

**IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA  
DE EMPAQUES CORRUGADOS CORRUMED S.A.**

**SEBASTIÁN GUTIÉRREZ FLÓREZ**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
CALDAS - ANTIOQUIA  
2010**

**IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA  
DE EMPAQUES CORRUGADOS CORRUMED S.A.**

**SEBASTIÁN GUTIERREZ FLOREZ**

**Informe de Práctica para optar el título de Ingeniero Ambiental**

**Asesora  
Laura Catalina Gil Salazar  
Ingeniera Ambiental**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
CALDAS - ANTIOQUIA  
2010**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Caldas, 9 de diciembre de 2010**

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>OBJETIVOS</b> .....	15
General .....	15
Específicos .....	15
<b>1. GENERALIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CARTÓN</b> .....	16
1.1. ¿QUÉ ES EL CARTÓN? .....	16
1.2. TIPOS DE CARTÓN .....	16
1.2.1. Cartón corrugado .....	16
1.2.2. Cartón plegadizo .....	18
1.3. PROPIEDADES DEL CARTÓN CORRUGADO .....	19
1.3.1. Resistencia a la compresión vertical (RCV) .....	19
1.3.2. Resistencia al aplastamiento horizontal .....	19
1.3.3. Resistencia al rasgado .....	19
1.4. CICLO DEL CARTÓN .....	20
1.5. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CARTÓN CORRUGADO .....	21
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	22

<b>3. RESULTADOS</b> .....	23
3.1. DIAGNÓSTICO Y REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL .....	23
3.1.1. Información general de la empresa.....	23
3.1.2. Materias primas e insumos del proceso de producción .....	24
3.1.3. Consumo de energía eléctrica .....	26
3.1.4. Prácticas y procedimientos de gestión ambiental existentes .....	27
3.1.4.1. Ahorro de Agua Potable .....	27
3.1.4.1.1. Registros históricos de consumo de agua.....	29
3.1.4.1.2. Ahorro presupuestado.....	31
3.1.4.2. Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales.....	31
3.1.4.2.1. Descripción del proceso .....	32
3.1.4.2.2. Preparación del test de jarras .....	33
3.1.4.2.3. Realización del test de jarras .....	34
3.1.4.2.4. Cantidades necesarias para el tratamiento .....	36
3.1.4.3. Reciclaje de desperdicio de cartón .....	41
3.1.4.4. Muestreo Isocinético en la chimenea de la caldera .....	43
3.1.5. Descripción de unidades funcionales .....	45
3.1.6. Problemáticas ambientales existentes en CORRUMED S.A. ....	47
3.1.7. Legislación aplicable .....	48
3.1.7.1. Recurso Agua .....	48
3.1.7.2. Recurso Aire .....	49
3.1.7.3. Residuos sólidos .....	52
3.2. POLÍTICA AMBIENTAL .....	52
3.3. PLANIFICACIÓN .....	53

3.4. IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS .....	55
3.4.1. Programa de Mejora de las Emisiones Atmosféricas .....	55
3.4.1.1. Introducción y presentación del plan.....	55
3.4.1.1.1. Objetivo General .....	55
3.4.1.1.2. Objetivos Específicos .....	56
3.4.1.2. Diagnóstico Inicial .....	56
3.4.1.2.1. Equipo de combustión y combustible .....	57
3.4.1.2.2. Cumplimiento actual de los estándares de emisión .....	60
3.4.1.3. Implementación de acciones de mejora.....	61
3.4.1.3.1. Alternativas de Mejora de las Emisiones .....	62
3.4.1.3.2. Análisis costo – beneficio de las alternativas .....	63
3.4.1.3.2.1. Costos de adquisición .....	63
3.4.1.3.2.2. Costos de operación con Carbón.....	64
3.4.1.3.2.3. Costos de operación con Gas Natural .....	65
3.4.1.3.2.4. Costos de operación con Gas Propano .....	67
3.4.2. Plan de Manejo Integral de Residuos sólidos .....	71
3.4.2.1. Introducción y presentación del plan.....	71
3.4.2.1.1. Objetivo General .....	71
3.4.2.1.2. Objetivos específicos .....	72
3.4.2.2. Diagnóstico inicial .....	73
3.4.2.2.1. Información general de la empresa .....	73
3.4.2.2.2. Antecedentes de gestión de residuos sólidos .....	73
3.4.2.2.2.1. Ubicación de canecas según código de colores .....	73
3.4.2.2.2.2. Contrato de recolección de RESPEL .....	74
3.4.2.2.3. Identificación de puntos de generación .....	76
3.4.2.2.4. Unidades funcionales y residuos que generan .....	77
3.4.2.2.5. Registro de aforos .....	80

3.4.2.2.6. Caracterización de los residuos sólidos.....	81
3.4.2.2.6.1. Metodología propuesta.....	81
3.4.2.2.6.2. Resultados obtenidos en la caracterización .....	83
3.4.2.2.6.3. Caracterización de residuos peligrosos .....	85
3.4.2.2.6.4. Residuos metálicos .....	88
3.4.2.2.6.5. Cenizas del carbón .....	88
3.4.2.3. Implementación de subprogramas .....	91
3.4.2.3.1. Separación y reducción en la fuente.....	91
3.4.2.3.2. Campaña de capacitación y concientización.....	95
3.4.2.3.3. Transporte interno.....	97
3.4.2.3.4. Almacenamiento.....	98
3.4.2.3.5. Recolección y transporte.....	99
3.4.2.3.6. Disposición final .....	100
3.4.2.4. Análisis de resultados .....	101
3.4.2.4.1. Beneficios ambientales .....	101
3.4.2.4.2. Beneficios económicos .....	102
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>105</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>107</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materias primas del proceso productivo de CORRUMED S.A. ....	25
Tabla 2. Insumos utilizados en el proceso productivo .....	25
Tabla 3. Registro histórico de consumo de energía eléctrica. ....	26
Tabla 4. Descripción Tanques de Almacenamiento de Aguas Lluvias .....	28
Tabla 5. Identificación de procesos de consumo de agua .....	29
Tabla 6. Promedio de Consumo de Agua Potable .....	29
Tabla 7. Promedio de consumo de Aguas Lluvias .....	30
Tabla 8. Promedio de consumo de de agua en CORRUMED S.A.....	30
Tabla 9. Promedio de costo mensual ahorrado .....	31
Tabla 10. Dosificación optima test de jarras .....	35
Tabla 11. Registro de desperdicio de cartón recuperado y vendido .....	42
Tabla 12. Descripción unidades funcionales CORRUMED S.A.....	45
Tabla 13. Descripción unidades de apoyo CORRUMED S.A. ....	46
Tabla 14. Características y especificaciones del equipo de combustión .....	57
Tabla 15. Condiciones ambientales del lugar de emisión .....	57
Tabla 16. Propiedades del combustible .....	58
Tabla 17. Cumplimiento inicial de los estándares de emisión .....	60
Tabla 18. Costo de adquisición de equipos para la mejora ambiental.....	63
Tabla 19. Costo del Combustible (Carbón) .....	64
Tabla 20. Costo de la disposición de los Residuos (Carbón) .....	64
Tabla 21. Costo de la energía Eléctrica (Carbón) .....	64
Tabla 22. Costo de la Mano de obra (Carbón) .....	65
Tabla 23. Costo Total Operación Carbón .....	65
Tabla 24. Costo del Combustible (Gas Natural) .....	65

Tabla 25. Costo de la disposición de los Residuos (Gas Natural) .....	66
Tabla 26. Costo de la energía Eléctrica (Gas Natural) .....	66
Tabla 27. Costo de la Mano de obra (Gas Natural) .....	66
Tabla 28. Costo Total Operación Gas Natural .....	67
Tabla 29. Costo del Combustible (Gas Propano) .....	67
Tabla 30. Costo de la disposición de los Residuos (Gas propano) .....	67
Tabla 31. Costo de la energía Eléctrica (Gas propano) .....	68
Tabla 32. Costo de la Mano de obra (Gas propano) .....	68
Tabla 33. Costo Total Operación Gas propano .....	68
Tabla 34. Costos Generales de operación.....	69
Tabla 35. Cuadro de desempeño de las alternativa de mejora .....	70
Tabla 36. Inventario de canecas CORRUMED S.A. ....	74
Tabla 37. Registros de Entrega de Residuos Peligrosos. ....	75
Tabla 38. Promedio de Generación por tipo de Residuo Peligroso. ....	75
Tabla 39. Ubicación de envases para los residuos cortopunzantes. ....	76
Tabla 40. Zonificación de centros de generación de Residuos sólidos .....	76
Tabla 41. Unidades funcionales y residuos que generan .....	77
Tabla 42. Unidades de apoyo de y residuos que generan.....	79
Tabla 43. Registro de aforos.....	80
Tabla 44. Registro Semanal Caracterización 1.....	83
Tabla 45. Registro Semanal Caracterización 2.....	84
Tabla 46. Registro Semanal Caracterización 3.....	84
Tabla 47. Registro Semanal Caracterización 4.....	85
Tabla 48. Promedio de Generación de Residuos cortopunzantes .....	85
Tabla 49. Generación Promedio de RESPEL en CORRUMED S.A. ....	87

Tabla 50. Registros de entrega de Cuñetes Plásticos de 5 gal. ....	88
Tabla 51. Registros de entrega de Residuos Metálicos. ....	88
Tabla 52. Estimación Promedio de Generación de Residuos Sólidos ....	89
Tabla 53. Programación de la capacitación. ....	96
Tabla 54. Cuantificación Mensual de los Materiales Aprovechables ....	101
Tabla 55. Cuantificación mensual de los Beneficios Económicos ....	102
Tabla 56. Cuantificación mensual de los Costos ....	103
Tabla 57. Diferencia de Entradas – Salidas.....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de CORRUMED S.A. ....	24
Figura 2. Dosificación del coagulante. ....	33
Figura 3. Dosificación del floculante. ....	34
Figura 4. Comparación entre muestras. ....	36
Figura 5. Esquema de Tratamiento de las Aguas Residuales ....	39
Figura 6. Esquema cíclico del reciclaje del cartón en CORRUMED S.A. ....	43
Figura 7. Porcentaje de contribución de Residuos Cortopunzantes ....	86
Figura 8. Distribución en porcentaje de RESPEL. ....	87
Figura 9. Porcentaje en peso de Residuos Sólidos ....	90
Figura 10. Porcentaje en volumen de Residuos Sólidos. ....	90
Figura 11. Campaña de separación en la fuente CORRUMED S.A. ....	91
Figura 12. Residuos Ordinarios .....	92
Figura 13. Papel y Cartón .....	92

Figura 14. Residuos Plásticos.....	93
Figura 15. Residuos Biodegradables .....	93
Figura 16. Residuos Peligrosos .....	94
Figura 17. Residuos Metálicos .....	94

### ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 y 2. Tanque # 4 .....	28
Imagen 3,4 y 5. Tanque de Coagulación - Flocculación .....	40
Imagen 6. Caldera 150 BHP Pirocubular 1 .....	58
Imagen 7. Caldera 150 BHP Pirocubular 2.....	59
Imagen 8. Caldera 150 BHP Pirocubular 3.....	59
Imagen 9. Chimenea y plataforma de medición.....	60
Imagen 10. Señalización separación en la fuente canecas .....	107
Imagen 11. Pesaje de los Residuos sólidos .....	108
Imagen 12. Separación manual de residuos sólidos caracterización.....	108
Imagen 13. Pesaje residuos cortopunzantes .....	109
Imagen 14. Señalización de RESPEL y residuos metálicos. ....	109
Imagen 15. Rotulación de RESPEL.....	110
Imagen 16. Volantes de sensibilización sobre separación en la fuente. ....	110
Imagen 17. Transporte interno de desperdicio de cartón del proceso. ....	111
Imagen 18. Embalaje de desperdicio de papel y cartón. ....	111
Imagen 19. Almacenamiento temporal de pacas embaladas .....	112

## RESUMEN

**Introducción.** La industria cartonera comprende aquel sector empresarial que dedica todos sus esfuerzos productivos en la elaboración de empaques de cartón a partir de su principal materia prima: el papel. Como producto de su proceso de transformación, se generan impactos ambientales, y por tanto, es necesaria la Implementación de un Plan de Gestión Ambiental, que posibilite la disminución de la presión sobre los recursos naturales y reduzca significativamente las cargas contaminantes sobre el medio ambiente y la afectación a la comunidad.

