Sustancias	Cantidad (Kg./día)
Agua (H_2O)	22,50	Hidróxido de calcio (cieno) $\text{Ca}(\text{OH})_2$	46,25
Carburo de Calcio (CaC_2)	40,00	Acetileno (C_2H_2)	16,25

Para disminuir los riesgos potenciales que representa el hidróxido de calcio generado se recomiendan alternativas para su comercialización por parte de la fábrica. (Ver foto # 1 en el anexo 9). En el siguiente capítulo se ofrece una valoración económica preliminar de esta medida.

3.5.3. Planta de tratamiento de residuales líquidos. (Ver anexo 10)

En la planta no existe una caracterización actualizada de sus aguas residuales las que son vertidas finalmente a una zanja en la cual se unen con los residuales líquidos provenientes de la Tenería “Patricio Lumumba”, esta zanja las conduce hasta el mar. En la tabla 3.11 se muestran algunos valores representativos de los contaminantes fundamentales de la fábrica.

Tabla 3.11. Concentraciones puntuales aproximadas de algunos elementos en las aguas residuales de la fábrica de muebles clínicos Heriberto Mederos.

Parámetro	Mg./l	Kg. / día	ton / año
DBO ₅	160	13.145	3.785
Ni ²⁺	13.8	1.133	0.326
Cr ⁶⁺	53.0	4.350	1.252
Cn	20.1	1.651	0.475

La planta de residuales líquidos se diseñó según los requerimientos de la tecnología original existente en la fábrica. Consta de seis reactores de neutralización donde se enviaban las aguas residuales generadas por los diferentes equipos del área de tratamiento superficial. Los reactores son de forma rectangular (ver foto 3 del anexo 9), el material de construcción es mampostería, el largo es de 5 m y el ancho de 2.5 m, su profundidad es de 3 m. El volumen de un reactor es de 37.5 m³, por tanto los seis reactores tienen un volumen total de 225.00 m³. De los reactores es bombeado el residual neutralizado hasta la estación de sedimentación.

Los sedimentadores son de forma cuadrada, (5 m x 5m), el material de construcción es de mampostería y su profundidad es de 4 m en su parte delantera y 4.5 m en la parte posterior, esto es para favorecer la compactación y la extracción de los sedimentos. El volumen útil de trabajo de un sedimentador es de 90 m³. La estación de sedimentación consta en total de 360 m³ de volumen y su área de sedimentación es de 100 m².

La extracción del líquido claro se efectúa por la parte superior del sedimentador y se envía por tuberías hasta una zanja (a cielo abierto) que lo conduce hasta la bahía de San Juan de los Remedios. El sedimento se extrae por gravedad y se envía a los lechos de secado. La estación está constituida por 8 unidades de secado construidas de concreto. Sus dimensiones son de 3 m de ancho por 4 m de largo. La altura promedio de los lodos en los lechos de secado actualmente es de 20 cm.

3.5.3.1. Generación de lodos en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Los lodos que se encuentran confinados en la planta de tratamiento de residuales contienen metales pesados empleados en las anteriores tecnologías, tales como cadmio, cromo, cianuros, amonio entre otros, por lo que se consideran según el convenio de Basilea como sustancias peligrosas, (Res 87/ 99). No se cuenta con una caracterización química precisa de la composición de los lodos. (ver foto 4 del anexo 9).

El volumen total aproximado de lodos almacenados en la planta es de 27.5 m³ distribuidos de la siguiente forma: 1.5 m³ en los reactores de neutralización, 5 m³ en los sedimentadores y 19,2 m³ en los lechos de secado.

Teniendo en cuenta que las autoridades ambientales del CITMA, representadas por la oficina regulatoria han concedido de plazo hasta el primer semestre del año 2004 para resolver la problemática de estos lodos peligrosos y que no se dispone de una tecnología apropiada para su tratamiento se decide su confinamiento temporal.

3.5.3.2. Confinamiento de los lodos generados en la planta de tratamiento de residuales.

A partir de los Requisitos generales en los confinamientos de desechos peligrosos de carácter temporal, editado por la Agencia de Medio Ambiente y el Centro de Inspección y Control Ambiental y de un estudio realizado en conjunto con los directivos de la fábrica se propone confinar los lodos generados en uno de los reactores de neutralización de la planta de residuales. En el rediseño de la planta de residuales sólo se utilizarán tres de los seis reactores instalados.

Los pasos a seguir para el confinamiento son los siguientes:

1. Realizar los estudios hidrológicos e hidrogeológicos que definan la adecuación del lugar.
2. Obtener las certificaciones, de empresas constructoras reconocidas, que garanticen la adecuación de las características constructivas del lugar de confinamiento. (Resistencia mecánica, impermeabilidad y otras que se consideren de interés).
3. Presentar el expediente del proyecto de confinamiento a la oficina regulatoria de la Unidad de Medio Ambiente. Este documento debe contener las copias de las certificaciones anteriores y todos los datos básicos del producto a confinar así como las medidas de protección en su manipulación.
4. Obtenido el permiso de la oficina regulatoria, se procederá al confinamiento del producto. Se señalará el lugar y se realiza su georeferenciación.
5. Se archivará el expediente en la fábrica con toda la documentación técnica.

3.5.4. Emisiones gaseosas.

Las emisiones de contaminantes del aire pudieron ser valoradas solamente en el orden cualitativo, ya que no existe en la fábrica información sobre mediciones de gases y polvos, tanto en ambiente laboral como fuera del ámbito fabril. Tampoco fue posible la realización de dichas mediciones durante el diagnóstico ambiental. Una identificación y valoración cualitativa de las principales emisiones de gases y polvo, aparece en la anexo 11.

Como denominador común de todos los talleres que poseen sistema de extracción de gases y polvos, se encontró el no-funcionamiento de los mismos. En todos los casos estos sistemas se encuentran fuera de servicio, fundamentalmente por roturas de los motores eléctricos y mal estado de los conductos.

Como alternativa de solución más inmediata en este aspecto se recomienda:

- Rehabilitar los sistemas de extracción de gases y polvos en los talleres que aún se encuentran en explotación.
- Diseñar un sistema de limpieza de gases acorde con las características de las emanaciones generadas.
- Retirar los sistemas de extracción de gases del taller de pulido, que ya no se emplean.

3.6. Emisiones de ruidos.

Se realizaron 12 mediciones de ruido en la fábrica con empleo de un sonómetro Profesional tipo SC – 20c integrador. Las mediciones se realizaron según lo establecido en la Norma Cubana NC – 19 – 001 -14: 83, Sistemas de Normas de Protección e Higiene del Trabajo. Los resultados obtenidos en las mediciones de ruido concuerdan con otras mediciones realizados en la fábrica, y se reportan en la tabla 3.12.

Tabla 3.12. Resultados de las mediciones de ruido efectuadas en la fábrica.

Mediciones	Lugar de medición	Leq	Lck	observaciones
1	Taller de decapado	80.5	93.5	
2	Taller de decapado	84.2	101.2	
3	Taller de pailería y soldadura	84.1	105.8	
4	Taller de pailería y soldadura	89.6	121.3	Configuración manual del laminado de un equipo
5	Area de compresores	87.2	102.7	Arrancada de un compresor

6	Taller de maquinado	80.0	95.3	
7	Taller de prensa	85.4	100.3	
8	Carpintería de aluminio	84.7	107.6	
9	Carpintería de aluminio	89.2	117.6	Operacion de equipos de corte.
10	Exteriores	83.5	104.1	Planta de residuales
11	Exteriores	79.0	100.7	Exteriores del comedor
12	Exteriores	83.8	117.0	Vial de acceso a la fábrica

En todos los lugares en la entidad donde los niveles de ruido superan los 85 dB existe la obligatoriedad del uso de los medios de proteccion individual. Estos locales son:

- Taller de pailería y soldadura.
- Área de compresores.
- Taller de prensa.
- Carpintería de aluminio.

Para disminuir los niveles de ruidos generados se deben cumplir las normas de mantenimiento recomendadas por el fabricante del equipamiento, asi como recubrir el interior de las cajas de almacenamiento temporal de las piezas con gomas.

3.7. Identificación de los Aspectos Ambientales fundamentales.

Se realizo un estudio de identificacion de los aspectos ambientales basicos de la entidad. Los aspectos ambientales negativos que más influyen en el desempeño de la fábrica son:

- Generación de residuales líquidos.
- Generación de residuales sólidos.
- Generación de residuales gaseosos.
- Generación de ruido.

En el anexo 12 puede ser consultada una tabla resumen donde se detallan los aspectos ambientales por talleres.

Como aspectos positivos en la solucion o mitigacion de la problemática medioambiental, en la fábrica pueden citarse:

- Medición exacta de los caudales de agua consumida por la entidad.
- Incorporación paulatina de las buenas prácticas ambientales y minimización de residuos.
- Incorporación de la tecnología de pintura en polvo y reducción del uso de la pintura en forma de spray.

- Creación de una nueva línea de corte y ensamblado de perfiles de aluminio de alta tecnología, sin generación de residuales líquidos y bajos niveles de residuos sólidos, en su totalidad reciclables.
- Cambios en la cartera de productos de la fábrica y desarrollo de nuevas líneas de productos.
- Incorporación de la temática ambiental en los planes de capacitación de la fábrica.
- Elaboración de una Estrategia integrada de Ciencia, Innovación Tecnológica y Medio Ambiente.

En esencia estos aspectos ambientales coinciden con los reportados por autores de otros trabajos realizados en la fábrica.

Para definir la magnitud de los impactos se propone asumir uno de los criterios cualitativos siguientes: bajo (b), mediano (m), o alto (a), a los cuales a su vez se les asigna una puntuación, en escala de 1 a 3 puntos. Estos son sumados para cada aspecto ambiental valorizando su importancia. El aspecto ambiental que mayor puntuación acumula, es considerado la prioridad número uno. El resumen del análisis aparece reportado en el anexo 13. Como resultado de esta evaluación, se llega a la conclusión que los aspectos ambientales de la fábrica deben ser evaluados considerando el siguiente orden de prioridad:

1. Generación y tratamiento de aguas residuales.
2. Consumo de agua.
3. Consumo de energía.
4. Generación de lodos y aguas residuales en la producción de acetileno.
5. Uso de pintura en forma de spray.
6. Generación de ruidos en las áreas de Ensamblaje, Maquinado, Corte, Compresores y Administrativa.
7. Generación de gases tóxicos en el área de soldadura.
8. Generación de ruidos (en menor nivel) en el área de herramental.

3.8. Conclusiones parciales.

1. Como resultado del diagnóstico ambiental, se llega a la conclusión que los aspectos ambientales de la fábrica deben ser evaluados considerando el siguiente orden de prioridad: generación y tratamiento de aguas residuales, consumo de agua, consumo de energía y generación de lodos y aguas residuales en la producción de acetileno.
2. El insuficiente control sobre las normas de consumo de productos químicos, hace que se produzcan pérdidas tanto en el orden material como económico. Las perdidas economicas por este concepto ascienden como promedio a 6181.85 pesos al año.
3. Motivado por cambios tecnológicos existen en la fábrica aproximadamente 200 productos químicos que ya no se utilizan en el proceso productivo, entre los que se encuentran 896 Kg. de sales de cianuro
4. El consumo de agua promedio en la fábrica en los últimos años es de 137.02 m³ al día, valor superior a las necesidades de producción, aunque se observa una tendencia decreciente. En el año 2003 el promedio diario se ha reducido hasta 84.00 m³.
5. El taller de decapado es la dependencia que más consumo de agua presenta en la fábrica, su consumo promedio en los últimos años se estima en 45,25 m³ al día. En el transcurso del 2003 se ha reducido su consumo a 27.70 m³ al día, lo que significa una reducción del 38.78 %.
6. El consumo del equipamiento tecnológico del taller de decapado representa como promedio el 46.91% del total del agua consumida en el taller, este índice en el año 2003 ha aumentado hasta 76.64%.
7. La energía eléctrica constituye el principal portador energético utilizado en la fábrica, llegando a constituir una limitante en el proceso productivo. En los últimos años el consumo promedio ha sido de 250.85 Kw. /h. Motivado por aumento de la eficiencia y otras medidas de ahorro se observa una tendencia decreciente en su consumo.
8. En las dependencias que se mencionan a continuación los niveles de ruido se encuentran por encima de lo permitido por las normas cubanas:
 - Taller de pailería y soldadura.
 - Área de compresores.
 - Taller de prensa.
 - Carpintería de aluminio.
9. En la fábrica no existe una caracterización actualizadan de los residuos líquidos, ni de los lodos generados.

10. Es necesario el diseño y puesta en funcionamiento de una estrategia de educación ambiental, lo que unido a la capacitación técnica repercutirá en mayor disciplina tecnológica y ambiental.

4.1. Plan de Minimización de Residuos

Una vez considerados los aspectos precedentes y obtenidos del diagnóstico ambiental orientado a la minimización, puede elaborarse un Plan de Minimización en la empresa que consta de las siguientes etapas (Bambanaste 1999, Despaigne 2000):

- Clasificación de los flujos.
- Identificación de las opciones de minimización existentes.
- Evaluación de su viabilidad.
- Selección de la mejor alternativa para cada flujo.
- Implantación de las opciones seleccionadas.

4.1.1. Plan de Minimización. Clasificación de los Flujos de Residuos y Emisiones.(Dasgupta 1997)

A partir de los resultados del Diagnóstico Ambiental, la primera etapa del Plan de Minimización consiste en clasificar los flujos de residuos y emisiones de acuerdo con la importancia que cada uno tiene para la empresa, con el fin de concentrar los esfuerzos en los más importantes. (Estrategia T. 1999). En el capítulo anterior se identificaron los aspectos ambientales fundamentales de acuerdo con su prioridad, basados en una matriz de prioridad definiendo la magnitud de los impactos y asumiendo criterios cualitativos de bajo, mediano, o alto. Se concluyó que los aspectos más influyentes en el desempeño ambiental de la fábrica que deben ser objeto de análisis son la generación y tratamiento de aguas residuales, el consumo de agua y de energía y la generación de lodos en la planta de producción de acetileno.

4.2. Plan de Minimización. Descripción de las Opciones de Minimización en la planta de muebles clínico

En este capítulo se describen las medidas de minimización que presentan mayor interés para la planta de producción de muebles clínicos, basadas en su factibilidad técnica, económica y ambientalistas. Las mismas se clasifican en medidas internas y medidas dirigidas al tratamiento de residuales al final del tubo. Dentro de las medidas de minimización interna se encuentran:

- Control del consumo de productos químicos.
- Modificaciones en el equipamiento tecnológico.
- Valorización de residuos.
- Buenas prácticas de operación y gestión.
- Gestión del almacén de materia prima.
- Concienciación y formación del personal.

4.2.1. Control del consumo de productos químicos.

Los objetivos básicos del control del consumo de los productos químicos son reponer las cantidades adecuadas en los baños (según los balances de materiales), después cada ciclo de producción de sillones, y evitar pérdidas de los mismos por otros conceptos.

Tabla 4.1. Opciones de minimización relacionadas con el consumo de Productos Químicos. (Manual de cap. 1996, Manual de min. 1992, Metodología para eval. 2001).

Consumo de productos químicos		
Medida de Minimización	Descripción de la Medida	Principales Ventajas
Reponer la cantidad adecuada en los baños después cada ciclo de producción de sillones.	Ajustar el consumo de productos químicos por unidad de producción a los niveles establecidos por las normas.	Reduce la contaminación en las aguas residuales. Reduce los costes de tratamiento de las aguas residuales. Evitar el sobre-consumo de reactivos químicos y el sobre-gasto de dinero.
Usar detergentes biodegradables en los procesos de lavado. (Minist. Ciencia 2003)	Sustituir los detergentes actuales por detergentes biodegradables con baja formación de espuma	Reduce la DBO (demanda biológica de oxígeno) en las aguas residuales. Disminuye la generación de espuma en las instalaciones de tratamiento y en las corrientes receptoras.

4.2.2. Modificaciones en el equipamiento tecnológico. (Von Amberg 1997; Noyes 1994).

Pequeñas modificaciones en el equipamiento ya instalado en planta pueden traducirse en importantes ahorros tanto en el consumo de materia prima como en el de gestión de residuos.

Tabla 4.2. Opciones de minimización relacionadas con las modificaciones al equipamiento tecnológico.

Modificaciones en el equipo		
Medidas de Minimización	Descripción de la Medida	Principales Ventajas
Instrumentación y automatización de los procesos (el horno, los baños etc.).(Austin 1998)	Usar dosificadores automáticos controlados por una serie de sistemas que siguen las condiciones de proceso (pH, color, temperatura, etc.) y que posibilitan la adición de la cantidad justa de reactivos y pintura en el tiempo preciso.	Reduce la tendencia a utilizar reactivos en exceso y el consumo de energía. Evita errores que obligan a repetir el trabajo. Aumenta la vida útil de los equipos del proceso. Disminuye la generación de residuos.
Instalación de controladores de caudal.	Controlar el caudal de agua mínimo necesario para llevar a cabo los procesos en los baños, la producción de acetileno, lavado, etc.	Reduce el consumo de agua. Disminuye la generación de residuos.

4.2.3. Valorización de residuos. (Rev. Chemical 1998, Oferta 1997)

Las diferentes vías de valorización de residuos permiten devolver al proceso de fabricación sustancias que de otra forma serían desechadas, con el correspondiente beneficio económico.