**Objetivo.** Implementar el Plan de Gestión Ambiental en una empresa de Fabricación de Empaques de Cartón.

**Materiales y métodos.** Se realizó un diagnóstico de la situación actual en materia ambiental de la empresa de fabricación de empaques de cartón CORRUMED S.A., y con base en los resultados, se plantearon dos programas para la mejora del desempeño ambiental: Un programa de seguimiento y mejora de las emisiones atmosféricas y un plan de manejo integral de residuos sólidos.

**Resultados.** A partir de un análisis costo – beneficio, se determinó que la mejor alternativa para la mejora de las emisiones atmosféricas, era la adquisición de una caldera nueva a carbón, que tuviera incorporado un equipo de control de emisiones y sistemas complementarios que incrementen la eficiencia en el proceso de combustión para la generación de vapor. Por otro lado, se implementó el plan de manejo integral de residuos sólidos, que además de incentivar la reducción de los impactos ambientales derivados de la mala disposición de los mismos, se obtuvieron beneficios económicos para la empresa, como producto de la venta de los materiales aprovechables (excedentes industriales).

**Palabras clave.** Industria cartonera, empaques de cartón, impactos ambientales, Plan de Gestión Ambiental, programa de seguimiento y mejora de las emisiones atmosféricas, plan de manejo integral de residuos sólidos.

## ABSTRACT

**Introduction.** Carton industry, is part of that business is devoting all his efforts in developing production of cardboard packaging from its main raw material: paper. As a result of its transformation process, environmental impacts are generated, and therefore require the implementation of an Environmental Management Plan, which enables the reduction of pressure on natural resources and significantly reduce the pollution load on the environment and community involvement.

**Objective.** Implement the Environmental Management Plan in a manufacturing company of cardboard packaging.

**Materials and methods.** A diagnosis was performed, of current environmental situation of the company manufacturing cardboard packaging CORRUMED S.A., and based on the results, there were two programs to improve environmental performance: a program for monitoring and improving atmospheric emissions and a plan for integrated solid waste management.

**Results.** From a cost - benefit analysis, we determined that the best alternative for improving air emissions was the acquisition of a new coal-fired boiler, which had built an equipment of emission control and complementary systems that increase efficiency the combustion process for steam generation. In addition, the plan was implemented integrated solid waste management, in addition to encouraging the reduction of environmental impacts resulting from the unwillingness of the same, economic benefits were obtained for the company, as proceeds from the sale of recyclable materials (industrial surplus).

**Keywords.** Carton Industry, cardboard packaging, environmental impacts, Environmental Management Plan, a program of monitoring and improving air emissions, integrated waste management plan.

## INTRODUCCIÓN

La industria cartonera comprende aquel sector empresarial que dedica todos sus esfuerzos productivos en la elaboración de empaques de cartón a partir de su principal materia prima: el papel.

Este sector industrial, se caracteriza por el consumo excesivo de agua, energía y materias primas, y por los impactos ambientales que se generan en su proceso de transformación.

El crecimiento generalizado de la problemática ambiental, dentro del sistema económico actual, cada día toma mayor fuerza, sobre todo dentro de los esquemas actuales de producción más limpia, y de las iniciativas encaminadas hacia la sostenibilidad del medio ambiente y de las economías.

Las organizaciones y empresas, deben estar entonces, orientadas a la implementación de sistemas y planes integrados de gestión ambiental, los cuales identifiquen, evalúen y mitiguen los impactos ambientales generados en sus procesos productivos y se ajusten a las regulaciones establecidas en una legislación que se vuelve cada vez más estricta.

El objetivo de este plan entonces, es cimentar las bases de un sistema de gestión ambiental, a partir de los compromisos, objetivos y acciones que CORRUMED S.A. adopte e implemente, y que permitan así, reducir los impactos y minimizar los riesgos sobre el medio ambiente y sobre la zona de influencia directa de la empresa.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Realizar el Plan de Gestión Ambiental de la Empresa de Empaques de Cartón Corrugado CORRUMED S.A.

### **ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico ambiental inicial del estado de la empresa en materia ambiental (planes, prácticas o medidas de manejo, sistemas de gestión existentes, problemas ambientales significativos, legislación ambiental aplicable).
- Establecer una política ambiental, en la cual la empresa fije sus metas y objetivos, en cuanto al nivel de responsabilidad y desempeño ambiental que desea alcanzar.
- Esquematizar el diagrama de flujo del proceso productivo, para identificar puntos de interés ambiental.
- Identificar los procesos impactantes, así como los aspectos e impactos ambientales derivados de estos.
- Identificar los requisitos legales ambientales aplicables al proceso productivo.
- Establecer objetivos y metas ambientales.
- Definir indicadores de desempeño ambiental.
- Formular e implementar programas de gestión ambiental.
- Determinar la eficacia de los programas implementados, a través de la medición, el seguimiento y la evaluación de acciones.
- Evaluar el cumplimiento legal en materia ambiental.

## 1. GENERALIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CARTÓN

### 1.1. ¿QUÉ ES EL CARTÓN?

El cartón es un material formado por tres capas de papel superpuestas: un nervio central de papel ondulado (corrugado medio) reforzado externamente por dos capas de papel (liners, interior y exterior) pegadas con adhesivo en las crestas de la onda, que le dan su rigidez característica.

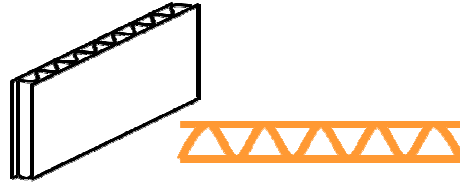
El tipo de papel que se usa para la fabricación del cartón, es el papel craft de pasta cruda o de pasta blanqueada, hecho a base de fibra virgen o de papel reciclado. Este material es usado principalmente para fabricar embalajes, envases y empaques (cajas) para diversos productos.



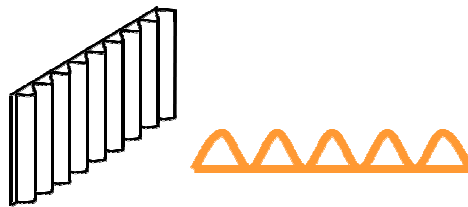
### 1.2. TIPOS DE CARTÓN

**1.2.1. Cartón corrugado.** Es una estructura rígida formada por un elemento ondulado (onda) pegado en ambos lados a elementos planos (liners). Existen principalmente 3 tipos de cartón corrugado:

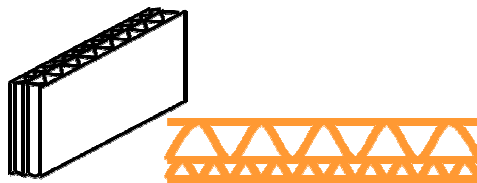
- *Single wall.* Corrugado sencillo



- *Single face.* Formado por un elemento ondulado (onda) pegado a un elemento plano (liner).



- *Double wall.* Formada por tres elementos planos (liners) pegados a dos elementos ondulados (ondas) intercalados.



Para el cartón corrugado existen 4 tipos de onda:

TIPO DE ONDA	ESPESOR DEL CARTÓN CORRUGADO SIMPLE	NO. DE ONDAS EN 10 CM
A	4,5/5.0 mm	De 11 a 13
C	3.3/4.0 mm	De 13 a 15
B	2.2/3.0 mm	De 16 a 18
E (MICRO)	1.2/1.5 mm	De 31 a 38

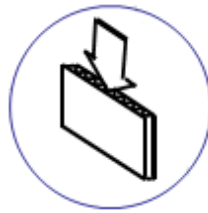
Tipos de clave para el cartón corrugado:

TIPO DE ONDA	CLAVES
C	450k 540k y blanco 620 k y blanco 720k 790k y blanco 930k

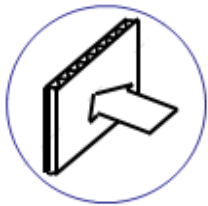
**1.2.2. Cartón plegadizo.** Es una estructura sencilla que consta solo de una capa de papel. Es utilizado como empaque primario de diversos productos generalmente de pequeños y no muy pesados como calzado, cereal, perfumería, etc.

### 1.3. PROPIEDADES DEL CARTÓN CORRUGADO

**1.3.1. Resistencia a la compresión vertical (RCV):** Es la medida de la resistencia del cartón corrugado a una fuerza de compresión aplicada en dirección perpendicular a la corrugación. Esta propiedad es la que le permite a la caja soportar los arrumes.



**1.3.2. Resistencia al aplastamiento horizontal:** Medida de la resistencia del cartón corrugado a una fuerza de aplastamiento aplicada perpendicularmente a la superficie del cartón. Esta propiedad es la que le permite al cartón conservar el calibre.



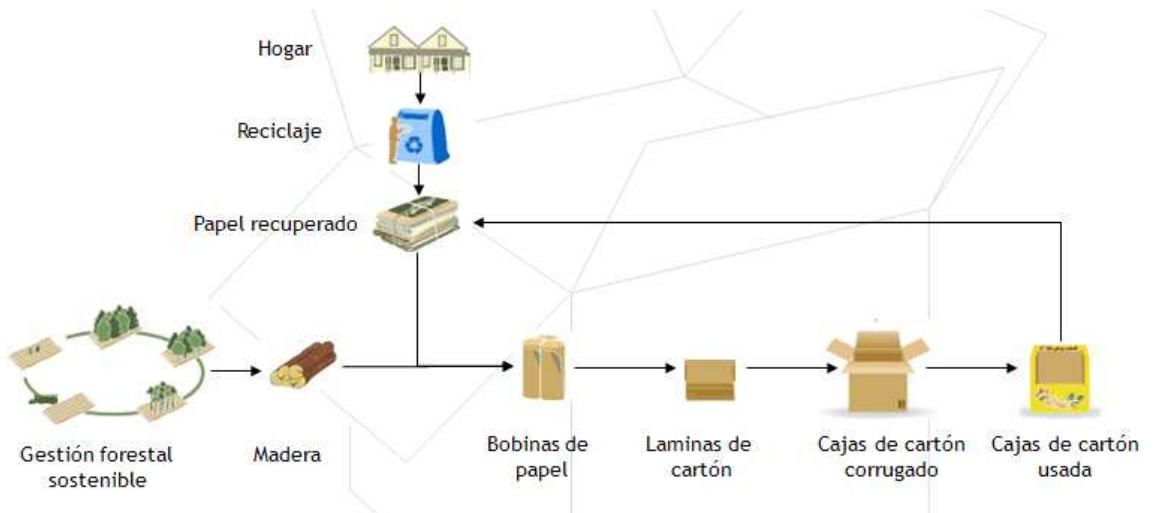
**1.3.3. Resistencia al rasgado.** Resistencia del cartón corrugado a una fuerza de torsión aplicada en las esquinas de la caja. Esta propiedad es la que le permite a la caja mantener la integridad en las esquinas.





#### 1.4. CICLO DEL CARTÓN

Fuente: CORRUMED S.A.



## **1.5. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CARTÓN CORRUGADO.**

*Diseño y venta.* Esta es la fase en la cual se aprueba el pedido y se realizan diseños gráficos y estructurales de las cajas requeridas por el cliente.

*Planeación.* Es la fase en la cual se programa el pedido y se determina el tipo de papel, el ancho y el gramaje del mismo, la clave y se incorporan todos estos elementos en una lista de corte.

*Corrugación.* Es el proceso de ondulación de la capa media de papel que compone el cartón y también ocurre el adherido de las capas externas.

*Scoreado y corte.* Es la fase de acanalado y corte de las láminas de cartón.

*Impresión y troquelado.* Se pasan las láminas a las máquinas flexográficas, las cuales las imprimen, las troquelan y las ranuran de acuerdo a las especificaciones del cliente.

*Amarre.* Las cajas son amarradas por arrúmenes mediante zuncho o pita.

## 2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la realización del Plan de Gestión Ambiental en CORRUMED S.A., estuvo basada en el esquema planteado en la Norma Internacional ISO 14000, la cual propone las siguientes fases:

- *Diagnóstico y revisión ambiental inicial.* Fase en la cual se realiza una evaluación de la situación actual de la empresa en materia ambiental.
- *Política ambiental.* Fase en la cual se establecen los principios de actuación de la empresa y se establece la meta en cuanto al nivel de responsabilidad ambiental y el desempeño que se quiere alcanzar.
- *Planificación.* Fase en la cual la empresa enfoca sus recursos en aquellas áreas que son de máxima importancia para el logro de sus metas ambientales. Se identifican los aspectos ambientales y los impactos ambientales asociados, se identifican los requisitos legales, se establecen objetivos y metas ambientales, y se formulan programas para lograrlos.
- *Implementación.* Fase en la cual se ponen en marcha los programas propuestos para la mejora del desempeño ambiental de la empresa.
- *Verificación.* Fase en la cual se involucra la medición, seguimiento y evaluación del desempeño ambiental de la empresa, así como la evaluación del cumplimiento legal.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. DIAGNÓSTICO Y REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL**

##### **3.1.1. Información general de la empresa.**

CORRUMED S.A., nació el 18 de marzo de 1992, gracias a la visión emprendedora de 3 inversionistas que decidieron asociarse al descubrir la falta de oferta en láminas, divisiones interiores y particiones de cartón corrugado en diferentes sectores del mercado de la ciudad de Medellín.

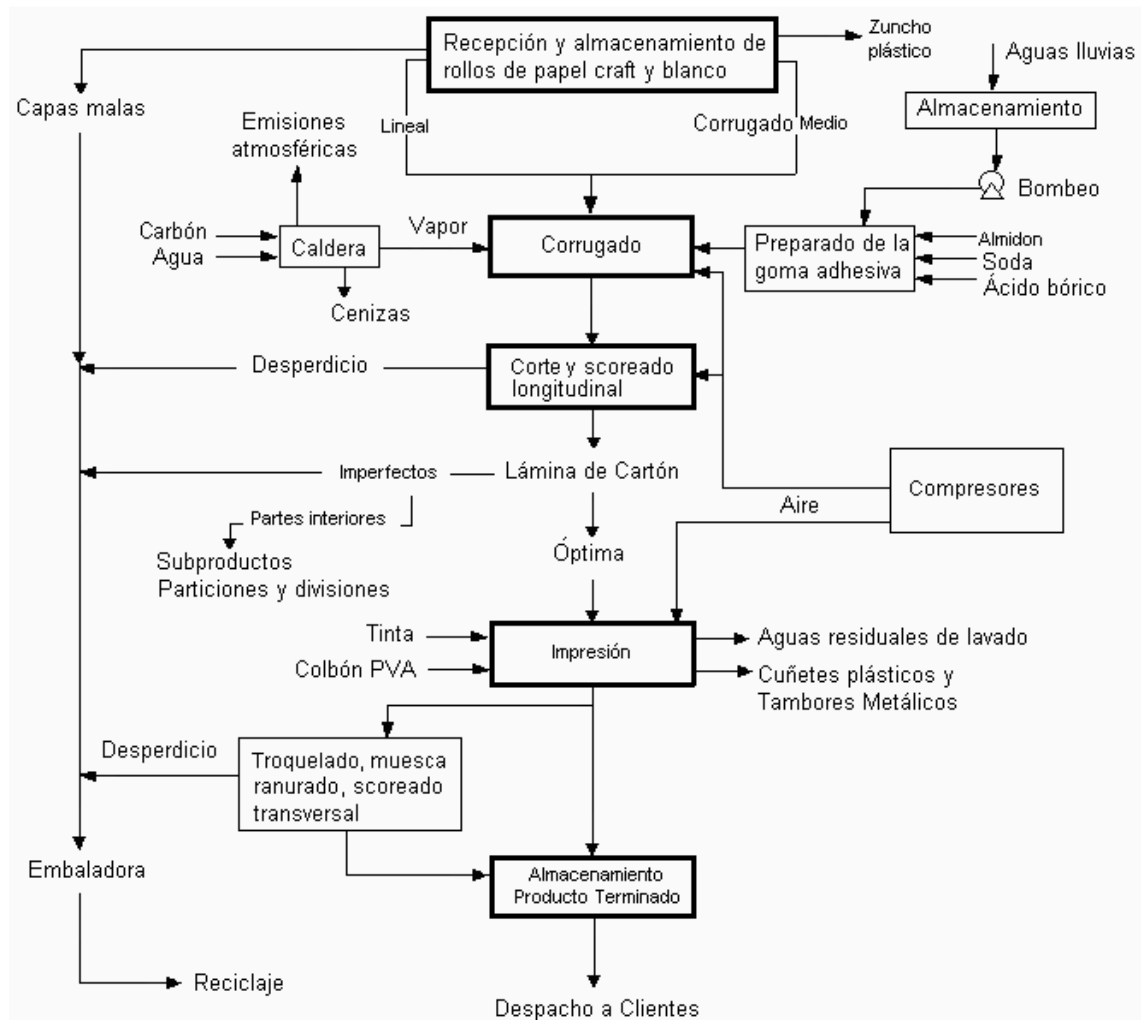
En la actualidad, CORRUMED S.A., es una empresa dedicada al diseño, fabricación y venta de empaques de cartón corrugado.

Cuenta con una capacidad instalada de 1350 Ton/mes, 110 empleados directos, y 60 indirectos, y atiende los mercados de Medellín, Cali, Bogotá, Pereira, Manizales, Cúcuta, Bucaramanga y Venezuela.

El crecimiento del último año fue del 35 % y actualmente cuenta con certificación de calidad ISO 9001.

La planta está ubicada en el municipio de La Estrella, Antioquia, sector La Tablaza. Su principal materia prima es el papel kraft linner de pasta cruda y de pasta blanqueada, y el papel corrugado medio.

Figura 1. Diagrama de Flujo de CORRUMED S.A.



### 3.1.2. Materias primas e insumos involucrados en el proceso de producción

Las materias primas son aquellos materiales que participan en el proceso de producción y que hacen parte del producto final. Los insumos, por el contrario, son aquellos materiales que inciden en el proceso de producción, pero que no hacen parte del producto final.

A continuación se hace un listado de las materias primas e insumos utilizados en el proceso de producción de cartón corrugado en CORRUMED S.A. Vale la pena aclarar, que las cantidades reportadas de consumo son valores promedio, y que pueden variar eventualmente según sea la carga de producción.

*Tabla 1. Materias primas utilizadas en el proceso de fabricación del cartón corrugado en CORRUMED S.A.*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD PROMEDIO CONSUMO (KG/MES)</b>	<b>PROCESO EN EL QUE SE EMPLEA</b>
Papel linner, corrugado medio, blanco linner	1'089.901	Adherido de las 3 capas que conforman el cartón
Tintas	6.422	Impresión de las láminas de cartón.
Almidón	25.700	Preparación de la goma adhesiva para el pegado de las capas de papel que conforman el cartón.
Soda	580	
Ácido Bórico	290	
Bórax	20	
Colbón PVA	800	Adherido de las cajas regulares.

*Tabla 2. Insumos utilizados en el proceso de fabricación del cartón corrugado en CORRUMED S.A.*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD PROMEDIO CONSUMO</b>	<b>PROCESO EN EL QUE SE EMPLEA</b>
Carbón	90.000 kg/mes	Combustión en caldera para la producción de vapor.
Cinta de empalme	15 rollos/mes	Empalme de rollos de papel en el proceso de corrugado. Adecuación y fijación de los cireles y fotopolímeros de impresión.
Cinta doble fax	6 rollos/mes	
Cinta de enmascarar	780 rollos/mes	

Mounting	2 rollos/mes	
Zuncho	30 rollos/mes	Amarre de refiles de láminas y cajas terminadas.
Hilo Polipropileno	32 rollos/mes	
Film stretch	36 rollos/mes	Laminado de los refiles de láminas de cartón y cajas regulares terminadas.
Alambre	600 kg/mes	Amarre de pacas de desperdicio.

### 3.1.3. Consumo energía eléctrica

A continuación se muestra el registro histórico de consumo de energía eléctrica en CORRUMED S.A.

*Tabla 3. Registro histórico de consumo de energía eléctrica.*

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CONSUMO (kwh)</b>
<b>2008</b>	Julio	59.880
	Agosto	62.280
	Septiembre	69.720
	Octubre	69.840
	Noviembre	72.720
	Diciembre	69.240
<b>2009</b>	Enero	67.680
	Febrero	59.760
	Marzo	60.960
	Abril	74.520
	Mayo	68.040
	Junio	70.200
	Julio	57.600
	Agosto	58.680
	Septiembre	84.120
	Octubre	80.280
	Noviembre	81.600
	Diciembre	81.600

<b>2010</b>	Enero	79.320
	Febrero	78.240
	Marzo	68.760
	Abril	94.920
	Mayo	105.720
	Junio	88.080
	Julio	94.680
	Agosto	87.720
	Septiembre	89.980
	Octubre	102.480
	<b>PROMEDIO</b>	<b>76.379</b>

El promedio de consumo de energía eléctrica en CORRUMED S.A es 76.379 kwh/mes.

#### **3.1.4. Prácticas y procedimientos de gestión ambiental existentes.**

De acuerdo a la revisión inicial realizada, se pudo determinar que la empresa CORRUMED S.A. no realiza una correcta gestión ambiental, dado que en el momento de realizar el diagnóstico no se evidenció ningún plan, programa o medida de manejo ambiental; sin embargo, vale la pena mencionar algunos procesos y sistemas existentes, que contribuyen a disminuir la presión sobre los recursos naturales y minimizar los impactos ambientales.

**3.1.4.1. Ahorro de Agua Potable:** Existe actualmente un sistema de captación y almacenamiento de las aguas lluvias. El sistema consta de 7 tanques, conectados mediante tuberías y bajantes, a las canoas de los techos de las 3 bodegas.

La capacidad máxima total de los tanques es de 260 m<sup>3</sup> de agua, que estaría disponible para los procesos que se realizan en la planta (hidrolavado de las maquinas, la preparación de la goma, sistemas de enfriamiento, alimentación de la caldera, etc.) si las condiciones climáticas lo permiten.

*Tabla 4. Descripción de los Tanques de Almacenamiento de Aguas Lluvias*

TANQUE	FORMA	DIMENSIONES (m)		VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
Tanque # 1	Cilíndrico	Diam. x Alto	3.35 x 3.0	25
Tanque # 2	Cúbico	Lado x Lado x Alto	4.1 x 5.9 x 3.5	85
Tanque # 3	Cúbico	Lado x Lado x Alto	3.0 x 4.0 x 1.0	12
Tanque # 4	Cilíndrico	Diam. x Alto	2.80 x 5.5	35
Tanque # 5	Cúbico	Lado x Lado x Alto	4.9 x 4.9 x 3.0	72
Tanque # 6	Cúbico	Lado x Lado x Alto	1.5 x 4.0 x 1.0	6
Tanque # 7	Cúbico	Lado x Lado x Alto	6.2 x 4.0 x 1.0	25
<b>TOTAL</b>				<b>260 m<sup>3</sup></b>

Hay disponibles 260 m<sup>3</sup> para el almacenamiento de aguas lluvias, que sirven de alimentación para los procesos varios que se realizan en la planta.

*Imágenes 1 y 2. Tanque de almacenamiento # 4*



Tabla 5. Identificación de Procesos de consumo de agua en CORRUMED S.A.

UNIDAD FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN DEL CONSUMO	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
Caldera	Alimentación a la caldera para la producción de vapor.	Aguas Iluvias
Cuarto de Preparación de Gomas	Preparación de la goma adhesiva.	
Impresoras Flexográficas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrolavado de las impresoras</li> <li>• Lavado de cireles y fotopolímeros</li> </ul>	
Embaladora	Sistema de Enfriamiento del intercambiador de calor	
Cocina	Uso doméstico	Agua Potable Empresa de Servicios Públicos La Estrella S.A. E.S.P.
Planta	Limpieza y aseo de la planta	
Comedor	Lavado de platos, vasos y cubiertos.	
Baños	Aseo, evacuación y limpieza	

### 3.1.4.1.1. Registros Históricos de Consumo de Agua

Tabla 6. Promedio de Consumo de Agua Potable.

AÑO	MES	CONSUMO AGUA (m <sup>3</sup> )
	Marzo	142
	Abril	83
	Mayo	145
	Junio	94
	Julio	105
	Agosto	91
	Septiembre	92
	<b>PROMEDIO</b>	<b>107 m<sup>3</sup></b>

Tabla 7. Promedio de Consumo de Aguas Lluvias para los procesos de la Planta.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>CONSUMO AGUA (m<sup>3</sup>)</b>
<b>2009</b>	Agosto	206
	Septiembre	243
	Octubre	441
	Noviembre	485
	Diciembre	458
<b>2010</b>	Enero	218
	Febrero	53
	Marzo	93
	Abril	306
	Mayo	418
	Junio	516
	Julio	542
	Agosto	573
	Septiembre	517
	<b>PROMEDIO</b>	<b>360 m<sup>3</sup></b>

Tabla 8. Promedio de Consumo Total de Agua en CORRUMED S.A.

<b>ABASTECIMIENTO</b>	<b>CONSUMO (m<sup>3</sup>/MES)</b>
Agua Potable	107
Aguas Lluvias	360
<b>PROMEDIO DE CONSUMO TOTAL</b>	<b>467</b>

Esto significa que en promedio se consumen 467 m<sup>3</sup> mensuales de agua en CORRUMED S.A., para el ejercicio sus actividades productivas, administrativas y domésticas.