Tabla 4.3. Opciones de minimización relacionadas con la valoración de residuos.

Valorización de residuos		
Medidas de Minimización	Descripción de la Medida	Principales Ventajas
Renovación y reutilización de algunos de los baños en el taller de decapado.	Análisis del baño agotado, reposición de los reactivos que falte y reutilización del baño para un nuevo ciclo de sillones.	Reduce el flujo y la carga contaminante de las aguas residuales. Disminuye el consumo de reactivos, agua y energía.
Recuperación y reutilización del Ca(OH)_2 de la planta de acetileno.	Recuperar el cieno que sale del proceso para su uso posterior.	Importantes ahorros en materia para la industria de pintura y cemento. Disminuye la carga al medioambiente.
Recuperación del lubricante de las maquinas.	Reciclar constantemente el lubricante hasta que se pierde sus propiedades y comienza su descomposición. Mantener altos niveles de reciclo del lubricante utilizado.	Elimina un residuo que interfiere en el tratamiento de residuales. Evitar la contaminación y derrame en las máquinas que lo utilizan, para alargar su tiempo de vida útil.

4.2.4. Buenas prácticas de operación y gestión. (Soler 1997; United Nat. 2000; Guía para la., 1998)

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

Tabla 4.4. Opciones de minimización relacionadas con la implementación de buenas prácticas de operación y gestión.(Rev. Prev. 1997, ONU 1992)

Buenas prácticas		
Medidas de Minimización	Descripción de la Medida	Principales Ventajas
Dosificación adecuada de productos químicos	Fomentar la utilización de la cantidad adecuada de sustancias químicas y disolventes con las especificaciones necesarias para todos los usos dentro de la planta.	Reduce el consumo de materia prima. Reduce la carga contaminante en las aguas residuales.
Uso de compuestos químicos no obsoletos	Revisar la aparición de nuevos reactivos más favorables con el medio	Reduce el consumo de materia prima. Reduce la carga

	ambiente.	contaminante en las aguas residuales.
Reactivos multifunción	Comprobar que no existe duplicidad de los compuestos químicos desde el punto de vista funcional.	Minimiza el consumo de materias primas.
Prácticas para reducir el consumo de agua	Prohibir la introducción en los baños de desengrase, de piezas y partes metálicas ajenas al proceso productivo. Ubicar metro contadores en cada una de las plantas. Establecer una frecuencia de inspección, mantenimiento y reparación de las posibles fugas en los equipos y tuberías. Evitar mangueras abiertas, válvulas rotas o inexistentes, etc.	Alargar la vida útil de los baños. Controlar el consumo individual y poder organizar de manera mas objetiva la aplicación de medidas de ahorro y reducción de los costos de producción. Evita la pérdida de agua por fugas y derrames. Minimiza el consumo de materia prima.

4.2.5. Gestión de almacén de materias primas. (Alliende F. 1995).

El primer paso a dar en la gestión del almacén es la asignación de responsabilidades. Así, es recomendable asignar a una persona la realización de las tareas de mantenimiento, limpieza, inspección y organización de las áreas del almacén.

Tabla 4.5. Opciones de minimización relacionadas con la organización y el control del almacén de materias primas.

Almacenes de materias primas		
Medidas de Minimización	Descripción de la Medida	Principales Ventajas
Almacenar materia prima según las especificaciones de los proveedores.	En el caso de reactivos químicos, almacenarlos según las especificaciones de las cartas técnicas.	Disminuye la cantidad de residuos generados
Establecer un sistema de control de materias primas	Se trata de utilizar antes los que lleva más tiempo en el almacén. El primero que entra es el primero sale. (PEPS).	Disminuye la cantidad de residuos generados por deterioro de materias primas Reduce costes de gestión de residuos.
Acondicionar el área de almacenamiento.	Mantenimiento del espacio adecuado entre los contenedores de materias primas para permitir la inspección de posibles fugas.	Disminuye la cantidad de residuos generados por deterioro de materias primas. Reduce costes de gestión de residuos. Facilita la limpieza de la

		zona. Permite detectar fugas.
--	--	----------------------------------

4.2.6. Concienciación y formación del personal. (Lineamientos, 2000)

Esta tarea comienza por el Director o Gerente de la empresa, quien debe asumir el compromiso con la minimización de residuos y debe extenderlo a los demás empleados, asignándoles responsabilidades en materia medioambiental y concienciándoles mediante formación.

Esta tarea incluye:

- Concienciación del Director quien debe asignar un responsable de la verificación de los procedimientos de gestión ambiental en la empresa.
- Concienciación de los operarios sobre los beneficios derivados de la correcta gestión y minimización de residuos peligrosos.
- Entrenamiento y formación de los operarios.

4.3. Plan de medidas propuestas. Análisis económico.

La clasificación de las variantes expuestas para la minimización de residuos en los epígrafes anteriores no puede considerarse de forma aislada, sino que conforman un sistema integrado. Como primer paso se procede a realizar una criba preliminar de las variantes, esto se realizó de conjunto con la dirección y técnicos de la fábrica, como elementos básicos para este análisis preliminar se consideró en primer lugar la prioridad de los aspectos ambientales básicos, definidos en el diagnóstico ambiental, y en segundo lugar, los costos de inversión y de producción, los beneficios esperados, los impactos de los cambios sobre el producto final, la flexibilidad de los cambios propuestos y otros. Como conclusión de este análisis se propone el siguiente plan de medidas:

- Instalación de equipos dosificadores de productos químicos.
- Inversiones en los sistemas de distribución y dosificación de agua.
- Comercialización del hidróxido de calcio generado en la planta de producción de acetileno.
- Rediseño de la planta de tratamiento de residuales líquidos.
- Confinamiento de los lodos generados en la planta de residuales.

4.3.1. Instalación de equipos dosificadores de productos químicos.

A continuación se analiza la propuesta para minimizar el consumo de reactivos químicos mediante la instalación de equipos dosificadores, con su correspondiente análisis económico.

Descripción de la medida: Instalación de equipos de dosificación de productos químicos en el área del taller de decapado. Esto permite una dosificación acorde a las normas técnicas lo

que garantiza la óptima calidad en los baños, al tiempo que optimiza el consumo de productos químicos y disminuye la carga contaminante vertida al medio ambiente.

4.3.1.1. Factibilidad técnica.

Tabla 4.6. Indicadores básicos de factibilidad técnica para la instalación de dosificadores químicos.

Indicadores	Consideraciones
Impacto de los cambios sobre la calidad del producto	La calidad del producto aumenta por cumplir adecuadamente las normas de consumo de productos químicos.
Flexibilidad del nuevo proceso en la fase de producción.	El proceso es flexible, los sistemas se automatizarán de forma paulatina sin afectaciones para la producción.
Espacio disponible en la planta.	El espacio ocupado por el equipamiento es mínimo, se ubicará en la parte superior de los equipos ya existentes.
Tiempo de instalación estimado.	10 días (80 horas)
Impacto de instalación.	Impactos fase de construcción Generación de sólidos reciclables. Generación de gases tóxicos (soldaduras) Generación de ruidos Consumo de energía eléctrica. Impactos fase de explotación. Significativos ahorros en el consumo de productos químicos lo que representa ahorros monetarios y disminución en la carga contaminante generada.
Conocimiento de la tecnología propuesta.	Existe dominio en la fábrica de la tecnología propuesta.
Mantenimiento requerido.	Existe en la planta experiencia en el mantenimiento del equipamiento propuesto
Preparación del personal de mantenimiento.	Existe el personal calificado y los recursos materiales para su mantenimiento.
Formación necesaria para los operarios.	Mediante seminarios técnicos a los operadores es factible su capacitación.

4.3.1.2. Viabilidad económica. (Perry, 2000; Córdova R. 2002).

Los beneficios esperados incluyen solamente el ahorro económico por disminución en el consumo de productos químicos, no incluyen la eliminación de riesgos a los trabajadores por condiciones más seguras de trabajo ni los pagos por certificados médicos por este concepto, tampoco se consideran otros beneficios por daños evitados. En ensayos pilotos se ha calculado que el ahorro por dosificación exacta de los productos químicos está en el orden del

50 al 60% del sobreconsumo. Para el cálculo se asume el 50% lo que asciende a 3090.92 pesos al año.

Tabla 4.7 Datos básicos para el análisis económico de la propuesta de instalación de equipos dosificadores de reactivos químicos.

Inversión	
Concepto	Costo (\$)
Adquisición de equipos	1125.00
Instalación	393.75
Instrumentación y control	225.00
Tuberías	393.75
Instalaciones eléctricas	112.50
Costos directos	2250.00
Ingeniería y supervisión	112.50
Contingencias	135.00
Costos indirectos	247.50
Inversión fija	2497.50
Capital de trabajo	277.50
Inversión total	2775.00
Costos operacionales	
Concepto	Costo (\$)
Mano de obra	432.00
Supervisión	64.80
Utilidades	295.03
Mantenimiento	149.85
Suministro	22.47
Laboratorio	64.80
Patentes	59.00
Costos directos de producción	1087.95
Depreciación	249.75
Impuestos	49.95
Seguros	14.98
Cargos fijos	310.68
Costos indirectos de producción	387.99
Gastos administrativos	96.99
Imprevistos	83.25
Gastos generales	180.24
Costos de fabricación	1786.62
Costos totales de producción	1966.86
Ganancias anuales	3090.92

4.3.1.3. Análisis económico por métodos dinámicos.

El análisis de rentabilidad de la inversión propuesta se realiza a través de los métodos dinámicos: el **TIR** (tasa interna de rentabilidad) y el **VAN** (valor actual neto), para esto son necesarios los datos de la tabla precedente, además se necesita conocer el tiempo de vida útil del proyecto, el capital disponible por la empresa, el préstamo del banco y el período en que se paga dicho préstamo.

En el anexo # 15-A se presentan los cálculos para la variante original considerando un 12 % de interés, y otras dos opciones (Anexos 15-B y 15-C), con 8 y 4 % de interés respectivamente. El valor del VAN en la variante 1 es de \$ 2666.75, que es aceptable para esta inversión, el TIR es de 35%. El periodo de recuperación de la inversión es de 3.5 años lo que constituye un valor razonable máxime si consideramos los beneficios ambientales asociados a la inversión. En las otras dos variantes los resultados son más satisfactorios al considerar créditos más blandos. La tendencia en el comportamiento del VAN en función de los intereses se reporta en el grafico 4.1.

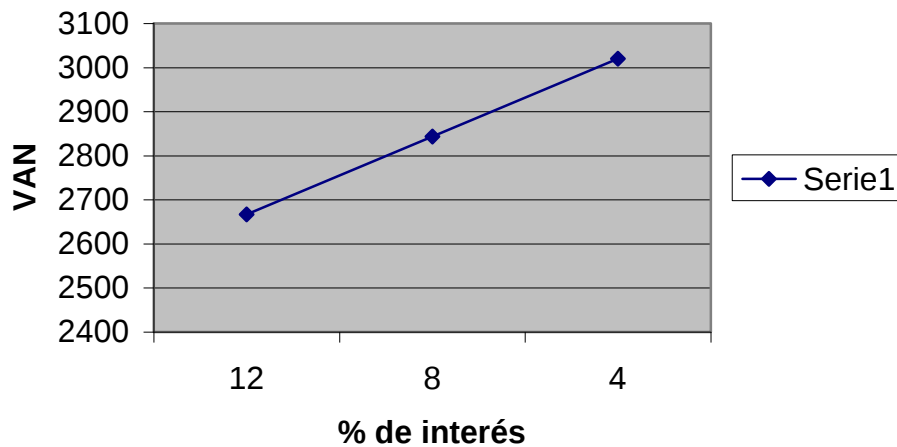


Grafico 4.1 Comportamiento del VAN en función del % de interés.

Los intereses inferiores al 10% no son comunes, no obstante se ha realizado este estudio porque se considera que a las entidades que están interesadas en mejorar su desempeño ambiental se les debe premiar con mecanismos económicos, entre los que se encuentra el otorgamiento de créditos a bajos intereses. En el grafico 4.2 se observa la tendencia decreciente en el periodo de recuperación de la inversión al disminuir el % de interés.

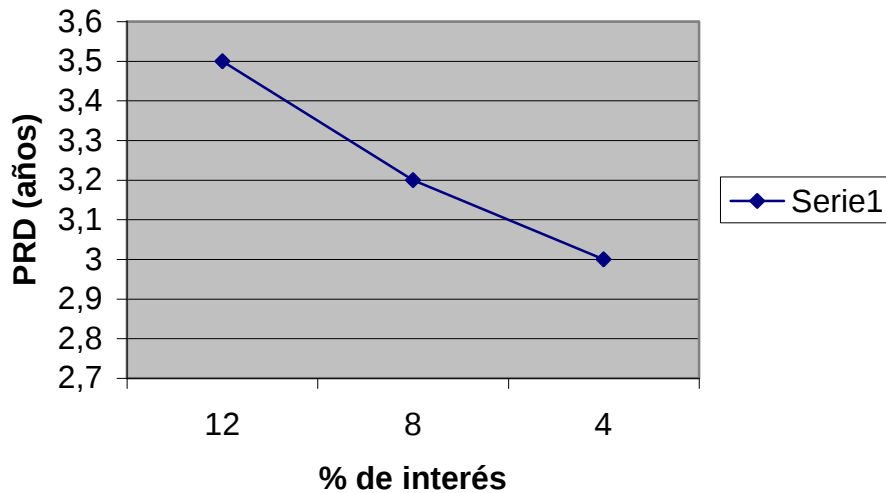


Grafico 4.2.Tendencias en el periodo de recuperación de la inversión en función de la tasa de interés.

4.3.2. Inversiones en los sistemas de distribución y dosificación de agua.

Descripción de la medida: Para disminuir el consumo de agua se proponen un sistema de medidas que se detalla a continuación:

1. Instalación de flujómetros de agua individuales para cada una de las plantas.
2. Instalación de equipos automáticos para el llenado de los tanques y equipos de proceso.
3. Instalación de válvulas de cierre automático en las acometidas de usos más frecuentes.

4.3.2.1. Factibilidad técnica

Los indicadores básicos para la factibilidad técnica se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4.8. Indicadores básicos de factibilidad técnica para la implementación de medidas para el ahorro de agua.

Indicadores	Consideraciones
Impacto de los cambios sobre la calidad del producto	La calidad del producto aumenta por cumplir exactamente las normas de consumo.
Flexibilidad del nuevo proceso en la fase de producción.	El proceso es flexible, los sistemas se automatizarán de forma paulatina sin afectaciones para la producción.
Espacio disponible en la planta.	El espacio ocupado por el equipamiento es mínimo, se ubicará donde están instalados los actuales sistemas.
Tiempo estimado de instalación.	15 días (120 horas)

Impacto de instalación.	Impactos fase de construcción Generación de sólidos reciclables. Generación de gases tóxicos (soldaduras) Generación de ruidos Consumo de energía eléctrica. Impactos fase de explotación. Significativos ahorros en el consumo de agua de la entidad.
Conocimiento suficiente de la tecnología propuesta.	Existe dominio de la tecnología propuesta.
Mantenimiento requerido.	Existe en la planta experiencia en el mantenimiento del equipamiento propuesto
Preparación del personal de mantenimiento.	Existe el personal calificado y los recursos materiales para su mantenimiento.
Formación necesaria para los operarios.	Mediante seminarios técnicos a los operadores es factible su capacitación.

4.3.2.2. Viabilidad económica.

Ensayos pilotos efectuados en la fábrica demuestran que el consumo de agua puede reducirse de un 30 % a un 40 % solamente con el control y fiscalización de su uso. Para el cálculo se tomó el valor de 30 %. Según el valor promedio de consumo de agua calculado en el capítulo anterior, de 137.21 m³ por día, se ahorran 41.16 m³ por día lo que equivale a un ahorro total anual de \$ 3556.48, por éste concepto.

Tabla 4.9. Datos básicos para el análisis económico de la propuesta de disminución del consumo de agua.

Inversión	
Concepto	Costo (\$)
Adquisición de equipos	3705.60
Instalación	1296.96
Instrumentación y control	370.56
Tuberías	741.12
Instalaciones eléctricas	370.76
Costos directos	2779.20
Ingeniería y supervisión	138.96
Construcción y contrataciones	138.96
Contingencias	166.75
Costos indirectos	444.67
Inversión fija	3223.87
Capital de trabajo	358.20
Inversión total	3582.08
 Costos de producción.	
Concepto	Costo (\$)
Mano de obra	306.00
Supervisión	45.90
Utilidades	314.07
Mantenimiento	193.43

Suministro	29.01
Laboratorio	45.90
Patentes	62.81
Costos directos de producción	997.12
Depreciación	322.38
Impuestos	64.47
Seguros	193.43
Cargos fijos	580.28
Costos indirectos de producción	327.19
Gastos administrativos	81.79
Imprevistos	107.46
Gastos generales	189.25
Costos de fabricación	1904.55
Costos totales de producción	2093.80
Ganancias anuales	3556.48

4.3.2.3. Análisis económico por métodos dinámicos.

El análisis de rentabilidad de la inversión propuesta se realiza a través de los métodos dinámicos: el **TIR** y el **VAN**, para esto son necesarios los datos de la tabla precedente, además se necesita conocer el tiempo de vida útil del proyecto, el capital disponible por la empresa, el préstamo del banco y el período en que se paga dicho préstamo.