### 3.1.4.1.2. Ahorro Presupuestado

Tabla 9. Promedio de costo mensual ahorrado.

COSTO/m <sup>3</sup> AGUA ACUEDUCTO			
Consumo (m <sup>3</sup> )		Costo (\$/m <sup>3</sup> )	Valor (\$)
Consumo básico	20	734,15	14.683
Consumo Complementario	20	264,30	5.286
Consumo suntuario	320	1600,0	512.000
<b>TOTAL</b>	<b>360</b>	<b>TOTAL</b>	<b>532.000</b>

Aunque la disponibilidad de agua de los tanques depende de la época del año, y el consumo depende de la producción, se puede establecer un promedio de consumo de **360 m<sup>3</sup>/mes**, basados en el registro del contador interno que hay en la empresa. Por consiguiente, se está ahorrando dicho volumen mensual de consumo de agua potable en estos procesos, y se están evitando costos adicionales que en promedio ascenderían a **532.000 \$**

Otro antecedente en materia de ahorro de agua potable ha sido la instalación de orinales “secos” o ecológicos en los baños de hombres, estos sistemas inciden de manera positiva en el ahorro de agua potable, teniendo en cuenta que, no se consume agua para la evacuación de los residuos líquidos de los orinales.

**3.1.4.2. Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales:** Las aguas residuales industriales de CORRUMED S.A., provienen del hidrolavado de las máquinas flexográficas. Para depurar la contaminación de dichas aguas, existe actualmente un sistema de tratamiento, que funciona con procesos físico-químicos, y cuya finalidad es disminuir la carga contaminante del efluente descargado al alcantarillado (vale la pena señalar que las aguas residuales provenientes de las actividades de uso doméstico son descargadas al alcantarillado, sin previo tratamiento).

#### 3.1.4.2.1. Descripción del proceso.

Como el hidrolavado no se efectúa de manera continua a lo largo del día, sino solamente cuando hay cambio de impresión en las máquinas flexográficas, el caudal de las aguas no es continuo y no permanece constante, entonces hay dispuesto un tanque que funciona como almacenamiento temporal para dichas aguas, mientras que alcanza un volumen suficiente, como para bombearlas al tanque de floculación y decantación. Por esta misma razón el tanque de floculación – decantación no está en funcionamiento continuo, sino que opera mediante batches de tratamiento.

El tratamiento del agua residual se realiza a través de procesos físico – químicos: coagulación, floculación y sedimentación, que ocurren en el mismo tanque en diferentes tiempos.

Este tanque de floculación – decantación tiene una capacidad máxima para tratar un volumen de 3000 Litros ( $3 \text{ m}^3$ ) por batch. En CORRUMED S.A., se está realizando un batch de tratamiento por día.

El proceso de tratamiento es el siguiente:

**Paso 1:** Cuando el tanque de almacenamiento presenta un volumen aproximado de 3000 litros, se bombea el agua residual al tanque de floculación – decantación, mediante una bomba neumática que funciona con aire comprimido.

**Paso 2:** Se llena el tanque de floculación – decantación. Este proceso se demora de 20 a 30 minutos.

**Paso 3:** Se realiza mezcla completa durante 5 minutos con aire comprimido para homogenizar la carga contaminante en el agua.

**Paso 4:** Con base en la información obtenida del test de jarras, se preparan las soluciones y las dosis óptimas del coagulante (Sulfato de Aluminio) y el floculante (Polímero Floculante Aniónico NALCO 8173).

#### 3.1.4.2.2. Preparación de coagulante y floculante para el test de jarras.

##### Coagulante:

Para preparar 1 litro de solución de sulfato de aluminio se toman 100 g del producto y se llena el recipiente hasta alcanzar un volumen de un litro de solución.

Esta solución queda preparada al 10% en sulfato de aluminio y que en partes por millón sería:

$$\frac{100\text{g}}{1\text{ L}} \times \frac{1000\text{ L}}{1\text{ m}^3} = 100000 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \mathbf{100000\text{ ppm}}$$

*Figura 2. Dosificación del coagulante.*



### **Floculante:**

Tomar 1 g y llevarlo a un litro de solución con agua. La solución queda entonces preparada a 1000 ppm.

En partes por millón sería:

$$\frac{1\text{ g}}{1\text{ L}} \times \frac{1000\text{ L}}{1\text{ m}^3} = 1000 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \mathbf{1000\text{ ppm}}$$

*Figura 3. Dosificación del floculante.*



**Nota:** Esta solución se debe preparar cada 3 o 4 días para garantizar su estabilidad

#### **3.1.4.2.3. Realización del test de jarras**

Se toman de 3 a 4 muestras de 1 litro de agua a tratar y se adiciona el coagulante y floculante de la siguiente manera:

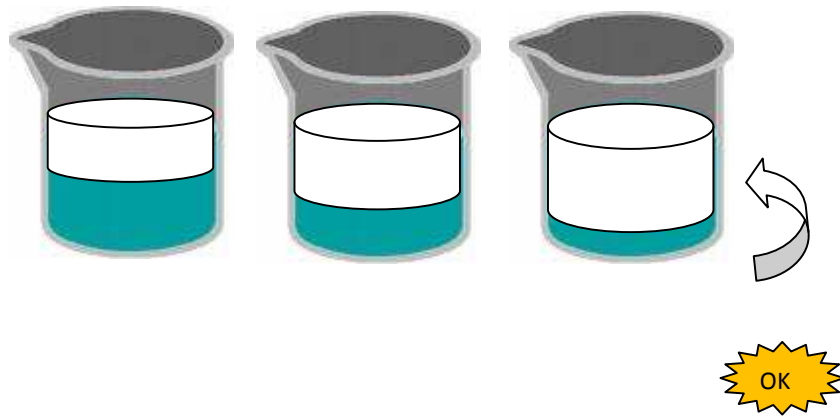
Tabla 10. Dosificación óptima test de jarras

<b>DOSIS DE SULFATO</b>	<b>ML DE SOLUCIÓN 10%</b>	<b>DOSIS DE NALCO 8173 (PPM)</b>	<b>ML DE SOLUCIÓN DE NALCO 8173</b>
250	2.5	5	5.0
300	3.0	5	5.0
350	3.5	5	5.0
400	4.0	5	5.0
450	4.5	5	5.0
500	5.0	5	5.0
550	5.5	5	5.0
600	6.0	5	5.0
650	6.5	5	5.0
700	7.0	5	5.0
750	7.5	5	5.0

**Notas:**

- Se debe tomar un rango de 3 o 4 concentraciones para determinar cuál es la óptima.
- Si no se dispone de un equipo de jarras, adicionar el coagulante y agitar vigorosamente, luego aplicar el floculante y continuar agitando con fuerza.
- Luego, agitar suavemente la solución para favorecer la formación de flocs y esperar sin agitación de 3 a 5 minutos a que los flocs se sedimenten.

Figura 4. Comparación entre muestras



#### 3.1.4.2.4. Determinación de las cantidades necesarias para el tratamiento.

Luego de haber determinado la concentración óptima de coagulante para el bache tratado, se procede a calcular la cantidad de producto necesario para el volumen del sistema de la siguiente manera:

Concentración óptima (ppm) x Volumen del sistema = gramos de producto a aplicar

**Ejemplo:** Si la concentración óptima del test de jarras fue de 400 ppm, y el volumen del sistema es de 3 m<sup>3</sup>, los gramos de coagulante a aplicar serán:

$$400 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \times 3\text{m}^3 = 1200 \text{ g coagulante}$$

Entonces, se toman 1200 g de sulfato de aluminio y se disuelven en 10L de agua para ser adicionados al tanque.

Para el floculante **Nalco 8173**:

$$5 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \times 3\text{m}^3 = 15 \text{ g coagulante}$$

Se toman los 15 gramos y se disuelven en unos 15 litros de agua hasta obtener una solución sin grumos.

Posteriormente se adiciona al bache tratado luego de ser añadido el sulfato.

Al haber adicionado los dos productos, primero el coagulante (agitando el sistema durante 10 min) y luego el floculante **Nalco 8173**, el sistema se mantiene en agitación durante unos pocos minutos (10 min max.) y se deja sedimentar hasta alcanzar un nivel de lodos aceptable.

**Paso 5:** Se prende el aire para realizar mezcla completa.

**Paso 6:** Se suministran manualmente, las soluciones de sulfato y NALCO, preparadas. Primero el sulfato, durante 10 minutos y después el NALCO durante otros 10 minutos máximo.

**Paso 7:** Se apaga el aire.

**Paso 8:** Se deja sedimentar durante un periodo suficiente.

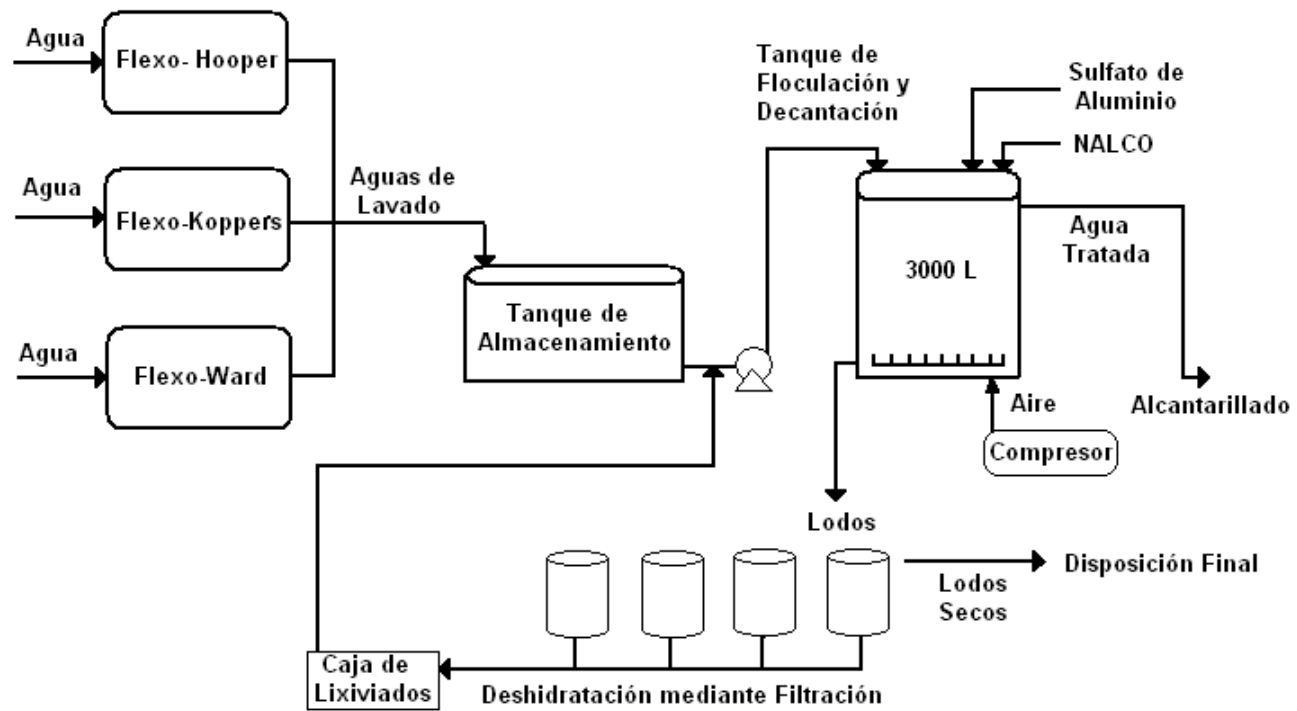
**Paso 9:** Se bombea el agua tratada y se descarga al alcantarillado.

**Paso 10:** El lodo sedimentado se deshidrata mediante filtración.

**Paso 11:** El agua filtrada vuelve al proceso de tratamiento.

**Paso 12:** El lodo deshidratado tiene disposición final

Figura 5. Esquema de Tratamiento de las Aguas Residuales Industriales CORRUMED S.A.



*Imágenes 3,4 y 5. Tanque de Coagulación - Floculación y Lecho de Secado.*



**3.1.4.3. Reciclaje de Desperdicio de Cartón:** Como resultado del proceso de producción, se generan altos volúmenes mensuales de desperdicios de material reciclable (papel kraft y cartón), proveniente de: los tubos y las capas malas de los rollos, los procesos de corte, ranurado, scoreado y troquelado, los imperfectos, productos defectuosos y no conformes.

Estos desperdicios son triturados y embalados en pacas como reciclaje, para su entrega y venta a las empresas *LATIN PACK* y *PAPELES Y CORRUGADOS ANDINA S.A.*, de la ciudad de Bogotá, Colombia.

Dichas empresas, utilizan los excedentes industriales de papel y cartón recuperados, como insumo para fabricar papel reciclado, que suministra la materia prima de sus procesos productivos de fabricación de cartón corrugado.

Así mismo el papel lo comercializan a importantes empresas cartoneras de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, incluyendo *CORRUMED S.A.*

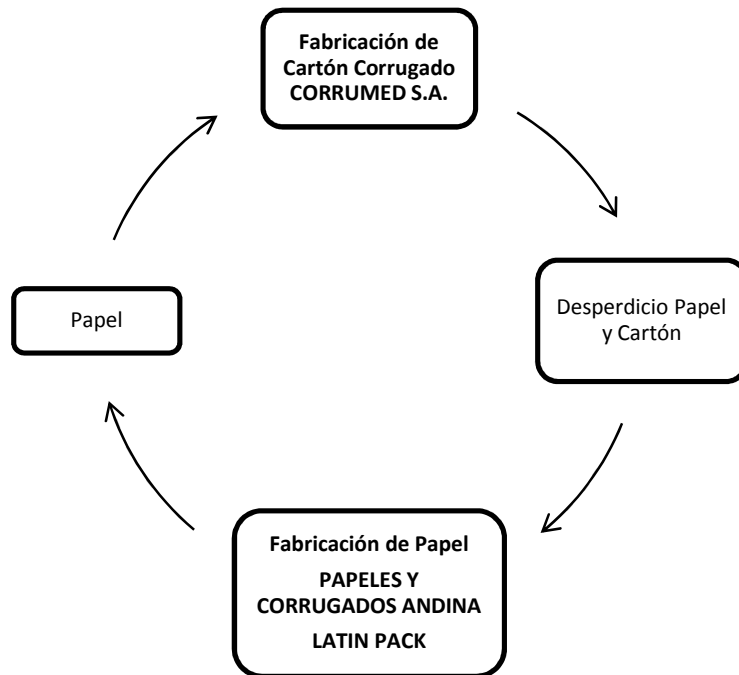
Según registros internos de recuperación de los desperdicios, se estima que éstos representan aproximadamente el 13.8 % de lo que se consume en papel, es decir, por cada kilogramo de papel consumido, salen 0.138 kg de desperdicio, que se recuperan y se aprovechan como reciclaje, y que en promedio generan beneficios económicos mensuales de **\$ 74'325.314**

Tabla 11. Registro de desperdicio de cartón recuperado y vendido.

AÑO	MES	CONSUMO PAPEL (Kg)	DESPERDICIO (Kg)	% DESPERDICIO	PRECIO (\$/Kg)	VENTA (\$)
2009	Feb	648.248	97.236	15,0	410	39'866.760
	Mar	789.313	112.532	14,2	410	46'138.120
	Abr	1.185.729	159.702	13,5	410	65'477.820
	May	970.253	130.971	13,5	410	53'698.110
	Jun	922.775	127.737	13,8	410	53'372.170
	Jul	872.235	132.938	15,2	410	54'504.580
	Ago	808.706	105.645	13,0	410	43'314.450
	Sep	1.224.775	150.849	12,3	410	61'848.090
	Oct	1.294.544	164.237	12,7	410	67'337.170
	Nov	1.305.333	161.704	12,4	550	88'937.200
	Dic	1.066.936	141.241	13,2	550	77'682.550
	2010	Ene	1.215.354	166.850	13,7	550
Feb		878.766	120.770	13,7	550	66'423.500
Mar		1.141.552	159.729	14,0	550	87'850.950
Abr		1.412.526	191.911	13,6	550	105'551.050
May		1.163.073	165.974	14,3	550	91'258.700
Jun		1.164.167	160.442	13,8	550	88'243.100
Jul		1.138.267	167.442	14,7	550	92'093.100
Ago		1.305.911	204.026	15,6	550	112'143.000
Sep		1.287.564	179.997	13,9	550	98'998.350
<b>PROMEDIO</b>		<b>1.089.901</b>	<b>150.097</b>	<b>13,8</b>		<b>74'325.314</b>

Es así como se genera una economía cíclica, en la cual el residuo sólido proveniente del proceso industrial realizado en CORRUMED S.A., no tiene una disposición final en el relleno sanitario, sino que se incorpora en otra empresa como materia prima en el proceso de fabricación de papel, insumo necesario para la producción del cartón corrugado.

Figura 6. Esquema cíclico del reciclaje del papel y cartón en CORRUMED S.A.



**3.1.4.4. Muestreo Isocinético realizado en la Chimenea de la Caldera Piro-tubular de 150 BHP:** El estudio Isocinético fue realizado mediante convenio del Área Metropolitana del Valle de Aburrá con el Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental -GIGA- de la Universidad de Antioquia el día 23 de Marzo de 2010 y se generaron las siguientes conclusiones:

Según las características de funcionamiento de la caldera propiedad de la empresa CORRUMED S.A., y de acuerdo al Decreto 02 de 1982 se puede afirmar que la máxima emisión de partículas por hora que puede emitir este equipo es de 1.14 Kg partículas/hora.

Para el día que fue realizado el muestreo isocinético al dispositivo, la emisión fue de 0,993 Kg partículas/hora y por lo tanto el dispositivo no sobrepasa los límites permisibles establecidos en el Decreto 02 de 1982.

La Resolución 909 de 2008 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establece los estándares de emisión admisibles para contaminantes emitidos a la atmosfera por fuentes fijas. Entonces la emisión admisible para la caldera de la empresa CORRUMED S.A., es 200 mg/m<sup>3</sup> para material particulado, 500 mg/m<sup>3</sup> para dióxidos de azufre y 350 mg/m<sup>3</sup> para óxidos de nitrógeno.

Para el día que fue realizado el muestreo, la emisión fue de 332.72 mg/m<sup>3</sup>, 1850.02 mg/m<sup>3</sup> y 268.69 mg/m<sup>3</sup> respectivamente, por lo tanto se sobrepasan los estándares de emisión admisibles establecidos en la resolución 909 de 2008 para Material particulado y óxidos de Azufre.

Con respecto al porcentaje de isocinetismo, el valor obtenido de 101.31 % permite avalar la representatividad de la muestra recolectada, ya que se encuentra dentro del rango estipulado en la metodología de la EPA método 5 (90-110 %), para garantizar que la muestra fue captada a la misma velocidad con que el flujo es transportado al interior de la chimenea.

Según el artículo 48 del Decreto 02 de 1982, la altura de referencia del punto de descarga acorde a un consumo de calor menor a 10 millones de Kcal/h es de 15 m. La altura que presenta el ducto de descarga a la atmósfera de la caldera propiedad de la empresa CORRUMED S.A. cuenta con una altura real de 20 m cumpliendo con lo establecido por este artículo.

Con base en esta información se determinarán las alternativas de mejora a implementar para cumplir con los estándares de emisión establecidos en el decreto 909 de 2008.

### 3.1.5. Descripción de unidades funcionales y aspectos ambientales

Tabla 12. Descripción unidades funcionales principales y aspectos ambientales asociados

UNIDAD FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN	ASPECTO AMBIENTAL
<b>Zona de Rollos</b>	Recepción y almacenamiento temporal de los rollos.	Generación de Residuos Sólidos
<b>Zona de Corrugado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Se pasan las listas de corte al corrugador y se programan los rollos a trabajar.</li> <li>•Se pone el corrugador a funcionar. Este realiza el corrugado de la capa media y pega las 3 capas que componen la lámina de cartón (liner exterior, corrugado medio y liner interior)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Consumo de Papel (Linner kraft, linner blanco, y corrugado medio)</li> <li>•Generación de Residuos Sólidos.</li> </ul>
<b>Zona de Corte y Scoreado Longitudinal</b>	Las láminas de cartón se cortan y se ranuran según las especificaciones del cliente.	Generación de desperdicio de cartón.
<b>Zona de Troquelado, Ranurado e Impresión</b>	Se imprimen y se troquelan las láminas de cartón según las especificaciones del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de tintas.</li> <li>• Aguas Residuales del hidrolavado de las máquinas.</li> <li>• Generación de cuñetes plásticos con residuos de tinta y tambores metálicos.</li> <li>• Generación de Residuos Sólidos.</li> </ul>
<b>Zona de Producto Terminado</b>	Salen las láminas terminadas según las especificaciones de los clientes y se despachan a los mismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los montacargas que transportan internamente el cartón consumen ACPM y gas propano.</li> <li>• Generación de Residuos Sólidos.</li> </ul>

**Nota:** Todas las unidades funcionales principales consumen energía eléctrica y generan ruido.

*Tabla 13. Descripción unidades de apoyo CORRUMED S.A.*

<b>UNIDAD DE APOYO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>
Parqueadero	Parqueo de los vehículos y camiones que transportan y traen las materias primas.	Generación de Residuos Sólidos.
Comedor	Zona de desayuno y almuerzo del personal.	Generación de Residuos Sólidos.
Taller	Zona de reparación y mantenimiento del equipo y la maquinaria del proceso de producción.	Generación de Residuos Sólidos Peligrosos y no Peligrosos.
Zonas administrativas	Actividades de oficina: gerencia, diseño, logística, planeación, contabilidad y ventas.	Generación de Residuos sólidos.
Cocina	Servicio doméstico al personal administrativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de agua.</li> <li>• Generación de Residuos Sólidos.</li> <li>• Generación de aguas residuales domésticas</li> </ul>
Baños y vestidores	Actividades de aseo personal y evacuación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de agua potable</li> <li>• Generación de aguas residuales domésticas</li> <li>• Generación de Residuos sólidos</li> </ul>
Laboratorio de Calidad	Ensayos y experimentos para evaluación de la calidad de los productos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de residuos sólidos.</li> </ul>

Zona de prealistamiento	Preparación de cireles, fotopolímeros y clisés de impresión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de insumos (mounting y cinta doble fax)</li> <li>• Generación de residuos sólidos.</li> </ul>
Zona de embalaje de desperdicios	Embalaje y disposición en pacas, de los desperdicios de papel y cartón del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de alambre.</li> <li>• Generación de residuos sólidos.</li> <li>• Consumo de agua.</li> </ul>
Montacargas	Transporte interno de las láminas de cartón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de ACPM y gas propano.</li> </ul>
Caldera	Proceso de combustión para la generación del vapor necesario para el tren de secado del corrugador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de carbón.</li> <li>• Consumo de agua</li> <li>• La combustión en la caldera genera emisiones atmosféricas en forma de vapor de agua y gases.</li> <li>• Residuos sólidos (cenizas)</li> </ul>
Cuarto de Preparación de gomas.	Se prepara la goma adhesiva para el pegado de las capas de papel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de Materia Prima (Almidón, Soda, Ácido bórico)</li> <li>• Consumo de Agua</li> </ul>

**Nota:** Todas las unidades de apoyo, exceptuando los montacargas y la caldera, consumen energía eléctrica.

### 3.1.6. Problemáticas ambientales existentes en CORRUMED S.A.

- Altos consumos de energía eléctrica y agua.
- Vertimiento al alcantarillado de aguas residuales industriales.
- Emisiones atmosféricas provenientes del proceso de combustión en la caldera.
- Generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.
- Emisión de ruido ambiental proveniente del funcionamiento de las máquinas de producción.

### 3.1.7. Legislación ambiental aplicable.

#### 3.1.7.1. Recurso Agua

**Decreto 1594 de 1984:** Por el cual se reglamentan usos del agua y condiciones de vertimiento de residuos líquidos.

Aplica específicamente el artículo 73 del capítulo VI: Del Vertimiento de los Residuos líquidos, sobre normas de vertimiento en alcantarillados:

“artículo 73: Todo vertimiento a un alcantarillado público deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas:

REFERENCIA	VALOR
pH	5 a 9 unidades
Temperatura	< 40 °C
Ácidos, bases o soluciones ácidas o básicas que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables	Ausentes
Sólidos sedimentables	10 ml/l
Sustancias solubles en hexano	100 mg/l
Sólidos suspendidos para desechos domésticos e industriales	Remoción > 80 % en carga
DBO	Remoción > 80 % en carga

...”

**Decreto 3930 de 2010:** Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

### 3.1.7.2. Recurso Aire

**Resolución 909 de 2008:** Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.

Aplica específicamente los artículos 7 y 8 del Capítulo III: Estándares de Emisión Admisibles de Contaminantes al Aire para Equipos de Combustión Externa.

“Artículo 7. Estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa existentes: En la siguiente Tabla se establecen los estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa existentes a condiciones de referencia, de acuerdo al tipo de combustible y con oxígeno de referencia del 11%.