En el anexo # 15-E se presentan los cálculos para la variante original considerando un 12 % de interés, el valor del VAN es de \$ 3490.39 y el TIR es de 35%, estos indicadores hacen que la variante sea factible económicamente. Esto es positivo ya que incentiva a una pequeña inversión que además de traer beneficios a la fábrica, disminuye el consumo de agua del sistema de abasto de Caibarien, que presenta serios problemas de capacidad. El periodo de recuperación de la inversión es de 3.5 años lo que constituye un valor razonable máxime si consideramos los beneficios ambientales descritos anteriormente. No se reporto el análisis de variación del VAN y el periodo de recuperación de la inversión en función de los intereses porque es muy similar al descrito en el epígrafe precedente.

4.3.3. Recuperación y comercialización del cieno generado en la planta de acetileno.

El cieno generado en la planta de producción de acetileno está compuesto básicamente de hidróxido de calcio, por lo que es factible su comercialización con lo que en primer lugar se obtienen beneficios económicos y en segundo lugar se elimina una corriente residual que se vertía directamente al medio ambiente. La aplicación de ésta medida no requiere de inversión alguna, sino de los trámites pertinentes para su comercialización. Esta estrategia de minimización ya se aplica en la fábrica, a continuación se detallan sus beneficios.

Gastos de comercialización, impuestos y otros. (\$ / año)	246.25
Producción anual de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (t)	13.32 t

Precio del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (\$ / t)	300.00
Valor anual del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ recuperado (\$ /año)	3996.00
Ganancia (\$ /año)	3749.75

4.3.4. Propuesta de remodelación de la planta de tratamiento de residuales líquidos.

Descripción de la medida:

El tratamiento de agua residual en la fábrica de muebles clínicos “Heriberto Mederos” es uno de los aspectos que necesita acciones de mejoramiento en sus operaciones, en el plan de minimización de residuos. La planta de tratamiento de los residuales líquidos debe ser rediseñada porque unido a los cambios tecnológicos que se han operado, existe el lógico deterioro de una instalación con varios años de explotación. Actualmente no se cuenta con una caracterización actualizada de los residuos líquidos, una valoración aproximada puede ser consultada en la tabla 3.11. del capítulo III.

Se decide mantener la estructura actual de la planta de tratamiento y se incorporan nuevos equipos, ya que se ha demostrado que operando de forma segura este equipamiento es posible obtener resultados satisfactorios. El estudio se enfoca a redimensionar el equipamiento para disminuir tiempo de retención, lo que unido a una automatización adecuada y a un rediseño de los sistemas auxiliares permitirá obtener buenos resultados. Esta es la primera etapa de un proyecto, que comprende inversiones futuras en función de la eficiencia operacional y de los requisitos cada vez más exigentes de las disposiciones ambientales en el territorio.

4.3.4.1. Propuesta del equipamiento tecnológico.

Reactores de neutralización: Se proponen el uso de tres reactores, el primer reactor trataría las aguas ácidas, la adición de productos químicos para la neutralización se realizaría por medio de equipos dosificadores. El control del ph se efectuará por un sistema automático que envíe la señal al dosificador. El mezclado de productos químicos con el agua residual se intensificará con la adición de aire comprimido, este sistema contará con un controlador de tiempo " time" para mantener el mezclado el tiempo mínimo necesario.

Un segundo reactor trataría las aguas básicas y constará con el mismo equipamiento auxiliar que el precedente. Un tercer reactor se situará entre los dos anteriores, una vez neutralizadas las aguas de los reactores uno y dos se verterán en el tercero para lograr la homogenización del fluido antes de ser bombeado a los sedimentadores.

El tercer reactor tendrá posibilidades de ajustes en su ph mediante la utilización de los dos dosificadores instalados .Ante emergencias o fallos en el sistema los reactores presentan alto

grado de flexibilidad, al igual que los sistemas de bombeo y dosificación. El volumen total del sistema de reactores es de 75 m³.

Equipos de sedimentación: Se prevé el uso de dos sedimentadores, los que trabajaran en forma modular, primeramente se comienza a trabajar con el primero y sólo se pondrá en operación el segundo si las condiciones de caudal y/o la composición del residual lo requieran. Para mayor flexibilidad en la operación de los sedimentadores la toma de líquido claro se efectuará con un sistema de extracción móvil. La alimentación a estos equipos se efectuara mediante sistemas ajustables para alcanzar las máximas eficiencias al evitar remezclas de los sólidos sedimentados con el flujo alimentado. El sistema de extracción de lodos se realizará por gravedad y mediante un sistema de tomas múltiples. Los lodos se enviarán a un espesador. En la fase inicial el trabajo de los sedimentadores será a templa y sólo se prevé su funcionamiento continuo cuando se domine práctica y analíticamente el sistema. El área de sedimentación de cada equipo es de 25 m² y su volumen útil de 90 m³.

Espesador de lodos: El equipo tiene la función de compactar los lodos provenientes de los sedimentadores, para evitar la incorporación de grandes volúmenes de agua a los lechos de secado. Se instalará sobre los lechos de secado para facilitar el manejo de los lodos compactados. Su volumen total es de 25 m³ y su área de sedimentación es de 16 m².

Lechos de secados: Se utilizarán cuatro lechos de secado, las dimensiones son de 3 m de ancho por 4 m de largo. El área total de secado es de 48 m².

Al cambiar la tecnología de la empresa por otras menos agresivas al medio ambiente, e implementarse un plan de medidas de minimización es de esperar lodos menos agresivos y que no estén clasificados como lodos peligrosos, no obstante su vertimiento directo no se autoriza. Una vez caracterizados los lodos se tomarán medidas para su gestión.

Tabla 4.10. Indicadores básicos de factibilidad técnica para la remodelación de la planta de tratamiento de residuales líquidos.

Indicadores	Consideraciones
Impacto de los cambios sobre la calidad del producto	Aumenta el valor agregado del producto por ser elaborado bajo normas de respeto a las legislaciones y al medio ambiente.
Flexibilidad del nuevo proceso en la fase de producción.	El proceso es flexible, en el rediseño de la planta se contemplan varias opciones de operación, se prevé que los componentes básicos trabajen de forma modular.
Espacio disponible en la planta.	Se utilizará básicamente parte del equipamiento ya instalado. El rediseño liberará espacios para otros fines.

Tiempo instalación aproximado.	30 días (240 horas)
Impacto de instalación.	Impactos fase de construcción Generación de residuos sólidos. Generación de gases tóxicos (soldaduras) Generación de ruidos Consumo de energía eléctrica. Impactos fase de explotación. Se obtendrán efluentes líquidos con bajas cargas inorgánicas, que cumplan con los requerimientos de vertimiento.
Conocimiento suficiente de la tecnología propuesta.	En la fábrica existe dominio de la tecnología propuesta.
Mantenimiento requerido.	Existe en la planta experiencia en el mantenimiento del equipamiento propuesto.
Preparación del personal de mantenimiento.	Existe el personal calificado y los recursos materiales para su mantenimiento.
Formación necesaria para los operarios.	Existe experiencia en los operarios. Se prevé su capacitación en los nuevos elementos que contempla la tecnología.

4.3.4.2. Viabilidad económica.

Tabla 4.11. Datos básicos para el análisis económico de la propuesta de remodelación de la planta de residuales líquidos.

Inversión	
Concepto	Costo (\$)
Adquisición de equipos	15100.00
Instalación	5285.00
Instrumentación y control	2685.00
Tuberías	5285.00
Instalaciones eléctricas	1510.00
Edificios y procesos auxiliares	1510.00
Facilidades de servicios	1510.00
Costos directos	32885.00
Ingeniería y supervisión	1644.25
Construcción y contrataciones	1644.25
Contingencias	1973.10
Costos indirectos	5261.60
Inversión fija	38146.60
Capital de trabajo	4238.08
Inversión total	42385.11
 Costos de producción	
Concepto	Costo (\$)
Materia prima	12893.62
Mano de obra	2538.00
Supervisión	379.80
Utilidades	6446.81
Mantenimiento	2288.79
Suministro	343.31

Laboratorio	379.80
Patentes	1289.36
Costos directos de producción	26553.50
Depreciación	3814.66
Impuestos	762.93
Seguros	228.87
Cargos fijos	4806.46
Costos indirectos de producción	3120.35
Gastos administrativos	780.08
Costos de distribución y venta	4297.87
Costos de investigación y desarrollo	2198.43
Imprevistos	1271.55
Gastos generales	8498.44
Costos de fabricación	34480.31
Costos totales de producción	42978.75

Beneficios esperados con la puesta en marcha de la planta de tratamiento de residuales líquidos.

Por ahorro de reactivos químicos	\$ 3091.60
Por ahorro de agua	\$ 3556.48
Por recuperación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$	\$ 3749.75
Por daños evitados	\$ 50000.00
Total	\$ 60397.83

4.3.2.3. Análisis económico por métodos dinámicos.

El análisis de rentabilidad de la inversión propuesta se realiza a través de los métodos dinámicos: el **TIR** y el **VAN**, para esto son necesarios los datos de la tabla precedente, además se necesita conocer el tiempo de vida útil del proyecto, el capital disponible por la empresa, el préstamo del banco y el período en que se paga dicho préstamo.

En el anexo # 15-E se presentan los cálculos para la variante original considerando un 12 % de interés, y otras dos opciones (Anexos 15-F y 15-G), con 8 y 4 % de interés respectivamente. El valor del VAN en la variante 1 es de \$ 41796.80, que es un valor aceptable para esta inversión, el TIR es de 35%. El periodo de recuperación de la inversión es de 3.5 años, este valor se considera en el rango para este tipo de inversiones. El monto fundamental de las ganancias de la planta es por daños evitados, que asciende a \$ 50000.00, este valor es realmente conservador si se consideran los impactos negativos que genera el vertimiento de residuales sin el tratamiento adecuado a la bahía de San Juan de los Remedios. Dentro de estos impactos pueden citarse aumento de la salinización de los suelos, incremento de la deforestación en el litoral, pérdida de la biodiversidad en el ecosistema, disminución de los volúmenes de captura de pescado, incremento del contenido de metales pesados en el acuatorio de la región norte de Villa Clara entre otros.

En el grafico 4.3 se muestra como varía el indicador VAN en función del % de interés, note que ofreciéndoles créditos relativamente bajos a las entidades se hacen mas atractivas las inversiones.

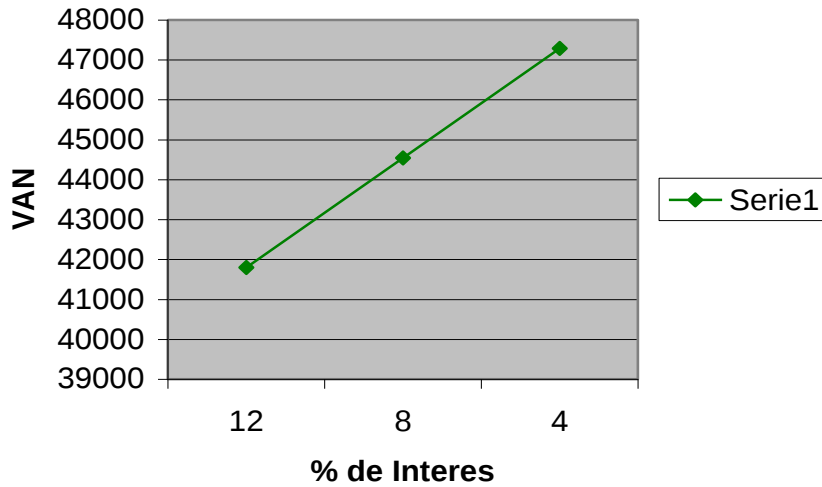


Grafico 4.3. Comportamiento del VAN en función del % de interés.

Similar comportamiento presenta el período de recuperación de la inversión como se aprecia en el gráfico 4.4.

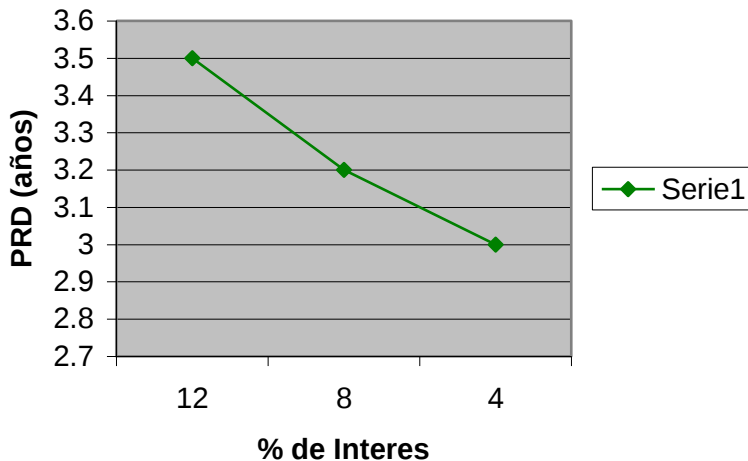


Gráfico 4.4. Variación del periodo de recuperación de la inversión según el % de interés.

4.4. Aspectos intangibles.

Tras valorar las ventajas técnicas y económicas de las diferentes opciones, deben considerarse los aspectos intangibles de los proyectos analizados, como:

- mejora en la calidad de los productos.
- impacto sobre el medio ambiente.
- efecto sobre la salud de los trabajadores.
- influencia en la imagen de la empresa.
- Otras que se consideren de interés.

No se puede incurrir en el error de pensar que estos intangibles por el hecho de apoyarse en criterios cualitativos son menos importantes que la factibilidad económica o la rentabilidad. Estos criterios pueden ser determinantes para aceptar alternativas de Minimización que aparentemente no tienen una rentabilidad suficiente. Los aspectos intangibles analizados para cada alternativa de Minimización pueden valorarse utilizando una matriz de decisión como la que se presenta en el anexo # 14.

4.5. Resumen acerca del Plan de Minimización que se propone.

Después del análisis técnico económico, y de considerar los aspectos intangibles se considera que las medidas propuestas para la minimización de residuos en la fábrica son factibles, este es un largo camino de implementación y retroalimentación, donde las acciones tienen que adaptarse a las condiciones cambiantes de la sociedad actual. Como paso inicial es necesario implementar una estrategia de capacitación técnica y educación ambiental para todo el personal de la fábrica. Esto permitirá la implementación paulatina y sistemática de las buenas prácticas ambientales unida a una estricta disciplina tecnológica. Paralelo a ello se procederá a realizar las inversiones propuestas: remodelación de la planta de residuales líquidos, instalación de equipos dosificadores de productos químicos y las inversiones necesarias para el ahorro de agua en la fábrica.

4.6. Conclusiones parciales

1. Fueron identificadas varias acciones de minimización, asociadas a los problemas ambientales en la planta de muebles clínicos y están clasificados como: control del consumo de productos químicos, modificaciones en los equipos, valorización de residuo, buenas prácticas de operación y gestión, gestión de almacén de materias primas y concienciación y formación del personal.
2. La inversión propuesta para la tecnología de tratamiento de residuos líquidos en la planta de muebles clínicos es factible desde el punto de vista técnico y económico, considerando intereses del orden de 12% sus indicadores dinámicos son: **VAN** \$ 41796.80, **TIR** 35% y periodo de recuperación de la inversión (**PRD**) de 3.5 años.
3. La inversión propuesta para instalación de equipos dosificadores de productos químicos en la planta de muebles clínicos es factible desde el punto de vista técnico y económico, considerando intereses del orden de 12% sus indicadores dinámicos son: **VAN** \$ 2666.75, **TIR** 35% y periodo de recuperación de la inversión (**PRD**) de 3.5 años.
4. La inversión propuesta para el ahorro de agua en la planta de muebles clínicos es factible desde el punto de vista técnico y económico, considerando intereses del orden de 12% sus indicadores dinámicos son: **VAN** \$ 3490.39, **TIR** 35% y periodo de recuperación de la inversión (**PRD**) de 3.5 años.
5. Para las inversiones asociadas a mejorar el desempeño ambiental de las industrias resulta atractivo la disminución de la tasa de intereses, para incentivar estas acciones.

Conclusiones:

1. Los focos contaminantes fundamentales del municipio de Caibarién son:
 - Empresa Tenera de Caibarién.
 - Vinatera del Norte.
 - Hospital General de Caibarién.
 - Fábrica de Muebles Clínicos “Heriberto Mederos”.
 - Procesadora de Langosta “Villamar”.
 - Dirección Municipal de Acueducto y Alcantarillado.
 - Centro Integral Porcino Charco Hondo.
2. Como resultado del diagnóstico ambiental empresarial efectuado en la Fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos, se concluye que:
 - Los aspectos ambientales de la fábrica deben ser evaluados considerando el siguiente orden de prioridad: generación y tratamiento de aguas residuales, consumo de agua, consumo de energía y generación de lodos y aguas residuales en la producción de acetileno.
 - No existe una caracterización actualizada de sus residuales líquidos.
 - La planta de tratamiento de residuales líquidos requiere de las labores de remodelación y mantenimiento.
 - Existe insuficiente control sobre las normas de consumo de productos químicos, en sus almacenes hay varias sustancias químicas peligrosas que ya no se utilizan en el proceso productivo.
 - Existen altos consumos de agua en la fábrica.
 - En el taller de decapado es donde ocurre el proceso potencialmente más contaminante, dado por el consumo de agua y generación de aguas residuales con contenidos de productos químicos tóxicos así como la generación de vapores tóxicos y corrosivos.
 - La energía eléctrica constituye el principal portador energético utilizado en la fábrica, llegando a constituir una limitante en el proceso productivo.
 - En algunos talleres y dependencias de la fábrica se superan los valores sonoros máximos permitidos por las normas cubanas. (Taller de pailería y soldadura, área de compresores, taller de prensa y carpintería de aluminio).

- No existe una caracterización química de los lodos que permanecen en la planta de tratamiento. Los mismos deben ser confinados en un lugar que cumpla con las regulaciones ambientales vigentes.
 - Es necesario el diseño y puesta en funcionamiento de una estrategia de educación ambiental, lo que unido a la capacitación técnica repercutirá en mayor disciplina tecnológica y ambiental.
3. Dentro de las alternativas tecnológicas propuestas para mejorar el desempeño ambiental de la Fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos se encuentran fundamentalmente las asociadas al control del consumo de productos químicos, modificaciones en los equipos, valorización de residuos y buenas prácticas de operación y gestión.
 4. Las alternativas tecnológicas propuestas para mejorar el desempeño ambiental de la Fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos son viables desde el punto de vista técnico, económico y ambientalista. Los indicadores económicos dinámicos, considerando 12% de tasa de interés, son los siguientes:

Planta de tratamiento	VAN \$ 41796.80	TIR 35%	PRD 3.5 años
Dosificadores químicos	VAN \$ 2666.75	TIR 35%	PRD 3.5 años
Ahorro de agua.	VAN \$ 3490.39	TIR 35%	PRD 3.5 años

Recomendaciones

Para el municipio de Caibarien:

1. Realizar un monitoreo integral en el municipio que permita cuantificar de manera precisa las cargas contaminantes generadas.
2. Realizar diagnósticos ambientales en todas las unidades productivas y de servicios para valorar sobre bases confiable su desempeño ambiental.
3. Analizar en las entidades los posibles cambios tecnológicos como una vía para resolver sus problemas de contaminación.
4. Crear una comisión a nivel gubernamental, en coordinación con las autoridades del CITMA y representantes de las entidades que más implicación presentan en los problemas ambientales del municipio, para de forma integrada solucionar o mitigar los problemas de contaminación.
5. Aplicar el programa municipal de educación ambiental, unido a planes de capacitación técnica a los directivos y demás trabajadores de las entidades

Para la Fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos:

1. Realizar una caracterización actualizada de sus residuales líquidos.
2. Realizar las inversiones propuestas en este trabajo, las mismas significan mejoras económicas y un aumento del valor agregado a sus producciones.
3. Estudiar y perfeccionar el diagnostico ambiental realizado para que se convierta en una herramienta eficaz en el sistema de gestión general de la empresa.
4. Dar solución a corto plazo a la problemática de los lodos que se encuentran en la planta de tratamiento de residuales líquidos.

Bibliografía

1. Abó M. "Manejo de residuales peligrosos" Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Agencia de Medio Ambiente. CIGEA. Marzo 2003.
2. Alliende F., Manual de manejo de Residuos Sólidos Industriales. Ministerio de Economía y Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile 1995.
3. Austin T. George, Manual de Procesos Químicos en la Industria. Tomo II. Mac Graw Hill, México.1988.
4. Bambanaster, Y. Gestión Ambiental en la Industria Azucarera. Trabajo de Diploma. UCLV. 1999.
5. Biblioteca Consulta Microsoft Encarta 2003. 1993-2002. Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
6. Calkins, R. "Indonesia: Environment and Development" (Washington: World Bank). 1994.
7. Calvo, S. Mariano. Ecología Industrial: Ingeniería medioambiental aplicada a la industria y a la empresa. Manual para responsables medioambientales. Segunda edición. Espana. 1998.
8. CAR /PL. Diseño y aplicación de un programa de buenas practicas ambientales en la industria. Centro de actividades regionales para la producción limpia. Plan de acción para el Mediterráneo.1999.
9. Cascio, J. Woodside, G. Mitcheell, P. Guía ISO 14 000. Las nuevas normas internacionales para la administracion ambiental. Mc Graw Hill. MEXICO. 1996
10. CEDRM. Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana Estudio "Diagnóstico e Identificación de Tecnologías y Estrategias para el Manejo de Residuos Sólidos No Riesgosos en la Región Metropolitana", Marzo, Chile. 1995
11. Central Pollution Control Board DELHI, Minimal National Standards for liquid effluents, India, 1990-1991.
12. Cheeseman, R.V.; Wilson, A.L. "Manual on analytical quality control for the water industry", Technical Report TR66, Water Research Centre, 1978.
13. CIGEA. Centro de Información, Divulgación y Educación Ambienta. Estrategia Nacional de Educación Ambiental, CITMA, LA Habana, junio de 1997.
14. Conessa Fernández –Vitora V. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi- Prensa. 390 pp. 1995.
15. Contreras E. Reducción de costos operativos en plantas de tratamiento de efluentes líquidos industriales. [http:// progeo. hypermart.net/ metodología.htm](http://progeo.hypermart.net/metodología.htm). 2002.

16. Córdova Rodríguez Roberto. Economía y recursos naturales. Una visión ambiental de Cuba. Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions Bellaterra, 2002.
17. Dasgupta, S., A. Mody, S. Roy, and D. Wheeler, "Environmental Regulation and Development: A Cross-Country Empirical Analysis," World Bank Policy Research Department Working Paper, No. 1448, March. 1995.
18. Dasgupta, S., H. Wang, and D. Wheeler, "Surviving Success: Policy Reform and the Future of Industrial Pollution." World Bank Policy Research Department Working Paper, No. 1856, October.1997.
19. Decreto Ley No.138 de las Aguas Terrestres. Gaceta Oficial, julio de 1993.
20. Delgado Díaz J. Cuba Verde en busca de un modelo para la sustentabilidad en el siglo XXI. Selección, compilación y edición científica. 1999.
21. Despaigne Díaz A.; Ponciano Verdura H.; Marrero Pera M. Caracterización Ambiental de la bahía de San Juan de los Remedios desde el norte de Jinaguayabo hasta la desembocadura del río Jagüey. Ministerio de la Industria Básica. Empresa Geominera del Centro. Mayo 2000.
22. Devon M. Plan propuesta para la minimización de residuos en la fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos. UCLV. Trabajo de diploma. 2003.
23. Díaz, Molina, M. Análisis de Proceso en función de una propuesta de Tecnología mas limpia para la obtención del Bioactivo G-O. UCLV. Tesis para optar por el grado de masters en Análisis de Proceso.2000.
24. Díaz, Rosell, J. Procedimiento General para la Elevación del Nivel de Gestión Ambiental en la Fabrica de Muebles Clónicos 'Hiriberto Mederos'. Tesis para optar por el grado de masters en Ciencias Técnicas.2002.
25. Dirección Municipal de Planificación física Caibarién. Proyecto de remodelación de la playa de Caibarién. Abril 2002.
26. Dyck S, Water Resources Management. Dresden, 1994.
27. Eckenfeldor W. Wesley, Industrial Water Pollution Control. Mac Graw-Hill, USA. 1989.
28. Enciclopedia Océano, 2000.
29. Environmental Monitoring and Support Laboratory, U.S. EPA, Office of Research and Development. "Handbook for Analytical Quality Control in Water and Wastewater Laboratories", EPA-600/4-79-019.
30. Estrategia Territorial de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia y Medio Ambiente, Delegación Provincial Villa Clara.1999.

31. Fullana, P. Samitier, S. y Altres. Iniciacio a La valuacio del cicle vida. Direccio General de Qualitat Ambiental del Departamentent de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. BARCELONA. 1996.
32. Garrido Vázquez Raúl. Los instrumentos económicos para el medio ambiente. Revista bimestre cubano. Sociedad económica de amigos del país. La Habana. Pág. 40-41. 2000.
33. Gonzáles Novo, Teresita y García Díaz. Ignacio. Cuba. su medio ambiente después de Medio Milenio. Editorial Academia y Editorial Científico - Técnica. La Habana. 1998.
34. Gonzáles, N; García, I. Cuba su medio ambiente después de Medio Milenio. Editorial Academia y Editorial Científico – Técnica. La Habana. 1998.
35. González, R. Indicadores e índices ambientales para la toma de decisiones. Segundo Encuentro National Gestión Ambiental. 1998.
36. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y Metodología. 3ra reimpresión. Ministerio del Medio Ambiente Secretaría General de Medio Ambiente España. 1998.
37. Hettige, H., M. Mani, and D. Wheeler, "Industrial Pollution in Economic Development: Kuznets Revisited," World Bank Development Research Group Working Paper, No. 1876, January. 1998.
38. Hillbrand, Lundell. Applied Inorganic Analysis. 1929.
39. Hunt, D. Johnson, C. Sistemas de gestión medioambiental. Principios y practices. Mc Graw Hill. MADRID. 1996.
40. Huq, M., and D. Wheeler, 1992, "Pollution Reduction without Formal Regulation." World Bank Environment Department Working Paper, No. 39- 1992.
41. Informe sobre los trabajos de caracterización de las aguas residuales los establecimientos teneros Patricio Lumumba y Hermanos Herrada. Caibarién Villa Clara. Direcci;on Provincial de Recursos Hidráulicos. Enero de 1998.
42. Institut Cerdá, Manual de Minimización de residuos y emisiones industriales.1992.
43. Instituto Nacional de Normalización (I.N.N.), Norma Chilena 382/Of. 89 "Sustancias Peligrosas - Terminología y Clasificación General", Chile. 1989.
44. J. M. Yarwood, P. D. Eagan y P. Kurk .Design for the environment toolkit. (Minnesota Office of Environmental Assistance, OEA, EUA). 1998.
45. Jiménez L. Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica. Editorial Síntesis, Madrid. Pág. 183-187. 1997.
46. Juarez C. Romero T. Contaminacion y medio ambiente. La Habana. Editorial Ciencia y tecnica. 1995.

47. L. Brown y C. Flavin. La situación del mundo. Informe anual del Worldwatch Institute sobre medio ambiente Cap. 1: Una nueva economía para un nuevo siglo (Icaria Editorial). 1999.
48. Lamberto Álvarez Gil.; Cid Gómez A.; Lamela A. Evaluación económica sobre la solución de acueducto y alcantarillado de la playa de Caibarién. Empresa de Investigaciones y proyectos Hidráulicos Villa Clara. Octubre 2001.
49. Lineamientos Básicos para la realización de Estudios de Impacto Ambiental. CITMA.2000.
50. López Batista Eduardo. Curso metodologías para la realización de estudios de impacto ambiental. Centro de estudios de energía y medio ambiente. Universidad de Cienfuegos. Cuba 2000.
51. Manual de Capacitación de Minimización de Residuos. Centro Mundial de Medio Ambiente, New York, NY 10016, Noviembre, 1996.
52. Manual de capacitación de minimización de residuos. Rom Michalek, George Lombardo, Francisco de la Chesnaye. World Enviroment Center. NY 1996
53. Manual de Minimización de Residuos y Emisiones Industriales, Tomo 1, Plan de Minimización. Fundación Privada Institut Idelfons Cerda, Barcelona, España, Julio 1992.
54. Marrero Pera M. Catálogo de fuentes contaminantes del municipio de Caibarién. Ministerio de la Industria Básica. Empresa Geominera del Centro. Mayo 2000.
55. Martínez Canals. Caracterización metálica de los sedimentos superficiales y el nivel de contaminación por metales pesados e hidrocarburos del petróleo en el Archipiélago Sabana- Camaguey. Informe Científico Técnico. Archivo Ido. 1996.
56. Metodología para la evaluación aproximada de la carga contaminante por metales pesados, Agencia de Medio Ambiente, enero 2001.
57. Michalek Rom, Manual de Capacitación de Minimización de Residuos. World Environment Center. Adaptado y traducido por Enrique Bravo M. Noviembre de 1996.
58. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Agencia de Medio Ambiente. CIGEA. Curso taller "Manejo de Residuales" Marzo 2003.
59. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Agencia de Medio Ambiente. CIGEA. Curso taller "Caracterización y monitoreo de residuales líquidos" Marzo 2003.
60. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Agencia de Medio Ambiente. CIGEA. Curso taller "Minimización de residuos" Marzo 2003.

61. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Agencia de Medio Ambiente. CIGEA. Curso taller "Impacto ambiental de los sistemas de tratamiento de residuales líquidos" Marzo 2003.
62. Munda J. Métodos y procesos multicriterios para la evaluación ambiental integrada. Diafanis, Universidad autónoma de Barcelona. 1999.
63. NC 19-01-04. Ruido. Requisitos generales higiénicos sanitarios.1980.
64. NC 19-01-14. Ruido. Método de medición en los puestos de trabajo.1983.
65. NC 25,1999: Hidrosfera. Especificaciones para la evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. 9 pp.
66. NC 93-01-103:1987 Clasificación de la Utilización de las Aguas Interiores.
67. NC 93-01-105:1987 Especificaciones y Procedimientos para la Evaluación de los Objetos Hídricos de Uso Pesquero.
68. NC 93-02:1985 Agua Potable. Requisitos Sanitarios y Muestreo.
69. NC 93-07:1986 Lugares de Baños en Costas y Masas de Aguas Interiores. Requisitos Higiénicos Sanitarios.
70. NC 93-11:1986 Fuentes de Abastecimiento de Agua, Calidad y Protección Sanitaria.
71. NC 93-11-86. Requisitos de calidad y protección sanitaria de las fuentes de abastos de agua destinada al consumo humano.
72. NORAD, Environmental Impact Assessment of development aid projects, Oslo, 1992.
73. Noyes. R. Unit Operations in environmental engineering. Noyles Publications, 1994.
74. Oferta para la construcción de una planta depuradora. España 1997.
75. ONU. Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro.1992.
76. Pérez Pardo y col. Sistema sostenible para la gestión de residuos porcinos. IV Convección Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana, Cuba 2003.
77. Perry, Robert H. Chemical Engineers Handbook. 2000.
78. Pichardo Moya Luis O y Colaboradores. Evaluación y mitigación de impactos ambientales múltiples que afectan el entorno de la cayería Nordeste de Villa Clara y su uso con fines turísticos. Centro de Estudios y Servicios Ambientales. CESAM CITMA Villa Clara. Noviembre 2002.
79. PNUMA. Producción más limpia. Un paquete de recursos de capacitación. Primera edición en español. Febrero de 1999.
80. R. Bahu, B. Crittenden y J O'Hara. Management of process industry waste (IchemE, Gran Bretaña) 1997.

81. Resolución 87/99. Basilea. Regulaciones para el ejercicio de las funciones de la Autoridad Nacional y Punto de Contacto del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación y otras Disposiciones para la gestión ambientalmente racional de estos desechos".
82. Revista Chemical Engineers. Economics indicators. N^o 12. 1998.
83. Revista de los Ministerios de Fomento y Medio Ambiente. No-2 1996.
84. Revista Prevención de la contaminación. No 1. 1997.
85. Rigola M, Cuadernos de Medio Ambiente. Universidad de Girona, 1998.
86. Rigola, M. Producción limpia. Rubes Editorial, S.L. p 11-16, 87-95. 1998.
87. Rodriguez C. Tratamiento de aguas residuales industriales. UNUM. Coleccion de textos. 2002.
88. Rossiter, A. Waste minimization Through Process Design. McGraw-Hill. New York. P (28-38). 1995.
89. Scott Standard Method of Analysis.1929.
90. Software computacional. SimaPro, Eco-it. June 2001.
91. Soler, A. Manual de gestión de medio ambiente. Editorial Ariel, S.A. Barcelona España, 1997.
92. Standard methods for the examination of water and wastewater, 15th ed.; APHA, AWWA, WPCF. 1980.
93. Suárez, G y Rivero. T. Contaminación y Medio Ambiente. Editorial Científico - Técnica. La Habana. 1995.
94. Terry Berro C. Cuba: Manejo de residuales líquidos y evaluación del impacto ambiental. CIGET AMA. Rev. Cubana de Higiene y epidemiología; 39(1):16-20. 2000.
95. United Nations Environment Programme, Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes. 1998.
96. United Nations Environment Programme, Industry and Environment, Vol. 10, N^o2, Francia. 1987.
97. Von Amsberg, J. Brazil: Managing pollution problems, the Brown Enviromental Agenda. World Bank Report No 16635-Br, june 1997.
98. Xu, X., J. Gao, D. Dockery, and Y. Chen, "Air Pollution and Daily Mortality in Residential Areas." Archives of Environmental Health, Vol. 49, No. 4, 216–22. 1994.