COMBUSTIBLE	ESTÁNDARES DE EMISIÓN AMISIBLES (mg/m <sup>3</sup> )		
	MP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Sólido	200	500	350
Líquido	200	500	350
Gaseoso	No aplica	No aplica	350

Artículo 8. Estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa nuevos: En la siguiente Tabla se establecen los estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa nuevos a condiciones de referencia, de acuerdo al tipo de combustible y con oxígeno de referencia del 11%.

COMBUSTIBLE	ESTÁNDARES DE EMISIÓN AMISIBLES (mg/m <sup>3</sup> )		
	MP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Sólido	50	500	350
Líquido	50	500	350
Gaseoso	No aplica	No aplica	350

...”

**Resolución 760 de 2010:** Por el cual se reglamenta el protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generado por fuentes fijas.

**Resolución 2153 de 2010:** Por la cual se ajusta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, adoptado a través de la Resolución 760 de 2010 y se adoptan otras disposiciones

**Resolución 619 de 1997:** Por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas.

**Resolución 0627 de 2006:** Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Aplica específicamente el artículo 9 del Capítulo II: De la emisión de ruido

“Artículo 9: En la siguiente Tabla se establecen los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles ponderados A (dB(A)):

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
<b>Sector A. Tranquilidad y Silencio</b>	Hospitales bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
<b>Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado</b>	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
<b>Sector C. Ruido Intermedio Restringido</b>	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
<b>Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado</b>	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

...”

**Resolución 8321 de 1983:** Normas sobre protección y conservación de la audición, de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.

### **3.1.7.3. Residuos Sólidos**

**Ley 1259 de 2008:** Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional, la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.

**Decreto 4741 de 2005:** Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

**Ley 1252 de 2008:** Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

## **3.2. POLÍTICA AMBIENTAL**

La empresa de empaques corrugados CORRUMED S.A. asumirá como principio básico, el tomar todas las medidas a su alcance para asegurar el cumplimiento de los requisitos ambientales exigidos en la normatividad, y reducir de esta manera, los impactos nocivos generados en su proceso de producción, para que éste sea compatible con la protección del medio ambiente y el bienestar de la comunidad.

### 3.3. PLANIFICACIÓN

PROCESO O UNIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	OBJETIVO AMBIENTAL	REQUISITO LEGAL	PROGRAMAS	INDICADORES
Caldera	<p>Se alimenta carbón y agua a la caldera para producir vapor.</p> <p>La combustión del carbón, genera emisiones atmosféricas en forma de vapor de agua y gases.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación atmosférica y disminución de la calidad del aire de las proximidades.</li> <li>• Liberación y acumulación de gases de efecto invernadero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la concentración de contaminantes emitidos a la atmósfera.</li> <li>• Optimizar el proceso de combustión de la caldera.</li> <li>• Prevenir los impactos y efectos nocivos en la calidad del aire.</li> </ul>	<p><b>Resolución 909 de 2008</b>, estándares de emisión admisibles por fuentes fijas.</p> <p><b>Resolución 760 de 2010:</b> Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generado por fuentes fijas.</p> <p><b>Resolución 619 de 1997:</b> Factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas.</p>	Programa de seguimiento y Mejora de las Emisiones Atmosféricas	<p><b>Concentración de los contaminantes en el gas:</b></p> $[\text{Conc}] = \frac{\text{masa cont.}}{\text{Vol. de gas}}$

PROCESO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	OBJETIVO AMBIENTAL	REQUISITO LEGAL	PROGRAMAS	INDICADORES
Corrugado, corte, ranurado, troquelado, impresión y todas las unidades de apoyo	Generación de Residuos Sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del período de vida útil de los rellenos sanitarios.</li> <li>• Proliferación de vectores de enfermedades infecciosas.</li> <li>• Generación de malos olores.</li> <li>• Generación de gases de efecto invernadero.</li> <li>• Infiltración de lixiviados hacia las aguas subterráneas.</li> <li>• Problemas paisajísticos y estéticos.</li> </ul>	Implementar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos (PMIRS)	<p><b>Ley 1259 de 2008:</b> Aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros.</p> <p><b>Decreto 4741 de 2005:</b> Prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos.</p> <p><b>Ley 1252 de 2008:</b> Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos.</p>	Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos	<p><b>Tasa de Generación:</b></p> $\frac{\text{Vol o masa residuos}}{\text{Tiempo}}$ <p><b>% de Generación de cada Tipo de Residuo</b></p> <p><b>Venta de los Residuos Reciclables:</b></p> $\frac{Kg}{Mes} \times \frac{\$}{kg}$

### **3.4. IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS**

#### **3.4.1. Programa de seguimiento y mejora de las emisiones atmosféricas**

##### **3.4.1.1. Introducción y Presentación del Plan**

En la actualidad, el resultado del desarrollo y progreso tecnológico ha originado diversas formas de contaminación, las cuales están alterando el equilibrio y la dinámica natural del medio ambiente.

Una de ellas es la contaminación atmosférica. Esta se origina principalmente por consecuencia de las emisiones gaseosas que son liberadas a la atmósfera por fuentes fijas y fuentes móviles, ya sea como gases, vapores o partículas sólidas capaces de mantenerse en suspensión, y con valores superiores a los normales.

Actualmente la industria aporta en gran medida a empeorar ese problema. Es así como CORRUMED S.A., como parte de su compromiso social y ambiental, avanzará en el mejoramiento de las emisiones que libera como producto del proceso de combustión en la caldera, a través de medidas que permitan cumplir con los estándares admisibles propuestos en la normatividad ambiental.

##### **3.4.1.1.1. Objetivo General**

Disminuir la concentración de contaminantes en las emisiones gaseosas liberadas por el proceso de combustión de la caldera de CORRUMED S.A.

#### **3.4.1.1.2. Objetivos Específicos.**

- Realizar una descripción general del equipo de combustión y el combustible utilizado en CORRUMED S.A., para su proceso de generación de vapor.
- Definir el cumplimiento actual de los parámetros establecidos en la normatividad ambiental, en cuanto a emisión de contaminantes por máquinas de combustión externa.
- Proponer alternativas de mejora que incidan de manera positiva en la disminución de la concentración de los contaminantes de la calidad del aire, que provienen del proceso de combustión de la caldera.
- Evaluar la factibilidad y viabilidad económica de las alternativas propuestas.
- Implementar la alternativa de mejora más viable.

#### **3.4.1.2. Diagnóstico Inicial**

La única fuente de emisión es la caldera. Esta no presenta ningún equipo de control en su chimenea.

**Proceso:** Combustión de Carbón, para la Generación de Vapor

**Tipo de Fuente:** Fuente Fija Puntual

**Altura de la Chimenea:** 20 m

### 3.4.1.2.1 Especificaciones del Equipo de Combustión Actual y del Combustible

Tabla 14. Características y especificaciones del equipo de combustión

<b>TIPO DE EQUIPO</b>	Caldera Horizontal Piro-tubular
<b>MARCA</b>	J.C.T.
<b>MODELO</b>	150 HP125CARBON
<b>NÚMERO DE SERIE</b>	1270
<b>CAPACIDAD</b>	150 BHP
<b>PRESIÓN DE DISEÑO</b>	150 psi
<b>PRESIÓN DE TRABAJO</b>	125 psi máximo
<b>LIBRAS DE VAPOR/HORA</b>	5175
<b>SUPERFICIE DE CALEFACCIÓN</b>	1500 pies <sup>2</sup>
<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	Sólido - Carbón
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>	237 kg Carbón/hora
<b>TIPO DE QUEMADOR</b>	Parrilla Estática
<b>NÚMERO DE PASOS</b>	1
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN</b>	Agosto de 1990

Tabla 15. Condiciones Ambientales del lugar de emisión.

<b>TEMPERATURA AMBIENTE</b>	28,8 °C
<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>	53,8 %
<b>PRESIÓN BAROMÉTRICA</b>	637 mm Hg
<b>ALTURA</b>	1437 m.s.n.m.

Tabla 16. Propiedades del Combustible.

<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	Sólido - Carbón
<b>PROVEEDOR</b>	Explotaciones Carboníferas CARBOSUR Ltda.
<b>MINA</b>	La Bonita
<b>UBICACIÓN</b>	Amagá, Antioquia
<b>HUMEDAD RESIDUAL</b>	10 %
<b>CENIZAS</b>	2,7 %
<b>MATERIA VOLÁTIL</b>	43,1 %
<b>CARBONO FIJO</b>	43,5 %
<b>AZUFRE TOTAL</b>	0,50 %
<b>PODER CALRÍFICO</b>	6.438 cal/g

Imagen 6. Caldera 150 BHP Piro tubular vista 1.



*Imagen 7. Caldera 150 BHP Piro-tubular vista 2.*



*Imagen 8. Caldera 150 BHP Piro-tubular vista 3.*



Imagen 9. Chimenea y plataforma de medición



#### 3.4.1.2.2. Estado actual en el cumplimiento de los estándares de emisión.

A continuación se ilustra el cumplimiento de las emisiones atmosféricas para la caldera:

Tabla 17. Cumplimiento inicial de los estándares de emisión (basado en el estudio isocinético realizado por el grupo GIGA de la Universidad de Antioquia)

EMISIÓN REAL CALDERA CORRUMED S.A.			EMISIÓN PERMISIBLE	CUMPLIMIENTO NORMATIVIDAD
<b>MP</b>	Según Decreto 02 de 1982 (Kg/h)	0,993	1,140	CUMPLE
<b>MP</b>	Según Resolución 909 de 2008 (mg/m <sup>3</sup> )	332,72	200	NO CUMPLE
<b>SO<sub>2</sub></b>		1850,02	500	NO CUMPLE
<b>NO<sub>x</sub></b>		268,69	350	CUMPLE

### 3.4.1.3. Implementación de Acciones para el Mejoramiento de las emisiones y el Cumplimiento de la Normatividad.

*- Calibración de la Caldera y Optimización del proceso de Combustión.*

Como primera medida, se realizó la calibración de la caldera. Con este ajuste, se buscaba verificar si las condiciones operacionales y mecánicas incidían en el incremento de las concentraciones de contaminantes emitidos y también se buscaba mejorar el proceso de combustión.

La calibración se realizó el día 19 de julio de 2010, por el personal de Calderas J.C.T., y se efectuó la medición de los siguientes parámetros, mientras se realizaban ajustes operacionales y mecánicos.

- Porcentaje de Oxígeno.
- Concentración de CO.
- Temperatura de Gases de chimenea.
- % Exceso de Aire
- Concentración de NOx
- Concentración de SO<sub>2</sub>

% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>	T Gases °C	%EA	CO (mg/m <sup>3</sup> )	NOx (mg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )
20.8	-	199	-	68,1	93,2	5,5

Los parámetros de % CO<sub>2</sub> y % de Exceso de aire no mostraron datos debido a que el equipo utilizado tiene la limitante de generar el cálculo de estos dos parámetros cuando el porcentaje de Oxígeno sea menor a 16 %, pero como se observa, este porcentaje fue de 20,8 %.

Las concentraciones reportadas por el equipo de JCT están por debajo del límite permisible establecido en la resolución 909 del 5 de junio de 2008 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, para los parámetros de Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Óxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>), debido a que se como el valor del porcentaje de oxígeno es superior al 20 %, es necesario la aplicación de métodos de absorción líquida.

Los resultados obtenidos durante la medición de los gases de combustión demuestran las siguientes recomendaciones:

- Instalar un sistema de control para el Material Particulado (Multiciclón), con el fin de obtener la menor emisión de este y cumplir con el límite de la norma ambiental vigente. Para la instalación del Multiciclón se debe montar adicionalmente un ventilador Inducido, debido a que la Caldera es de tiro natural y la instalación del sistema de control aumenta la caída de presión en los gases de la caldera lo que generaría la devolución de estos, dañando el funcionamiento de la caldera.
- Implementar un ventilador de tiro forzado y un ventilador de tiro Inducido con el fin de controlar el porcentaje de oxígeno en los gases de combustión de la caldera para disminuirlo hasta un 11 %, además que mejora la eficiencia de la caldera disminuyendo el consumo de carbón y generando un mejor quemado del carbón.

#### **3.4.1.3.1. Alternativas de Mejora de las Emisiones Atmosféricas**

Para la Mejora de las Emisiones Atmosféricas generadas por la Caldera, se analizaron varias alternativas y se evaluó el costo de implementación versus el beneficio ambiental que se podría obtener. Entre ellas están:

- Instalación de un sistema de control de emisiones y equipos complementarios en la caldera existente.
- Reconversión tecnológica y cambio de combustible a gas natural.
- Reconversión tecnológica y cambio de combustible a gas propano.
- Compra de una caldera nueva a carbón con equipo de control.
- Compra de una caldera usada a gas.