<http://www.agrifood-forum.net/db/cp6/ArticleErkman.doc>

<http://www.cepis.org.pe>

<http://www.cepis.org.pe>

<http://www.conaccount.net>

<http://www.gtz/minitex/mtexcu23.html>

www.biothinking.com

www.cuba.cu/ciencia/citma/AMA/ean.html

www.cuba.cu/ciencia/citma/AMA/ean.html

www.eia.es

www.eocert.com

www.fao.org

www.medicambiente.gov.ar

www.portfentry.com

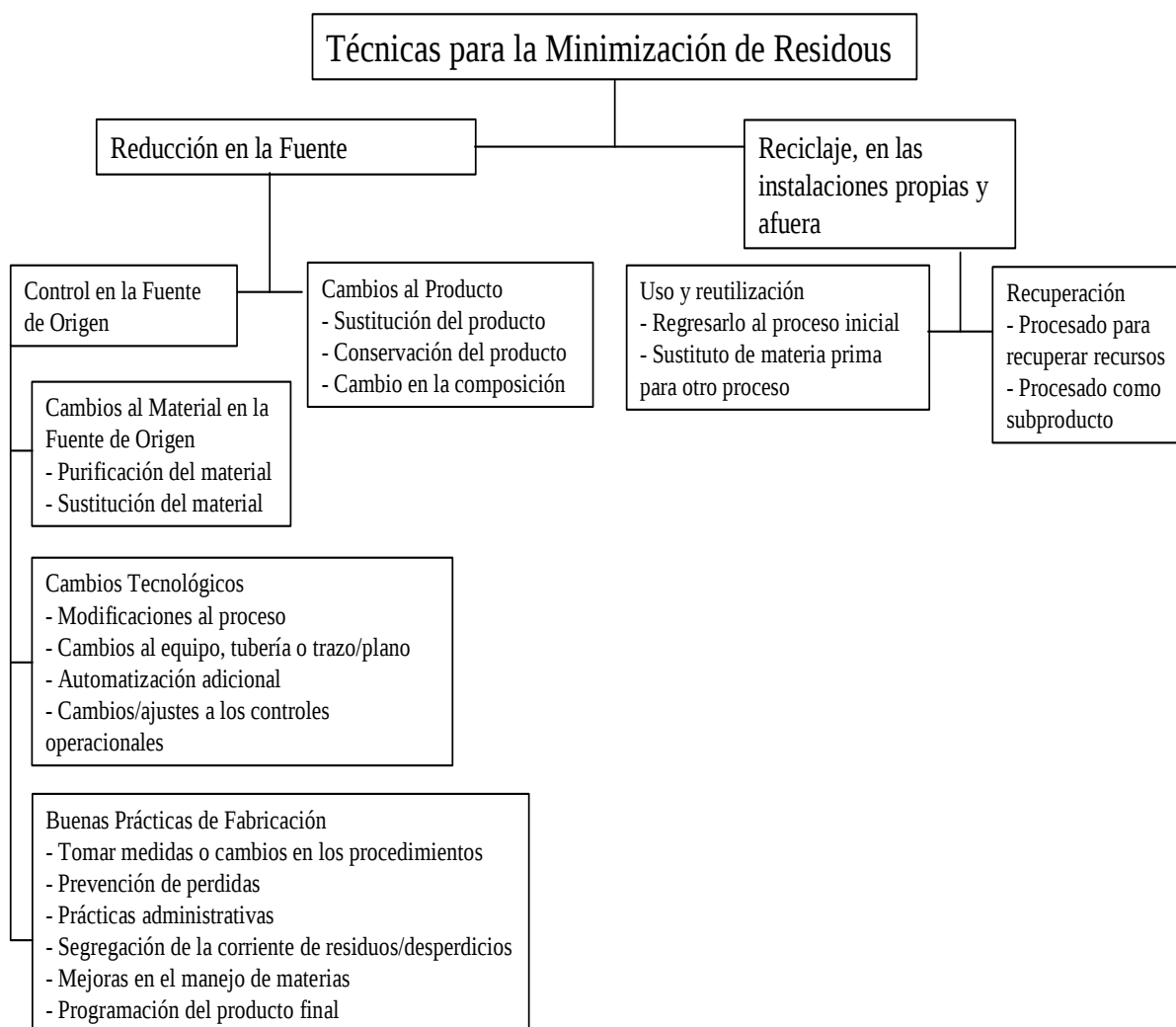
Anexo # 1

Caracterización de los Problemas ambientales en Cuba.

Problemas	Efectos ambientales	Referencia
Degradación de los suelos (erosión, mal drenaje, salinidad, acidez, compactación, entre otros)	Afecta grandes extensiones de superficie agrícola del país, principal de la actividad económica.	Enciclopedia Océano, 2000.
Deterioro del saneamiento y las condiciones ambientales en asentamientos humanos.	Incide sobre la calidad de la vida y la salud de la población en los asentamientos.	Revista Prevención de la contaminación. 1997. González Novo, Teresita y García Díaz, Ignacio.1998.
Contaminación de las aguas terrestres y marinas.	Afecta la pesca, la agricultura, el turismo, entre otros sectores; los ecosistemas y la calidad de vida en general.	Suárez, G y Ribero, T. 1995. Enciclopedia Océano. 2000.
Deforestación	Afecta los suelos, las cuencas hidrográficas y la calidad de los Ecosistemas montañosos, costeros y otros ecosistemas frágiles.	Banbanaste bravo, Y. 1999.
Pérdida de diversidad biológica.	Implica afectaciones a los recursos naturales del país, tanto bióticos como abióticos.	González Novo, Teresita y García Díaz, Ignacio.1998.
Deterioro de la atmósfera	Implica un calentamiento global provocando cambios en clima, altera la vegetación natural y afecta la cosecha.	Enciclopedia Océano, 2000. Revista de los Ministerios de Fomento y Medio Ambiente. 1996.

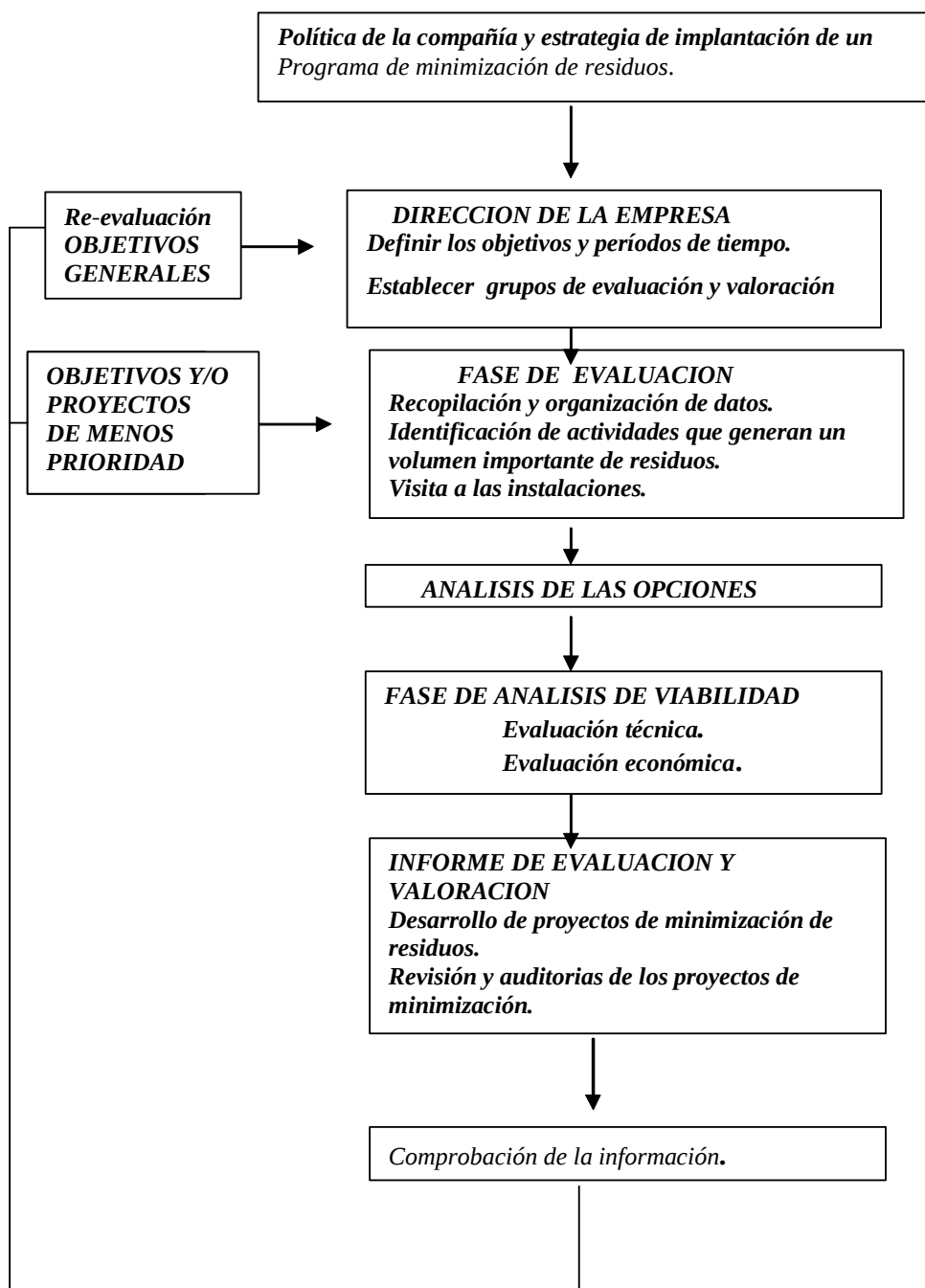
Anexo # 2

Fig. # 1: Técnicas Para la Minimización de Residuos. (Fuente. Manual de Capacitación. Centro Mundial de Medio ambiente).



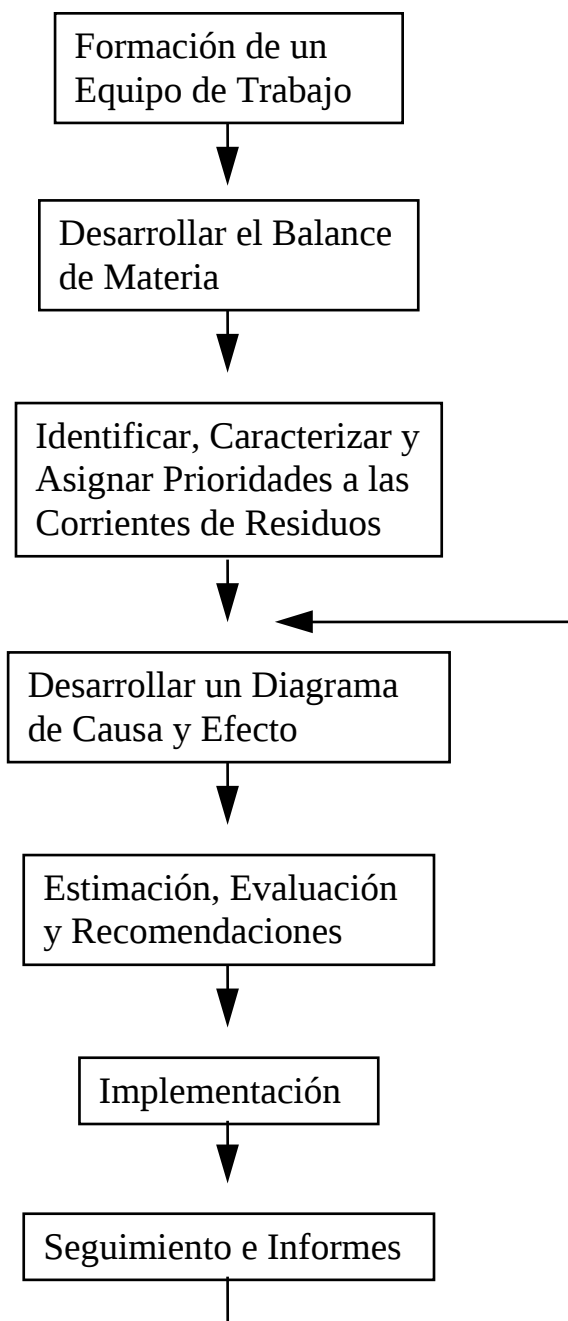
Anexo # 2

Fig#2. Metodología de la minimización de residuos.



Anexo 2

Fig # 3. Pasos Básicos del Proceso de Minimización de Residuos. (Fuente. Manual de Capacitación. Centro Mundial de Medio ambiente).



Seguir estos pasos hasta lograr la meta deseada en Minimización de residuos.

Anexo # 3

Tabla 1. Resultados promedio de los análisis realizados a los residuales del establecimiento tenero 101 Patricio Lumumba.

Determinación analítica	Zanja 1	Zanja 2
pH	7.64	7.9
CE	12340	4113
Ca	151	435
ALK	410	1640
DQO	3033	11247
DBO ₅	468	5718
Nt	97.56	120
N-NH ₄	555	33
N-org	21.47	44.4
Pt	1.3	10.5
S	122	122
Cl	1734	829.5
Grasa	2200	3998.3
Cr (total)	180	0
ST	5681.8	8369.5
STV	1534.4	3166.3
STF	4147.4	5203.2
SST	1133.4	2299.5
SSF	412.8	1697.8
SSV	720.6	601.7
SD	4548.4	6070
SS	29.5	23.8

Tabla 2. Tipo de determinación analítica, simbología y unidades empleadas.

Determinación	Simbología	Unidades	Fundamento del método
Potencial de hidrogeno	PH	U de pH	Método potenciométrico
Cond. Elect. a 25 ⁰ C	CE	μs/cm	Método conductimétrico
Demanda química de oxígeno al dicromato	DQO	mg O ₂ /l	Valoración redox con Ag ₂ So ₄ como catalizador
Demanda biológica de oxígeno a 20 ⁰ C/ 5 días.	DBO ₅	mg O ₂ /l	Incubación y determinación de oxígeno disuelto
Nitrógeno total	Nt	mg-N/l	Digestión en medio ácido y valoración ácido - base
Nitrógeno amoniacal	N-NH ₄	mg-N/l	Destilación a pH básico y valoración ácido

			– base.
Fósforo total	Pt	mg-P/l	Digestión ácida y colorimetría con molibdato de amonio.
Cloruros	Cl	mg Cl ⁻ /l	Remoción de color y método de Volhart.
Sulfuro expresado como azufre	S	mg-S/l	Método yodo métrico
Sólidos totales	ST	mg/l	Método gravimétrico.
Sólidos totales volátiles	STV	mg/l	Método gravimétrico
Sólidos totales fijos	STF	mg/l	Por diferencia.
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/l	Método gravimétrico
Sólidos suspendidos volátiles	SSV	mg/l	Método gravimétrico
Sólidos suspendidos fijos	SSF	mg/l	Por diferencia
Sólidos sedimentables	SS	mg/l	Método gravimétrico
Grasa	Grasa	mg/l	Sovlhef (extracción en CCl)
Cromo total	Cr	mg/l	Método por AAS
Alcalinidad total	AlK	mg-HCO ₃ /l	Valoración ácido - base

Anexo # 4

Condiciones naturales, socioeconómicas y del entorno donde está ubicada la instalación.

4.1. Relieve. Geología, litología y carso.

La instalación se encuentra sobre una estructura pétreo de calizas margosas y con fuertes procesos de intemperismo físico. Las secuencias que aparecen en la zona se enmarcan en la edad cuaternaria, siendo estos depósitos del Pleistoceno Superior y el Holoceno.

Aunque su desarrollo no es tan amplio como en otras zonas del país, por ser esta región muy joven geológicamente, los procesos erosivos – denudativos actúan con gran agresividad sobre las rocas, que son fácilmente carcificables.

4.2. Actividad sísmica.

La Isla de Cuba pertenece a la faja sísmica que une a América Central con la zona sísmicamente muy activa del Pacífico.

La región de menor actividad sísmica en Cuba es la región central, y dentro de esta su zona más activa es la de Remedios – Caibarién, con terremotos hasta de fuerza 6 coincidentes con reajustes en la falla norte de Las Villas.

Entre 1551 y 1983 en los alrededores de la zona se ubicaron tres epicentros con no más de seis eventos sísmicos cuya intensidad no rebasó los cinco grados de la escala MSK por lo que la región puede considerarse sísmicamente poco activa. No obstante en el territorio se entrelazan fallas y sistemas de grietas, por lo que existe el riesgo siempre latente de ocurrencia de movimientos sísmicos de mayor intensidad que los ocurridos hasta la fecha.

La frecuencia de ocurrencia de sismos en la zona es de 1 cada 10 años, según datos del Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas del CITMA.

4.3. Características hidrológicas e hidrográficas.

Esta área tiene una pluviosidad media anual de 1315.6 mm, repartidos en dos períodos, uno seco en invierno con pluviosidad media de 318.1 mm y un periodo húmedo en verano, con una media pluviométrica de 997.5 mm.

El manto freático es muy pobre en agua dulce y tiene su mayor esplendor durante el periodo lluvioso, aportando las aguas pluviales un volumen insostenible de agua no salinizada que rápidamente es asimilado en el nivel hidrostático permanente del manto freático fuertemente salinizado.

4.4. Clima.

El clima en general se caracteriza por tener dos períodos bien determinados Mayo – Octubre y Diciembre – Marzo con dos meses de transición que son Abril y Noviembre.

las lluvias y los vientos más notables.

Durante el período poco lluvioso, ocurren los frentes fríos descendiendo la temperatura. Las lluvias son escasas y están asociadas a la entrada de los frentes y al fenómeno conocido por “brisote sucio”, que en ocasiones produce lluvias con acumulados importantes.

Abril tiene como característica que afectan tanto los frentes fríos como las ondas del este y en Noviembre el área es afectada por ciclones tropicales. Los fenómenos más peligrosos son los ciclones y tormentas locales severas, responsables de vientos fuertes e inundaciones.

Tabla 1. Datos climáticos de interés.

Promedio de Precipitación Anual Histórica	1,315.6 mm
Período Lluvioso	997.5 mm
Período poco Lluvioso	318.1 mm
Mes más Lluvioso (Octubre)	207.6 mm
Mes menos Lluvioso (Diciembre)	31.0 mm
Temperatura Media Anual Histórica	24.4 °C
Mes más cálido (Julio y Agosto)	31.1 °C
Mes más frío (Febrero)	17.5 °C

Nota: Los datos climáticos han sido certificados por el Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara.

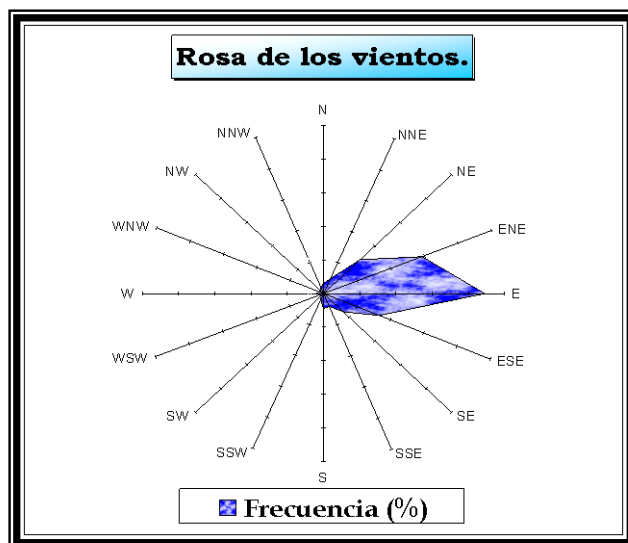
Los vientos predominantes soplan del primer cuadrante. La mayor parte del año se establece el régimen de brisas; la brisa marina durante el día, que es reforzada por los Alisios del Noreste, viento de origen oceánico fresco y generalmente con poca humedad. Durante las noches el viento rola al Sudeste y se siente la influencia de una brisa ligera de tierra, principalmente después de la media noche y hasta horas tempranas de la mañana.

Pueden ocurrir tormentas locales severas, las que en esta región, por haber poco resguardo del relieve y la vegetación, pueden producir daños severos en las edificaciones, instalaciones industriales y obras agropecuarias.

Según los datos históricos existentes, las tormentas severas que afectan anualmente esta zona suelen producir vientos máximos entre el primero y el segundo cuadrante, con velocidades entre 100 y 130 km/h, y rachas superiores de corta duración en periodos de tiempo entre 15 y 30 seg.

4.5. Rosa de los vientos anuales Históricos.

Gráfico 1. Rosa de los vientos del municipio de Caibarién.



4.6. Población y Actividades económicas fundamentales.

Caibarién es uno de los 13 municipios de la provincia de Villa Clara, contando con una población de 40 mil habitantes aproximadamente. La ciudad de Caibarién, ubicada al norte de la provincia de Villa Clara, tiene una población netamente urbana.

El turismo además de ser una opción para la recreación y el disfrute del pueblo, constituye una fuente de obtención de utilidades, es por eso que el desarrollo de este es una de las tareas más importantes del país en estos momentos y del municipio en especial.

La población de la zona tiene una vinculación muy directa con el mar. Existe además, una red de industrias en el territorio donde además de la Heriberto Mederos existen otras como aparece reportado en el capítulo II.

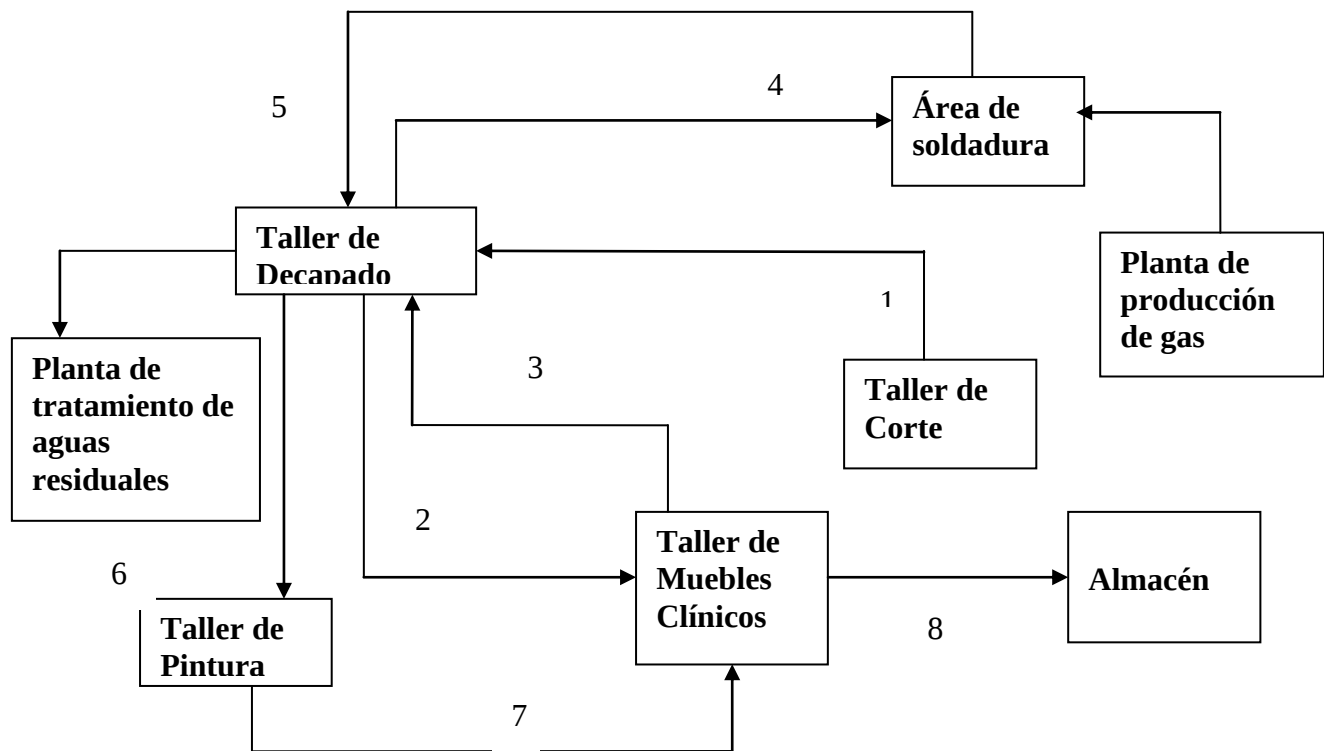
Anexo # 5

Plantas, talleres y dependencias auxiliares de la fábrica “Heriberto Mederos”

Planta de Muebles Clínicos.	
Taller de corte.	Almacén de productos terminados
Taller de maquinado	Almacén Intermedio (productos semielaborados).
Taller de Prensas	Pañol
Taller de soldadura	Planta de tratamiento de aguas residuales
Taller de decapado (compartido)	Taller de Cuadro.
Área de montaje.	Taller de pintura
Planta de Muebles de Oficina.	
Taller de soldadura.	Almacén de productos terminados
Taller de pintura.	Área de ensamble.
Sala de compresores	Área de ensamble.
Almacén intermedio.	
Planta de Servicio Industrial.	
Taller de mantenimiento	Taller herramental
Almacén de lubricantes.	Taller de Pailería y soldadura
Taller de soldadura	
Carpintería de aluminio	
Corte.	Ensamble.

Anexo # 6

Esquema del proceso de producción de la planta de Muebles Clínicos.



Anexo 7

Tabla 1. Análisis del consumo de productos químicos en la Planta de Muebles Clínicos.

PRODUCTOS QUIMICOS	CONSUMO REAL (KG)			NORM A (KG/100 o SILLON ES)	PRECIO / KG		GASTO REAL					
	1998	1999	2000		USD	MN	1998		1999		2000	
							USD	MN	USD	MN	USD	MN
1. Sulfato de níquel	809	1967	802	400	3.1	1.48	2507.9	1197.32	6097.7	2911.16	2486.2	1186.96
2. Cloruro de níquel	237	228	162	100	3.93	2.05	931.41	485.85	896.04	467.4	636.66	332.1
3. Ácido bórico	218	156	106	50	1.25	0.70	272.5	152.6	195.0	109.2	132.5	74.2
4. Abrillantador Nikelsan	148	209	90	60	9.49	4.66	1404.52	689.68	1983.41	973.94	854.1	419.4
5. Nivelante Nikelsan	22	25	6	10	1.0	0.05	22.0	1.1	25.0	1.25	6.0	0.3
6. Solución de formación	65	5	6	10	9.18	4.47	596.7	290.55	45.9	22.35	55.08	26.82
7. Portador Nikelsan	37	66	37	30	10.2	4.65	377.4	172.05	673.2	306.9	377.4	172.05
8. Abrillantador Rotalume	42	33	10	3	11.82	5.87	496.44	246.54	390.06	193.71	118.2	58.7
9. Peróxido de hidrogeno	20	3.5	11	13	1.0	0.5	20.0	10.0	3.5	1.75	11.0	5.5
10. Acido crómico	530	110	140	100	0.75	0.38	397.5	201.4	82.5	41.8	105.0	53.2
11. Metabisulfito	345	305	600	200	0.012	2.50	4.14	862.5	3.66	762.5	7.2	1500.0
12. Erase	0	0	672	400	6.012	2.50	0	0	0	0	4040.1	1680.0
13. Silicato de sodio	367	500	434	63	0.1	0.04	36.7	14.68	50.0	20.0	43.4	17.36
14. Bentonita	3.4	5	3.6	0.6	0.45	0.02	1.53	0.068	2.25	0.1	1.62	0.072
15. Caolín	119	175	126	21	0.5	0.02	59.5	2.38	87.5	3.5	63.0	2.52
16. Hidróxido de sodio	950	555	699	240	0.4	0.15	253.6	95.1	142.0	53.25	151.6	56.85
17. Carbonato de sodio	377	110	264	100	0.716	0.35	135.32	66.15	78.76	38.5	148.2	72.45
18. Fosfato trisodico	302	180	280	70	12.45	4.66	3759.9	1407.32	2241.0	838.8	3486.0	1304.8
19. Novat	736	899	63	250	4.05	1.99	2980.8	1464.64	3670.95	1789.01	255.15	125.37
20. Sulfax	132	111	130	85	9.96	4.48	1314.72	591.36	1105.56	497.28	1294.8	582.4
21. Acido clorhídrico	7830	9046	2716	800	0.286	0.09	2239.38	704.7	2587.2	814.14	776.77	274.44
22. Bórax	180	2	0	100	1.23	0.02	221.4	3.6	2.46	0.04	0	0
TOTAL	14172.4	15169.5	7659.6	3143.6			18033.4	8659.6	20363.6	9876.6	15051.8	7945.5

Tabla 2. Análisis del sobregasto por consumo de productos químicos.

PRODUCTOS QUIMICOS	SOBRECONSUMO * (Kg)			SOBREGASTO **					
	1998	1999	2000	1998		1999		2000	
				USD	MN	USD	MN	USD	MN
				(1) x \$\$	(1) X \$	(2) X \$\$	(2) X \$	(3) X \$\$	(3) X \$
1) Sulfato de níquel	9	1073.8	99.6	27.9	12.6	3328.78	1589.22	308.76	147.41
2) Cloruro de níquel	37	4.7	(-13.6)	175.41	75.85	18.47	96.35	(-53.45)	(-27.88)
3) Ácido bórico	118	44.35	18.2	147.5	82.6	55.73	31.05	22.75	12.74
4) Abrillantador Nikelsan	28	75.02	(-15.4)	265.72	130.48	711.93	349.6	(-146.14)	(-71.76)
5) Nivelante Nikelsan	2	2.67	(-11.56)	2.0	0.1	2.67	0.13	(-11.56)	(-0.58)
6) Solución de formación	45	(17.33)	(-11.56)	713.1	201.15	(-159.9)	(-77.76)	(-106.12)	(-51.67)
7) Portador Nikelsan	(-23)	(-0.99)	(-15.68)	(-243.6)	(-106.95)	(-10.1)	(-4.60)	(-159.93)	(-72.9)
8) Abrillantador Rotalume	36	26.30	4.7	425.52	211.32	310.9	154.4	55.55	27.6
9) Peróxido de hidrogeno	(-6)	(-25.53)	(-11.8)	(-6.0)	(-3.0)	(-25053)	(-12.76)	(-11.8)	(-5.9)
10) Ácido crómico	330	(-113.3)	(35.6)	247.5	125.4	(-85.0)	(-43.1)	(-26.7)	(-13.53)
11) Metabisulfito	(-55)	(-141.6)	248.8	(-0.66)	(-137.5)	(-1.7)	(-354.0)	3.0	622.0
12) Erase	0	0	(-30.4)	0	0	0	0	(-182.8)	(-76.0)
13) Silicato de sodio	241	359.3	323.4	24.1	9.64	35.93	14.37	32.34	12.93
14) Bentonita	2.2	3.66	2.55	0.99	0.044	16.47	0.07	1.15	0.051
15) Caolín	77	128.1	89.1	38.5	1.54	64.05	2.56	44.55	1.8
16) Hidróxido de sodio	470	19.1	277.56	188.0	70.5	7.64	2.86	111.02	41.63
17) Carbonato de sodio	277	(-113.3)	88.4	190.33	96.95	(-81.12)	(-39.65)	63.3	30.94
18) Fosfato trisodico	162	23.7	157.1	2016.9	754.9	295.1	110.44	1955.9	732.1
19) Novat	236	340.75	(-376)	955.8	469.6	1380.0	678.1	(-152.3)	(-778.24)
20) Sulfax	(-38)	(-78.8)	(-19.3)	(-378.5)	(-170.24)	(-784.8)	(-353.0)	(-192.2)	(-86.5)
21) Ácido clorhídrico	6230	7259.6	1311.2	1701.8	56.1	2076.2	653.4	375.0	110.0
22) Bórax	(-20)	(-221.3)	(-175.6)	(-24.6)	(-0.4)	(-272.2)	(-4.4)	(-216.0)	(-3.5)
TOTAL	8158.2	8648.9	1904.11	6476.71	1880.68	6803.5	1172.71	1714.32	497.64

BASE DE CÁLCULO

* - Sobreconsumo = Consumo Real – $\frac{\text{Producción Real}^{***} \times \text{Norma de Consumo}}{1000}$

** - Sobregasto = Sobreconsumo x Precio

Anexo # 8

Listado de productos químicos ociosos en la fabrica Heriberto Mederos.