#### 3.4.1.3.2. Análisis costo – beneficio de las alternativas de mejora.

##### 3.4.1.3.2.1 Costos de adquisición.

El costo de adquisición de las alternativas de mejora se plasma en la siguiente tabla.

*Tabla 18. Costo de adquisición de equipos para la mejora ambiental.*

<b>COSTO DE ADQUISICIÓN (\$)</b>				
<i>Alternativa</i>	<b>CALDERAS JAL</b>	<b>CALDERAS J.C.T.</b>	<b>TERMOVAPOR</b>	<b>SECAVENT</b>
<i>Sistema de control de emisiones</i>	96'500.000	218'000.000	74'000.000	x
<i>Caldera a carbón y equipo de control</i>	x	470'000.000	250'000.000	170'000.00
<i>Caldera usada gas</i>	97'355.000	x	x	x

### 3.4.1.3.2.2. Costos de Operación con Carbón

Tabla 19. Costo del Combustible (Carbón)

<b>COSTOS DEL COMBUSTIBLE</b>		
<i>Consumo Mensual (kg/mes)</i>	<i>Costo Unitario (\$/kg)</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
90.000	175	<b>15'750.000</b>

Tabla 20. Costo de la disposición de los Residuos (Carbón)

<b>COSTO DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS</b>			
<i>% de Generación</i>	<i>Tasa de Generación (kg/mes)</i>	<i>Costo Unitario (\$/kg)</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
5,8	5220	20	<b>104.400</b>

Tabla 21. Costo de la energía Eléctrica (Ventiladores Inducidos y forzados) (Carbón)

<b>COSTO DE LA ENERGÍA ELECTRICA</b>			
<i>Costo de energía (\$/kw)</i>	<i>Consumo Total (kw/hora)</i>	<i>Horas trabajo x mes (hora/mes)</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
310,82	14,25	576	<b>2'551.211</b>

Tabla 22. Costo de la Mano de obra (Carbón)

<b>COSTO DE LA MANO DE OBRA</b>		
<i>Sal Mín. + Prestaciones + Aux. Transporte (\$/mes)</i>	<i>Turnos</i>	<i>Costo Mensual (\$)</i>
844.300	2	<b>1'688.600</b>

Tabla 23. Costo Total Operación Carbón

<b>COSTO TOTAL CARBÓN (\$)</b>	
<i>Costo del Combustible</i>	15'750.000
<i>Costo de Disposición de Residuos</i>	104.400
<i>Costo de la energía eléctrica</i>	2'551.211
<i>Costo de la mano de obra</i>	1'688.600
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>20'094.211</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>241'130.532</b>

#### 3.4.1.3.2.3. Costos de Operación con Gas Natural.

Tabla 24. Costo del Combustible (Gas Natural)

<b>COSTOS DEL COMBUSTIBLE</b>		
<i>Consumo Mensual (m<sup>3</sup>/mes)</i>	<i>Costo Unitario (\$/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
61.051	699	<b>42'674.469</b>

Tabla 25. Costo de la disposición de los Residuos (Gas Natural)

<b>COSTO DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS</b>			
<i>% de Generación</i>	<i>Tasa de Generación (kg/mes)</i>	<i>Costo Unitario (\$/kg)</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
0	0	20	<b>0</b>

Tabla 26. Costo de la energía Eléctrica (Gas Natural)

<b>COSTO DE LA ENERGÍA ELECTRICA</b>			
<i>Costo de energía (\$/kw)</i>	<i>Consumo Total (kw/hora)</i>	<i>Horas trabajo x mes (hora/mes)</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
0	0	576	<b>0</b>

Tabla 27. Costo de la Mano de obra (Gas Natural)

<b>COSTO DE LA MANO DE OBRA</b>		
<i>Sal Mín. + Prestaciones + Aux. Transporte (\$/mes)</i>	<i>Numero de Turnos</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
844.300	2	<b>1'688.600</b>

Tabla 28. Costo Total Operación Gas Natural

<b>COSTO TOTAL GAS NATURAL (\$)</b>	
<i>Costo del Combustible</i>	42'674.469
<i>Costo de Disposición de Residuos</i>	0
<i>Costo de la energía eléctrica</i>	0
<i>Costo de la mano de obra</i>	1'688.600
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>44'363.249</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>532'358.988</b>

#### 3.4.1.3.2.4. Costos de Operación con Gas Propano.

Tabla 29. Costo del Combustible (Gas Propano)

<b>COSTOS DEL COMBUSTIBLE</b>		
<i>Consumo Mensual (Gal/mes)</i>	<i>Costo Unitario (\$/Gal)</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
23.514	3.550	<b>83'474.700</b>

Tabla 30. Costo de la disposición de los Residuos (Gas propano)

<b>COSTO DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS</b>			
<i>% de Generación</i>	<i>Tasa de Generación (kg/mes)</i>	<i>Costo Unitario (\$/kg)</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
0	0	20	<b>0</b>

Tabla 31. Costo de la energía Eléctrica (Gas propano)

<b>COSTO DE LA ENERGÍA ELECTRICA</b>			
<i>Costo de energía (\$/kw)</i>	<i>Consumo Total (kw/hora)</i>	<i>Horas trabajo x mes (hora/mes)</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
0	0	576	<b>0</b>

Tabla 32. Costo de la Mano de obra (Gas propano)

<b>COSTO DE LA MANO DE OBRA</b>		
<i>Sal Mín. + Prestaciones + Aux. Transporte (\$/mes)</i>	<i>Turnos</i>	<i>Costo Mensual (\$/mes)</i>
844.300	2	<b>1'688.600</b>

Tabla 33. Costo Total Operación Gas propano

<b>COSTO TOTAL GAS NATURAL (\$)</b>	
<i>Costo del Combustible</i>	<b>83'474.700</b>
<i>Costo de Disposición de Residuos</i>	<b>0</b>
<i>Costo de la energía eléctrica</i>	<b>0</b>
<i>Costo de la mano de obra</i>	<b>1'688.600</b>
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>85'163.300</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>1021'959.600</b>

Tabla 34. Costos Generales de operación

<i>Alternativa</i>	<b>CARBÓN (\$)</b>	<b>GAS NATURAL (\$)</b>	<b>GAS PROPANO (\$)</b>
<i>Costo del combustible</i>	15'750.000	42'674.469	83'474.700
<i>Costo de Disposición de Residuos</i>	104.400	0	0
<i>Costo de la energía eléctrica</i>	2'551.211	0	0
<i>Costo de la mano de obra</i>	1'688.600	1'688.600	1'688.600
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>20'094.211</b>	<b>44'363.249</b>	<b>85'163.300</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>241'130.532</b>	<b>532'358.988</b>	<b>1021'959.600</b>

Después de comparar los costos de adquisición y de operación de las alternativas antes mencionadas, la gerencia llegó a la conclusión de seguir trabajando con carbón como combustible ya que es más viable económicamente en el tiempo.

La alternativa que se decidió implementar entonces, fue adquirir una caldera a carbón, con equipo de control de incorporado, con la empresa SECAVENT Ltda., que permita mejorar las concentraciones de contaminantes (MP, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) en las emisiones liberadas en su proceso de combustión, además de tener más potencia, para suplir las futuras necesidades de producción. Esta caldera actualmente se encuentra en negociación.

El desempeño ambiental de la futura caldera, se medirá en el muestreo isocinético programado para los días 30 y 31 de marzo de 2011 por COHNINTEC S.A., única empresa acreditada por el IDEAM para la toma de muestras de calidad del aire y fuentes fijas.

El siguiente cuadro servirá como indicador de desempeño para evaluar la eficiencia del equipo de control y la eficacia de la decisión tomada por la gerencia.

*Tabla 35. Cuadro de desempeño en la implementación de la alternativa de mejora.*

<b>PARAMETRO EMISIÓN (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>MUESTREO ISOCINÉTICO GRUPO GIGA (23/03/2010)</b>	<b>MUESTREO ISOCINÉTICO COHNINTEC S.A. (30/03 2011)</b>	<b>EMISION PERMISIBLE RESOLUCIÓN 909 DE 2008</b>	<b>CUMPLIMIENTO NORMATIVIDAD AMBIENTAL</b>
MP	332,72	-	50	-
SO <sub>2</sub>	1850,02	-	500	-
NO <sub>x</sub>	268,69	-	350	-

## **3.4.2. PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

### **3.4.2.1. Introducción y Presentación del Plan**

La generación de desechos sólidos es parte inevitable dentro las actividades que realiza una organización. Cada fase del proceso productivo requiere de entradas (energía y materias primas) y genera salidas (productos, subproductos, emisiones gaseosas, vertimientos líquidos y residuos sólidos).

Resulta entonces esencial, que se realice una gestión adecuada de los residuos sólidos, desde el momento de su generación hasta el momento de su disposición final; basada en el establecimiento de objetivos, esquemas y prácticas, que garanticen el manejo seguro de los desechos, promuevan la valorización y aprovechamiento de los mismos, permitan la disminución de impactos nocivos sobre los recursos naturales, y contribuyan con un lugar de trabajo limpio.

Es así como CORRUMED S.A., como parte de su compromiso ambiental y social, avanzará en la planificación e implementación de medidas y programas que mejoren la calidad de sus procesos e incentiven la protección ambiental.

#### **3.4.2.1.1. Objetivo General**

Implementar un Plan para el Manejo adecuado de los Residuos Sólidos generados en la empresa CORRUMED S.A.

#### **3.4.2.1.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el estado actual del manejo de los residuos sólidos en la empresa.
- Realizar una caracterización de los residuos sólidos que se generan en la empresa.
- Capacitar y sensibilizar a los empleados de CORRUMED S.A., sobre el adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos generados en la empresa.
- Incentivar a los trabajadores de CORRUMED S.A., a crear un ambiente de trabajo limpio y organizado.
- Contribuir a la conservación del medio ambiente, disminuyendo los impactos ambientales y sociales que se derivan de una mala gestión y disposición de los residuos sólidos
- Identificar materiales que puedan tener usos potenciales para reincorporarlos en otros procesos productivos.
- Obtener beneficios ambientales y económicos con los residuos separados aprovechables.
- Monitorear periódicamente el plan de manejo de residuos sólidos para asegurar su cumplimiento.

### **3.4.2.2. Diagnóstico Inicial**

#### **3.4.2.2.1. Información general de la empresa.**

CORRUMED S.A., es una empresa dedicada al diseño, fabricación y venta de empaques de cartón corrugado. La planta está ubicada en el municipio de La Estrella, Antioquia, sector La Tablaza.

Su principal materia prima es el papel kraft linner de pasta cruda y de pasta blanqueada, y el papel corrugado medio.

Actualmente se presenta un inadecuado manejo de los residuos sólidos desde el punto de vista ambiental, lo que conlleva al diseño de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

#### **3.4.2.2.2. Antecedentes en materia de gestión de residuos sólidos en CORRUMED S.A.**

Esta es la etapa donde se determinan las condiciones iniciales en las cuales se encuentra el manejo de los residuos sólidos en la empresa. Aunque actualmente no se cuenta con un plan de gestión adecuada de los residuos sólidos, la empresa CORRUMED S.A., presenta algunos procesos que se podrían considerar como prácticas de gestión de residuos:

**3.4.2.2.2.1. Ubicación de canecas según código de colores:** El primero de ellos ha sido la instalación de canecas de colores en varios puntos estratégicos de la planta, con el fin de incentivar la separación de materiales. Esta disposición de canecas no ha resultado del todo efectiva en cuanto a su función, dado que hace falta señalización sobre los residuos a depositar en las mismas, y se requiere además de una capacitación a los empleados para que se familiaricen con los colores y el proceso de separación.

Tabla 36. Inventario de canecas para residuos existentes y faltantes en CORRUMED S.A.