CUP	DESCRIPCION	UM	Existencia	PrecioMN	ImporteMN
301	ABRILLANTADOR 555 AMARILLO	KG	112	10.23	1145.76
312	ABRILLANTADOR ESPAÑOL BLAK LABEL	KG	37	2.36	87.32
300	ABRILLANTADOR JAPONES 912A1 A51-5	KG	59.5	10.2297479	608.67
379	AC EDTA	KG	0.1	16.8	1.68
503	AC ETILENDIAN TETRACET SAL SODIG PA	KG	0.5	10.6	5.3
539	ACEITE MAQUINA P/RECTIFICAR CTE	LT	160	0.1	16
146	ACETATO DE COBRE	GR	500	0.0026	1.3
136	ACIDO AURICALBONO P.A	GR	50	0.054	2.7
40	ACIDO BROMHIDRICO (FCO 500 ML)	ML	500	0.00436	2.18
85	ACIDO FOSFORICO	GR	500	0.0062	3.1
504	ACIDO O FOSFORICO 85 % P	LT	2	6.2	12.4
49	ACIDO PERDORICO	GR	1000	0.00398	3.98
42	ACIDO POTASIO	GR	1500	0.0054	8.1
47	ACIDO YODICO (FCO 25 GRS)	GR	75	0.0628	4.71
535	ADHESIVO SY-200	KG	1	11.33	11.33
442	AGENTE ABRILLANTADOR A-A-51	LT	40	10.23	409.2
443	AGENTE ABRILLANTADOR B-A-57	LT	40	10.23	409.2
158	ALMIDON SOLUBLE	GR	300	0.00853333	2.56
134	AMARILLO BRILLANTE PA	GR	50	0.056	2.8
381	AMONIO BICROMATO	KG	0.8	1.4375	1.15
143	AMONIO FOSFATO DIBASICO PA	GR	2000	0.005	10
494	AMONIO HIDROXIDO FCO 2,5 LTS	U	2	7.27	14.54
506	AMONIO HIDROXIDO SOLUCION 25% PA	LT	5	0.91	4.55
51	AMONIO MOLIDATO	GR	1900	0.0068	12.92
507	AMONIO PERSULFATO PA	KG	1	3.32	3.32
129	AMONIO SULFATO FERRICO	GR	1000	0.00138	1.38
275	AMONIO SULFATO GRANULADO FCO 600	GR	1000	1.09512	1095.12
125	ANTIMONIO TRIOXIDO	GR	1000	0.0044	4.4
481	ANTIPIIT WETTER	LT	80	6.37	509.6
133	AZUL BROMOTIMOL	GR	400	0.022	8.8
382	AZUL BROMOTIMOL IND	GR	70	0.17	11.9
508	AZUL METILENO P MICA	GR	25	0.11	2.75
107	BICROMATO SODIO CARBONATADO	GR	2000	0.0055	11
53	BISMUTO METAL GRANULADO	GR	1000	0.0122	12.2
141	BISULFATO DE AMONIO	GR	700	0.0021	1.47
110	BROMATO DE POTASIO	GR	1000	0.018	18
90	BROMOCRISOL	GR	20	0.02	0.4
272	BROMOFENOLP P(FCO. 50 GRS)	FC	200	0.073	14.6
509	BUFFER TAB PH-4	C	7	7.08	49.56
176	CADMIO ACETATO P.A (FCO 100 GRS)	GR	100	0.0214	2.14
159	CADMIO METAL (BARRAS 100 GRS)	GR	500	0.0665	33.25

102	CADMIO METAL GRANULADO	GR	200	0.018	3.6
152	CADMIO NITRATO (FCO 100 GRS)	GR	300	0.0098	2.94
61	CALCIO CARBONATO P.A.	GR	500	0.0019	0.95
54	CALCIO OXIDO PA (FCO 500 GRS)	GR	1000	0.0017	1.7
87	CAOLIN P.A	GR	700	0.002	1.4
532	CARBON ACTIVO	KG	17	0.01	0.17
186	CARBONTATO BARIO P.A	GR	1000	0.0085	8.5
243	CIANURO DE CADMIO	KG	50	1.4552	72.76
242	CIANURO DE COBRE	KG	450	1.52184444	684.83
150	CITRATO DE AMONIO DIBASICO	GR	1000	0.0022	2.2
140	CITRATO DE POTASIO TRIBASICO	GR	1750	0.00066286	1.16
166	CITRATO FERRICO	GR	400	0.0027	1.08
177	CLORURO DE AMONIO	GR	1000	0.0013	1.3
461	CLORURO DE AMONIO	KG	20	0.184	3.68
178	CLORURO DE POTASIO	GR	800	0.0021	1.68
168	CLORURO DE SODIO P.A	GR	3500	0.00052857	1.85
180	CLORURO DE ZINC ANH P.A	GR	1600	0.0016	2.56
162	COBALTO ACETATO CRIST.	GR	300	0.015	4.5
145	COBRE SULFATO P.A.	GR	500	0.0032	1.6
383	CRAMIN INDIGO 25	KG	0.05	93.2	4.66
384	CROMO SULFATO ICO PA	KG	0.1	3	0.3
495	D. MONITOL P. BACT.	KG	0.5	29.4	14.7
192	DIFENIL CARBOZIDA P.A	GR	600	0.0066	3.96
148	DIFENIL CARBOZONA P.A	GR	800	0.0144	11.52
536	DILUENTE P/ADHESIVO	LT	0.75	3.25333333	2.44
520	DIOXILETE 41	KG	41	0.1	4.1
189	DIPIRIDILO P.A	GR	50	0.0016	0.08
137	EOSINA K (FCO 25 GRS)	GR	50	0.01	0.5
19	ESTABILIZADOR "L"	KG	173	1.2	207.6
83	FIXANAL POTACIO YODATO 0.1 N	FC	2	1.04	2.08
268	FIXANAL SIDIO ARSENICO 0,1 N	FC	1	1.04	1.04
80	FIXANOL ACIDO NITRICO N	FC	1	1.4	1.4
82	FIXANOL ACIDO OXALICO 0.1 N	FC	2	1.04	2.08
78	FIXANOL ACIDO SULFURICO 0.1 N	FC	10	1.25	12.5
76	FIXANOL ACIDO SULFURICO 0.5 N	FC	7	1.3	9.1
77	FIXANOL POTASIO HIDROXIDO 0.1 N	FC	7	1.04	7.28
79	FIXANOL POTASIO HIDROXIDO 1 N	FC	3	1.4	4.2
387	FORMALDEHIDO 36-38 %	LT	1	1.52	1.52
89	FORMOLDEHIDO PURO	GR	1000	0.0012	1.2
121	FOSFATO AMONIO MONOBAS. FCO 500 GMS	GR	2000	0.0012	2.4
55	FOSFATO DE SODIO	GR	500	0.1	50
122	FOSFATO DE SODIO DIBASICO	GR	1500	0.0031	4.65
139	FOSFATO DE SODIO HIDROGENADO	GR	1000	0.0027	2.7
28	FUNDENTES P/S HO B ORAX	KG	50	1.68	84
115	GELATINA GEPULRST FCO 500 GRS	GR	1000	0.0011	1.1
283	GELATINA TECNICA	KG	19	2.22	42.18
14	GLEAMOL A	KG	124.8	4.26097756	531.77

154	GLUCOSA A.N.H.P.	GR	1000	0.416	416
519	GRANADINE	KG	75	0.1	7.5
235	GRASA GRAFITADA.	KG	12	0.52	6.24
88	HELIOTROPIN FCO. 500 GRS.	GR	4000	0.003	12
533	HEMPADOR C/AGENTE CURADOR	KG	20	0.1	2
135	HIDROQUINONA	GR	10	0.312	3.12
184	HIDROXIDO DE BARIO (FCO 500 GRS)	GR	1500	0.00096	1.44
72	HIERRO II FRASCO 1000 GRS.	GR	1000	0.0025	2.5
103	HIERRO REDUCIDO	GR	1000	0.0022	2.2
20	HIGLTD B RICHERENER	KG	185	2.25	416.25
29	IMPREGNATO P. CEMENTO	LT	33	3.59	118.47
68	LITIO FLORURO	GR	400	0.017	6.8
153	MAGNECIO NITRATO P.A.	GR	200	0.0038	0.76
188	MAGNECIO OXIDO FCO. 500 GRS.	GR	500	0.0045	2.25
126	MAGNECIO SULFATO PURO FCO. 800 GRS	GR	2000	0.00046	0.92
273	MARCO DE VENTANA DE SANDINO	U	4	14.06	56.24
193	MUREXIDO INDUSTRIAL	GR	300	0.00216667	0.65
187	NARAJA METILO	GR	225	0.018	4.05
58	NARAJAN II	GR	60	0.00133333	0.08
96	NEGRO ERIOCROMO	GR	50	0.065	3.25
65	NIQUEL CARBONARO CALCIO	GR	4000	0.0039	15.6
179	NIQUEL CLORURO FCO. 500 GRS.	GR	5500	0.006	33
114	NIQUEL NITRATO CRISTAL P.A. F.500G	GR	2000	0.00506	10.12
128	NIQUEL SULFATO FCO. 500 GRS.	GR	500	0.00722	3.61
195	NITRATO DE AMONIO	GR	1500	0.00466	6.99
56	NITRATO DE CALCIO.	GR	1000	0.00102	1.02
296	NITROBENZENO	GR	500	0.16888	84.44
104	OTOLODIN FCO. 100GRS	GR	100	0.008	0.8
57	OXIDO DE CROMO FCO.1000 GRS	GR	2000	0.0097	19.4
149	PIRIDINA P.A. FCO 1000 GRS	GR	400	0.0016	0.64
101	PIROSULFITO DE SODIO FCO 500 GRS	GR	1000	0.0024	2.4
191	PLOMO CARBONATO BASICO(FCO 500 GRS)	GR	500	0.0055	2.75
538	POLVO DESCONOCIDO (PLANTA)	KG	30	0.1	3
60	POTACIO BICARBONATO P.A.	GR	750	0.00052	0.39
59	POTACIO CARBONATO P.A.	GR	1250	0.0022	2.75
163	POTACIO CROMATO	GR	1600	0.0069625	11.14
124	POTACIO FERROCIANURO FCO.1000GRS.	GR	4000	0.00062	2.48
120	POTACIO FOSFATO DIBASICO FCO 1000G.	GR	1500	0.00108	1.62
132	POTACIO FOSFATO MOROB. FCO 200 GRS	GR	700	0.00091429	0.64
81	POTACIO HIDROGENO	GR	500	0.1	50
86	POTACIO NITRATO P.A.	GR	1000	0.0015	1.5
113	POTACIO NITRICO FCO 250 GRS.	GR	5250	0.0062	32.55
98	POTACIO PEROXIDISULFATO FCO 500 GRS	GR	1000	0.0073	7.3
119	POTACIO SULFATO FCO 1000 GRS.	GR	4500	0.00026889	1.21
167	POTASIO ACETATO P.A.	GR	1200	0.00225	2.7
281	POTASIO BICROMATO P.A	KG	2000	0.0015	3
394	POTASIO CROMATO	U	1	8.22	8.22

173	POTASIO PERDORATO	GR	400	0.02	8
395	POTASIO PERMANGANATO	KG	1	3.04	3.04
525	POTASIO PERMANGANATO	KG	1	4.56	4.56
112	PULPURATO DE CROMO IND.	GR	100	0.0004	0.04
396	PURPURA BROMOCRISOL IND.	GR	30	0.12	3.6
23	RAIZ DE RGALEX	KG	27	3.4	91.8
18	REGULEX	KG	197	3.4	669.8
276	RESINA DE WARTSTILE	KG	252	0.69801587	175.9
190	RESINA MONOCOLORO	GR	50	0.052	2.6
92	ROJO CRISOL IND.	GR	30	0.16	4.8
109	ROJO METIL IND. P.A (FCO 50 GRS)	GR	50	0.0072	0.36
245	SAL ROCHEL	KG	817	1.58	1290.86
95	SILICATO DE SODIO LABORATORIO	GR	2800	0.0053	14.84
69	SODIO BISMUTATO P.A	GR	3500	0.02590571	90.67
497	SODIO CARBONATO ANH PA	KG	0.5	4.4	2.2
63	SODIO CARBONATO CRISTALIZADO P.A	GR	3800	0.0009	3.42
62	SODIO CARBONATO HIDROGENADO(1000 GR	GR	1000	0.0135	13.5
498	SODIO CITRATO DEBERICO LAB.	KG	0.5	16.2	8.1
397	SODIO CLORURO P.A	KG	3	0.39	1.17
142	SODIO FOSFATO MONOH (FCO 500 GRS)	GR	1500	0.0037	5.55
185	SODIO HIDROXIDO P(FCO 1000 GRS)	GR	1000	0.00043	0.43
52	SODIO MOLIBDATO P.A	GR	500	0.01324	6.62
66	SODIO OXOLATO(FCO 250 GRS)	KG	250	0.0054	1.35
127	SODIO PIROSULFATO (FCO 500 GRS)	GR	2500	0.0008	2
181	SODIO SULFATO HIDROGENO	GR	1000	0.0026	2.6
45	SODIO SULFITO ANH	GR	8500	0.0085	72.25
46	SODIO TIOCIANATO (FCO 600 GRS)	GR	2400	0.0093	22.32
411	SOLC. VOL. SODIO HIDROX. 0.1	U	7	1.64	11.48
274	SOLIDO ARSENIATO TRIBASICO(100 GRS)	GR	900	0.0125	11.25
398	SOLUCIO CNC ACIDO CLORH 0.1 N	U	9	1.63	14.67
399	SOLUCIO CNC ACIDO CLORH 0.1 N	U	4	2.23	8.92
400	SOLUCIO CNC ACIDO CLORH 2N	U	10	5.3	53
401	SOLUCIO CNC ACIDO OXALICO 0.1	U	10	4.13	41.3
403	SOLUCIO CNC POTASIO PERMANGANATO	U	9	1.71	15.39
410	SOLUCION CONC SODIO CLORURO 0.1	U	10	1.82	18.2
500	SOLUCION CONC. CLORH. DINPLIH	U	5	1.63	8.15
246	SULFACIANURO DE SODIO (TIOCIANATO)	KG	150	3.329	499.35
73	SULFANIAMIDA PARATOLUENO	GR	300	0.008	2.4
295	SULFATO DE ALUMINIO	KG	5	0.106	0.53
116	SULFATO DE AMONIO GRANULADO	GR	1000	0.00094	0.94
147	SULFATO DE BARIO	GR	1000	0.0037	3.7
151	SULFATO DE SODIO ANHIDRO	GR	3000	0.0005	1.5
117	SULFATO FERRICO (FCO 1LBS)O	GR	460	0.002	0.92
457	TANQUE DE FUMIGACION DE ARRASTRE	U	1	585.09	585.09
456	TANQUE DE FUMIGACION INTEGRAL	U	2	390.4	780.8
170	TARTRATO DE SODIO Y POTASIO(SA.ROCH	GR	2000	0.0174	34.8
156	TIMOL	GR	475	0.00661053	3.14

91	TIMOLFTALEINA	GR	305	0.00770492	2.35
479	TIOCIANATO DE AMAONIO	KG	246	2.61247967	642.67
123	TIOCIANATO DE POTASIO	GR	1000	0.0069	6.9
540	TONER 130	KG	37	0.1	3.7
105	TORTRATO DE SODIO	GR	1750	0.00590286	10.33
74	TROUREA	GR	600	0.00206667	1.24
75	UREA PARA ANALISIS (FCO 600 GRS)	GR	2400	0.008	19.2
194	VERDE METILO IND (F-25 GRS)	GR	25	0.03	0.75
155	VIOLETA METILO IND.	GR	675	0.0002963	0.2
108	YODO METALOIDE	GR	1500	0.00213333	3.2
160	YODO RESUBLIMADO	GR	1000	0.0065	6.5
161	YODURO DE SODIO	GR	500	0.0012	0.6
67	ZINC CARBONATO (FCO 500 GRS)	GR	1000	0.0008	0.8
501	ZINC METAL	KG	1	13.27	13.27
118	ZINC SULFATO P.A	GR	2000	0.003	6
			TOTAL IMPORTE:		13058.47

Anexo 9

Fotos tomadas en la fábrica de Muebles Clínicos Heriberto Mederos.



Foto 1. Residuos de la planta de producción de acetileno.



Foto 2. Vista de los baños del taller de decapado.



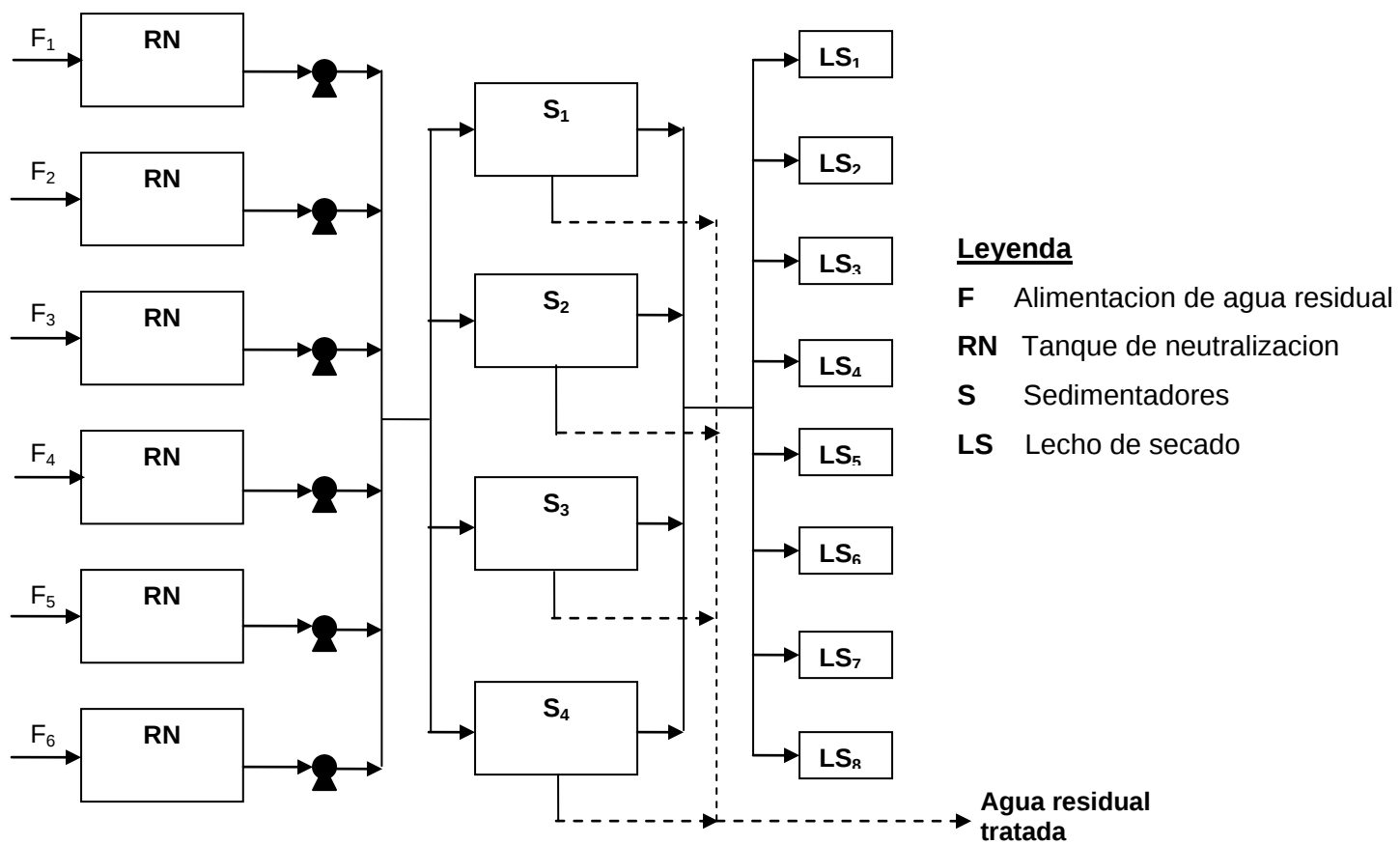
Foto 3. Vista parcial del sistema de tratamiento de residuales líquidos



Foto 4. Vista de los lodos acumulados en el sistema de tratamiento de residuales.

Anexo 10

Diagrama de flujo de la planta de tratamiento de residuales de la fabrica de muebles clinicos Heriberto Mederos.



Anexo # 11**Identificación y valoración cualitativa de las principales emisiones de gases y polvo.**

Actividad	Características	Tratamiento
Taller de decapado	Vapores tóxicos altamente corrosivos, procedentes de los baños calientes.	No poseen sistema de extracción individual. El sistema general de extracción se encuentra en muy mal estado y fuera de servicio.
Taller de niquelado	Vapores tóxicos altamente corrosivos, procedentes de los baños calientes.	Los baños poseen sistemas individuales de extracción, pero no funcionan. El taller está fuera de servicio.
Taller de pulido	Polvo	El sistema de extracción se encuentra totalmente desactivado y en muy mal estado.
Taller de pintura	Vapores de diluentes orgánicos y plomo. Polvo (pintura en polvo). Calor.	Sistema de ventilación forzada, cuya eficiencia no ha sido evaluada. Funcionando.
Planta de acetileno	Olores fuertes penetrantes.	No posee sistema de extracción ni de ventilación.
Talleres de soldadura	Vapores tóxicos.	Sistema de ventilación directa sobre el puesto de trabajo. Funcionando.

Anexo # 12

Tabla 3.5 Aspectos ambientales presentes en la fábrica.

Plantas	Aspectos ambientales
<i>Planta Muebles Clínicos</i>	
Taller de Corte	Generación de desechos sólidos, aceites lubricantes y ruidos.
Taller de Maquinado	Generación de desechos sólidos, aceites lubricantes y ruidos.
Taller de Prensa	Generación de ruidos
Taller de Soldadura	Generación de vapores tóxicos
Taller de Decapado	Generación de aguas contaminadas con productos químicos tóxicos. Generación de vapores de sustancias tóxicas.
Área de Montaje (ensamble)	Generación de desechos sólidos.
Almacén de productos terminados	Generación de desechos sólidos.
Almacén intermedio (de productos semielaborados)	Generación de desechos sólidos.
Pañol	Generación de ruidos.
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Generación de aguas tratadas. Generación de lodos con altos contenidos de sustancias tóxicas (metales pesados).
Taller de Cuadro	Generación de ruidos.
<i>Planta Muebles de Oficina</i>	
Taller de Soldadura	Generación de vapores tóxicos.
Taller de Pintura	Generación de aerosoles y olores fuertes de solventes orgánicos.
Sala de Compresores	Generación de ruidos.
Almacén Intermedio	Generación de desechos sólidos.
Almacén de Productos Terminados	Generación de desechos sólidos.
Área de Ensamble	Generación de desechos sólidos.

Pañol	Generación de ruidos.
<i>Planta de Servicio Industrial</i>	
Taller de Mantenimiento	Generación de desechos sólidos. Generación de ruidos.
Taller de Herramental	Generación de desechos sólidos. Generación de ruidos.
Almacén (cuarto) de lubricantes	Generación de olores penetrantes.
Taller de Pailería y Soldadura	Generación de desechos sólidos. Generación de ruidos. Generación de vapores tóxicos.
Taller de Soldadura	Generación de vapores tóxicos.
<i>Carpintería de Aluminio</i>	
Corte	Generación de desechos sólidos. Generación de ruidos.
Ensamble	Generación de desechos sólidos.
<i>Actividad Socio administrativo</i>	
	Generación de aguas negras y sólidos

Anexo 13

Tabla 3.6 Matriz de prioridad de los aspectos ambientales.

ASPECTO AMBIENTAL	A	B	C	D	E	F	Σ	PRIORIDAD
Consumo de Agua	A (3)	A (3)	M (2)	A (3)	B (2)	M (2)	14	2
Consumo de Energía	A (3)	A (3)	B(1)	M (2)	B (1)	A (3)	13	3
Pintura	B (1)	M (2)	M (2)	A (3)	B (1)	A (3)	12	5
Ensamblaje	M (2)	B (1)	B (1)	A (3)	B (1)	B (1)	09	6
Soldadura	B (1)	B (1)	B (1)	B (1)	B (1)	A (3)	08	7
Maquinado	A (3)	M (2)	B (1)	B (1)	B (1)	B (1)	09	6
Ttto. Aguas Residuales	A (3)	A (3)	A (3)	A (3)	B (1)	A (3)	16	1
Corte	A (3)	M (2)	B (1)	B (1)	B (1)	B (1)	09	6
Compresores	M (2)	B (1)	B (1)	B (1)	B (1)	A (3)	09	6
Herramental	B (1)	B (1)	B (1)	B (1)	B (1)	B (1)	06	8
Planta de Acetileno	A (3)	M (2)	A (3)	A (3)	B (1)	A (1)	13	4
Administrativo	A (3)	B (1)	B (1)	B (1)	B (1)	M (2)	09	6

Leyenda

A: Magnitud de impacto alta.

M: Magnitud de impacto media.

B: Magnitud de impacto Baja.

Criterios Evaluados. Aspectos Ambientales.

A. Presumible magnitud del impacto ambiental.

B. Presumible magnitud de las pérdidas económicas.

C. Ocurrencia de eventos tecnológicos.

D. Atención por parte de los organismos y autoridades ambientales de salud.

E. Presumible magnitud del impacto sobre el mercado.

F. Presumible magnitud del impacto sobre las condiciones de trabajo.

Anexo 14**Plan de Minimización. Matriz para la evaluación de los costes intangibles.**

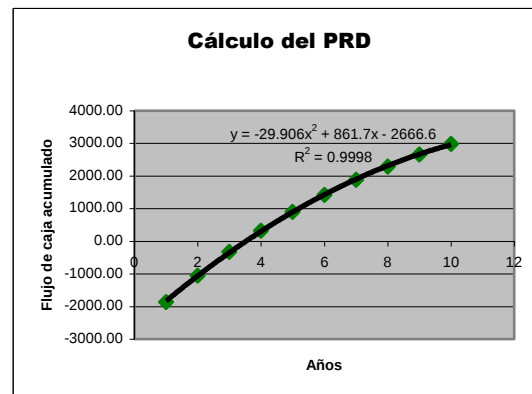
Costes intangibles			
Criterio	Peso (P)	Valoración (V)	PxV
Calidad del producto			
Impacto ambiental			
Imagen de la empresa y de sus productos			
Salud de trabajadores			
Condiciones laborales			
Saneamiento del suelo			
Impacto en propiedades de terceros			
Total			

Anexo 15-A.

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6
COSTOS OPERACIONALES		1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86
BENEFICIOS OPERACIONALES		1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74
DEPRECIACION		249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75
BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS		874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99
IMPUESTOS		105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00
BENEFICIOS DESPUES DE IMPUESTOS		769.99	769.99	769.99	769.99	769.99	769.99	769.99	769.99	769.99	769.99
INVERSION	-2775.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA	-2775.00	1019.74	1019.74	1019.74	1019.74	1019.74	1019.74	1019.74	1019.74	1019.74	1019.74
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO	-2775.00	910.48	812.93	725.83	648.06	578.63	516.63	461.28	411.86	367.73	328.33
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO ACUMULADO	-2775.00	-1864.52	-1051.59	-325.75	322.31	900.94	1417.57	1878.85	2290.71	2658.44	2986.77

VAN
TIR
PRD

\$2,666.75
35%
3,5 años

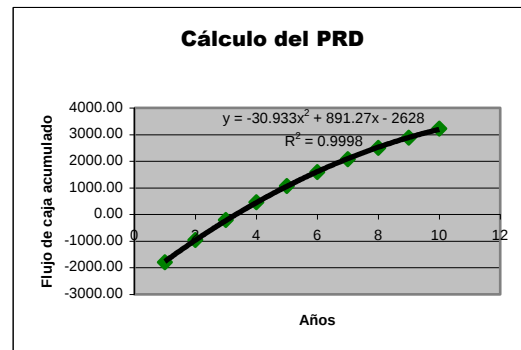


Anexo 15-B.

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		3091.66	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6
COSTOS OPERACIONALES		1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86
BENEFICIOS OPERACIONALES		1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74
DEPRECIACION		249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75
BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS		874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99
IMPUESTOS		70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
BENEFICIOS DESPUES DE IMPUESTOS		804.99	804.99	804.99	804.99	804.99	804.99	804.99	804.99	804.99	804.99
INVERSION	-2775.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA	-2775.00	1054.74	1054.74	1054.74	1054.74	1054.74	1054.74	1054.74	1054.74	1054.74	1054.74
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO	-2775.00	976.61	840.83	750.74	670.31	598.49	534.36	477.11	425.99	380.35	339.60
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO ACUMULADO	-2775.00	-1798.39	-957.56	-206.81	463.50	1061.98	1596.35	2073.46	2499.45	2879.80	3219.40

VAN
TIR
PRD

\$2843.32
36%
3,2 años

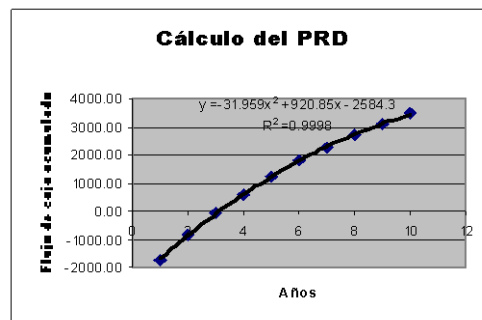


Anexo 15-C.

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6	3091.6
COSTOS OPERACIONALES		1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86	1966.86
BENEFICIOS OPERACIONALES		1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74	1124.74
DEPRECIACION		249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75	249.75
BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS		874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99	874.99
IMPUESTOS		35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
BENEFICIOS DESPUES DE IMPUESTOS		839.99	839.99	839.99	839.99	839.99	839.99	839.99	839.99	839.99	839.99
INVERSION	-2775.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA	-2775.00	1089.74	1089.74	1089.74	1089.74	1089.74	1089.74	1089.74	1089.74	1089.74	1089.74
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO	-2775.00	1047.83	868.73	775.66	692.55	618.35	552.10	492.94	440.13	392.97	350.87
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO ACUMULADO	-2775.00	-1727.17	-858.44	-82.78	609.77	1228.12	1780.21	2273.15	2713.28	3106.25	3457.12

VAN
TIR
PRD

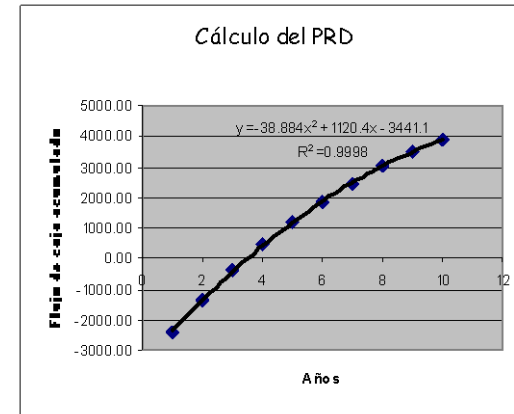
\$3019.89
38%
3,0 años



Anexo 15-D.

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		3556.48	3556.48	3556.48	3556.48	3556.48	3556.48	3556.48	3556.48	3556.48	3556.48
COSTOS OPERACIONALES		2093.8	2093.8	2093.8	2093.8	2093.8	2093.8	2093.8	2093.8	2093.8	2093.8
BENEFICIOS OPERACIONALES		1462.68	1462.68	1462.68	1462.68	1462.68	1462.68	1462.68	1462.68	1462.68	1462.68
DEPRECIACION		322.38	322.38	322.38	322.38	322.38	322.38	322.38	322.38	322.38	322.38
BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS		1140.3	1140.3	1140.3	1140.3	1140.3	1140.3	1140.3	1140.3	1140.3	1140.3
IMPUESTOS		136.84	136.84	136.84	136.84	136.84	136.84	136.84	136.84	136.84	136.84
BENEFICIOS DESPUES DE IMPUESTOS		1003.46	1003.46	1003.46	1003.46	1003.46	1003.46	1003.46	1003.46	1003.46	1003.46
INVERSION	-3582.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA	-3582.08	1325.84	1325.84	1325.84	1325.84	1325.84	1325.84	1325.84	1325.84	1325.84	1325.84
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO	-3582.08	1183.79	1056.95	943.71	842.60	752.32	671.71	599.74	535.49	478.11	426.89
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO ACUMULADO	-3582.08	-2398.29	-1341.34	-397.63	444.97	1197.29	1869.00	2468.75	3004.24	3482.35	3909.23

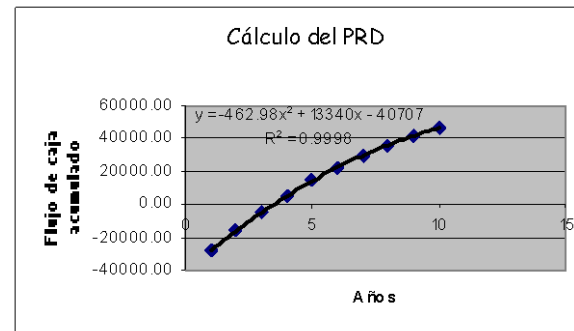
VAN **\$3490.39**
TIR **35%**
PRD **3,5 años**



Anexo 15-E.

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83
COSTOS OPERACIONALES		42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75
BENEFICIOS OPERACIONALES		17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08
DEPRECIACION		3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66
BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS		13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42
IMPUESTOS		1632.53	1632.53	1632.53	1632.53	1632.53	1632.53	1632.53	1632.53	1632.53	1632.53
BENEFICIOS DESPUES DE IMPUESTOS		11971.89	11971.89	11971.89	11971.89	11971.89	11971.89	11971.89	11971.89	11971.89	11971.89
INVERSION	-42385.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA	-42385.11	15786.55	15786.55	15786.55	15786.55	15786.55	15786.55	15786.55	15786.55	15786.55	15786.55
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO	-42385.11	14095.13	12584.94	11236.55	10032.64	8957.71	7997.96	7141.03	6375.92	5692.79	5082.85
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO ACUMULADO	-42385.11	-28289.98	-15705.04	-4468.48	5564.16	14521.87	22519.83	29660.86	36036.78	41729.57	46812.42

VAN \$41796.8
TIR 35%
PRD 3,5 años

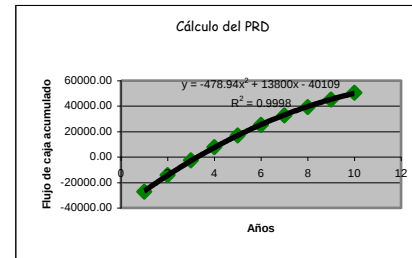


Anexo 15-F.

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83
COSTOS OPERACIONALES		42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75
BENEFICIOS OPERACIONALES		17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08
DEPRECIACION		3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66
BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS		13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42
IMPUESTOS		1088.35	1088.35	1088.35	1088.35	1088.35	1088.35	1088.35	1088.35	1088.35	1088.35
BENEFICIOS DESPUES DE IMPUESTOS		12516.07	12516.07	12516.07	12516.07	12516.07	12516.07	12516.07	12516.07	12516.07	12516.07
INVERSION	-42385.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA	-42385.11	16330.73	16330.73	16330.73	16330.73	16330.73	16330.73	16330.73	16330.73	16330.73	16330.73
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO	-42385.11	15121.04	13018.76	11623.89	10378.47	9266.49	8273.65	7387.19	6595.71	5889.02	5258.06
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO ACUMULADO	-42385.11	-27264.07	-14245.31	-2621.42	7757.05	17023.54	25297.20	32684.39	39280.09	45169.12	50427.17

VAN
TIR
PRD

\$44542.09
37%
3,2 años



Anexo 15-G.

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS		60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83	60397.83
COSTOS OPERACIONALES		42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75	42978.75
BENEFICIOS OPERACIONALES		17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08	17419.08
DEPRECIACION		3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66	3814.66
BENEFICIOS ANTES DE IMPUESTOS		13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42	13604.42
IMPUESTOS		544.18	544.18	544.18	544.18	544.18	544.18	544.18	544.18	544.18	544.18
BENEFICIOS DESPUES DE IMPUESTOS		13060.24	13060.24	13060.24	13060.24	13060.24	13060.24	13060.24	13060.24	13060.24	13060.24
INVERSION	-42385.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE CAJA	-42385.11	16874.90	16874.90	16874.90	16874.90	16874.90	16874.90	16874.90	16874.90	16874.90	16874.90
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO	-42385.11	16225.87	13452.57	12011.22	10724.31	9575.27	8549.35	7633.35	6815.49	6085.26	5433.27
FLUJO DE CAJA AL DESCONTADO ACUMULADO	-42385.11	-26159.24	-12706.67	-695.45	10028.86	19604.13	28153.48	35786.83	42602.32	48687.58	54120.85

VAN
TIR
PRD

\$47287.37
38%
3,0 años