LUGAR	CANECAS QUE HAY		CANECAS QUE FALTAN	
	Cant	Observaciones	Cant	Observaciones
Z. Rrollos	2	Canecas metálicas 55 gal.	0	-
Z. Corrugador	4	Canecas plásticas 121 L, gris, verde y azul.	0	-
Taller	4	Canecas metálicas 55 gal.	2	Canecas metálicas 55 gal.
Z. Pdcto. terminado	5	Canecas plásticas, 121 L y 35 L, 1 verde, 2 azul y 2 gris.	3	Contenedores rodantes.
			1	Papelera roja 35 L
Z. Despachos	2	Canecas plásticas, azul y verde	0	-
Comedor	1	Caneca plástica gris.	3	1 Caneca plástica beis 35 litros, 2 Canecas plásticas 121 litros, 1 verde y 1 azul
Z.Administrativa	30	Papeleras de madera.	3	Papeleras plástica verde 35 L.
Almacén	2	Canecas plásticas 35 L, verde y gris	0	-
Prelistamiento	0	-	3	Canecas plástica 53 litros verde, azul, gris

**3.4.2.2.2. Contrato de Recolección RESPEL:** Como segunda medida, la empresa CORRUMED S.A. ha contratado a la empresa ASEI S.A.S, para que se ocupe del tratamiento y disposición de los residuos peligrosos que genera. Adicionalmente, se ubicaron 8 envases guardianes para el depósito de las cuchillas inservibles de bisturís (residuos peligrosos cortopunzantes).

Tabla 37. Registros de Entrega de Residuos Peligrosos.

AÑO	MES	DESCRIPCIÓN	CANT (KG)	TOTAL (KG)
2010	Mayo	Cartones impregnados con grasa	6,0	16,0
		Estopas y material absorbente impregnados con grasa	10,0	
	Junio	Cartones impregnados con grasa	13,5	35,6
		Estopas y material absorbente impregnados con grasa	1,5	
		Recipientes plásticos con residuos de anticorrosivos y grasa	20,6	
	Julio	Cartones impregnados con grasa	6,0	25,1
		Estopas y material absorbente impregnados con grasa	16,0	
		Botella con aceites usados	1,5	
		Tubos de lámparas fluorescentes	1,6	
	Agos.	Cartones impregnados con grasa	16,0	40,0
		Estopas y material absorbente impregnados con grasa	19,0	
		Tubos de lámparas fluorescentes.	5,0	
	Sept.	Cartones impregnados con grasa	38,0	51,5
		Estopas y material absorbente impregnados con grasa	8,0	
Tubos de lámparas fluorescentes		3,0		
Baterías y pilas usadas		2,5		
		<b>PROM</b>	<b>33,6</b>	

Tabla 38. Promedio de Generación por tipo de Residuo Peligroso según el registro de material enviado a ASEI.

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO DE GENERACIÓN (KG/MES)
Cartones impregnados con grasa	15,9
Estopas y material absorbente impregnados con grasa	10,9
Aceites usados	1,5
Tubos de lámparas fluorescentes	2,8
Baterías y pilas usadas	0,5

Tabla 39. Ubicación de envases guardianes para los residuos cortopunzantes.

CANTIDAD	UBICACIÓN
1	Laboratorio de Calidad
1	Taller de muestras
1	Taller de prealistamiento
1	Almacén
3	Planta de producto Terminado
1	Planta de Corrugado

**3.4.2.2.3. Identificación de puntos y centros de generación de residuos en CORRUMED S.A.:** Se realizó una zonificación de la empresa identificando los puntos de generación de residuos sólidos.

Tabla 40. Zonificación de centros de generación de Residuos sólidos en CORRUMED S.A.

CENTRO DE GENERACIÓN	PROCESO QUE SE REALIZA	UNIDADES QUE APORTAN RESIDUOS
Planta de Almacenamiento de Rollos	Recepción y almacenamiento de los rollos de papel blanco y papel craft (materia prima) – Parqueadero y cargue de pacas. Corte de rollos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Almacenamiento de Rollos</li> <li>• Parqueadero</li> </ul>
Planta del corrugador	Desamarre de los rollos de papel. Corrugado y pegado de las 3 capas del cartón (liner exterior, corrugado medio y liner interior).Corte y scoreado de las láminas de cartón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Corrugado</li> <li>• Zona de Corte y Ranurado</li> <li>• Baños y vestidores</li> <li>• Laboratorio de Calidad</li> <li>• Caldera</li> </ul>
Zona del Taller	Actividades de mantenimiento y reparación de máquinas.	Taller de mantenimiento.

Planta de producto terminado	Troquelado, scoreado transversal, ranurado e impresión de las láminas de cartón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de producto terminado</li> <li>• Zona de Troquelado e Impresión</li> <li>• Zona de prelistamiento</li> <li>• Zona de embalaje de desperdicios</li> </ul>
Zona de despachos	Despacho y entrega a clientes.	Zona de despachos
Zona del Comedor	Comedor de la empresa.	Comedor
Zonas administrativas	Trabajo de oficina.	Zonas administrativas

#### 3.4.2.2.4. Descripción de unidades funcionales principales, unidades de apoyo y residuos sólidos que generan.

A continuación se identificarán los procesos principales y actividades complementarias, que generan residuos sólidos en CORRUMED S.A.:

*Tabla 41. Unidades funcionales principales de CORRUMED S.A. y tipo de residuo que generan*

<b>UNIDAD FUNCIONAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIPO DE RESIDUO GENERADO</b>
<b>Zona de Almacenamiento de Rollos</b>	Recepción y almacenamiento temporal de los rollos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos de barrido</li> <li>• Capuchones plásticos malos que cubren los rollos</li> </ul>
<b>Zona de Corrugado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pasan las listas de corte al corrugador y se programan los rollos a trabajar.</li> <li>• Se prepara la goma adhesiva.</li> <li>• Se pone el corrugador a funcionar. Este realiza el corrugado de la capa media y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capas de papel malas de los rollos</li> <li>• Tubos de cartón</li> <li>• Imperfectos, producto no conforme</li> <li>• Zuncho plástico</li> <li>• Zuncho metálico</li> </ul>

<b>Zona de Corrugado</b>	pega las 3 capas que componen la lámina de cartón (liner exterior, corrugado medio y liner interior)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madera proveniente de los tacos en los centros de los rollos de papel y de las estibas deterioradas.</li> <li>• Residuos de barrido</li> </ul>
<b>Zona de Corte y Scoreado Longitudinal</b>	Las láminas de cartón óptimas se cortan y se scorean según las especificaciones del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imperfectos, producto no conforme</li> <li>• Generación de cortes de cartón (desperdicio).</li> <li>• Residuos de barrido</li> </ul>
<b>Zona de Troquelado, Ranurado e Impresión</b>	Se imprimen, se ranuran y se troquelan las láminas de cartón según las especificaciones del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuñetes plásticos 5 galones con residuos de tinta.</li> <li>• Tambores metálicos 55 galones.</li> <li>• Desperdicio de cartón proveniente del troquelado.</li> <li>• Residuos de barrido</li> </ul>
<b>Zona de Producto Terminado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salen las láminas terminadas según las especificaciones de los clientes.</li> <li>• Los refiles de láminas son amarrados con zuncho plástico y laminados con stretch film.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuncho plástico</li> <li>• Stretch film</li> <li>• Vasos de cartón</li> <li>• Empaques plásticos de cinta de enmascarar.</li> <li>• Residuos ordinarios de barrido</li> </ul>
<b>Zona de Despachos</b>	• Despacho y cargue del producto terminado.	Residuos de barrido

Tabla 42. Unidades de apoyo de CORRUMED S.A. y tipo de residuo que generan

UNIDAD DE APOYO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE RESIDUO GENERADO
Parqueadero	Parqueo de los vehículos y camiones que transportan y traen las materias primas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos ordinarios de barrido.</li> </ul>
Comedor	Zona de desayuno y almuerzo del personal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envases plásticos.</li> <li>• Vasos plásticos desechables</li> <li>• Ordinarios.</li> <li>• Biodegradables.</li> <li>• Residuos de barrido.</li> <li>• Botellas de vidrio</li> <li>• Residuos de barrido</li> </ul>
Taller	Zona de reparación y mantenimiento del equipo y la maquinaria del proceso de producción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos peligrosos (estopas y cartones impregnados con grasa, recipientes con solventes y aceites)</li> <li>• Residuos metálicos, chatarra, cobre, aluminio.</li> <li>• Residuos de barrido</li> </ul>
Zonas administrativas	Actividades de oficina: gerencia, diseño, logística, planeación, contabilidad y ventas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel archivo</li> <li>• Lámparas fluorescentes</li> <li>• Residuos ordinarios</li> </ul>
Cocina	Servicio doméstico al personal administrativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodegradables</li> <li>• Ordinarios</li> <li>• Residuos de barrido</li> </ul>
Baños y vestidores	Actividades de aseo personal y evacuación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos sólidos ordinarios (papel higiénico)</li> <li>• Residuos de barrido</li> </ul>
Laboratorio de Calidad	Ensayos para la evaluación de la calidad de los productos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de residuos sólidos.</li> <li>• Residuos de barrido</li> </ul>

Zona de prealistamiento	Preparación de cireles, fotopolímeros y clisés de impresión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos de cireles, fotopolímeros y clisés de impresión.</li> <li>• Cinta doble faz</li> <li>• Papel de adhesivo</li> <li>• Residuos de barrido</li> </ul>
Zona de embalaje de desperdicios	Embalaje y disposición en pacas, de los desperdicios totales del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desperdicios de cartón</li> <li>• Alambre metálico</li> <li>• Residuos de barrido</li> </ul>
Caldera	Proceso de combustión para la generación del vapor que activa al corrugador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cenizas volantes del carbón</li> <li>• Recipientes plásticos con residuos de químicos anticorrosivos</li> </ul>

#### 3.4.2.2.5. Registro de Aforos

A continuación, se presenta una tabla con los últimos registros de aforo de residuos, enviados por la empresa de aseo, INTERASEO S.A. E.S.P. – ASEO SIDERENSE, encargada de la recolección y disposición de los residuos sólidos de CORRUMED S.A.

*Tabla 43. Registro de aforos*

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>AFORO (m<sup>3</sup>)</b>
2010	Abril	10,5
	Mayo	6,87
	Junio	7,99
	Julio	10,78
	Agosto	9,98
	Septiembre	4,63
<b>PROMEDIO</b>		<b>8,46</b>

Esto significa que en promedio se generan 8,46 m<sup>3</sup> mensuales de residuos sólidos ordinarios en CORRUMED S.A.

#### **3.4.2.2.6. Caracterización de los residuos sólidos de CORRUMED S.A.**

Es el proceso de clasificación y determinación cuantitativa de los residuos sólidos. El objetivo de la caracterización de los residuos sólidos en CORRUMED S.A., será el de identificar y cuantificar la generación mensual de aquellos residuos que a través de un manejo integral, puedan ser reincorporados al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, el compostaje y cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos, y lograr así, la reducción de la cantidad de residuos que tendrán disposición final en el relleno sanitario.

##### **3.4.2.2.6.1. Metodología propuesta**

Un procedimiento que ha logrado cierto nivel de reconocimiento es la determinación de la composición media de los residuos, a través de la recolección y selección manual de diversas muestras de residuos sólidos durante un período de tiempo determinado. El método puede repetirse en diferentes períodos a lo largo del año para obtener resultados uniformes a las variaciones estacionales en la generación de los residuos.

El período de acumulación de los residuos será de una semana (los muestreos se tomarán 3 veces a la semana, los días lunes, miércoles y viernes en las horas de la tarde). Cabe señalar que en total, serán 4 semanas de caracterización, esto con el fin de promediar y homogenizar la tasa de generación de residuos (después de promediar, la cantidad de residuos generados en una semana, se amplificará por cuatro para obtener datos promedios mensuales).

Los residuos sólidos, provenientes de cada punto de generación identificado, serán transportados hasta las básculas, para ser pesados de forma independiente de acuerdo a cada tipo: cartón, vidrio, papel, plásticos, ordinarios, biodegradables.

Los residuos peligrosos se caracterizarán y promediarán de acuerdo a la información enviada en los certificados de ASEI y RECATAM, en cuanto a su peso y tipo de residuo. Los residuos metálicos (chatarra), se cuantificarán en cada entrega a la empresa de excedentes industriales.

Las cantidades de cartón que se reportan en la caracterización provienen de actividades domésticas y actividades de oficina. La cantidad de cartón proveniente del desperdicio del proceso, así como el beneficio económico obtenido de la venta del mismo, está registrado en la tabla 5 del presente documento.

Una vez terminadas las actividades de caracterización, se recopilarán y analizarán todos los datos obtenidos durante el estudio. A partir de entonces, los datos referentes a la composición de los residuos sólidos se presentarán en unidades de kg y porcentaje en peso y volumen.

En total, serán 6 puntos de muestreo:

- La Planta de Rollos
- La Planta de Corrugado
- La Planta de Producto Terminado
- La Zona de Cargue y Despachos
- El Comedor
- Las Zonas Administrativas

Materiales y herramientas necesarias para la caracterización:

- Básculas.
- Bolsas de polietileno para separación de los residuos.
- Guantes de carnaza.
- Tapabocas.
- Recipiente plástico mediano.
- Carretilla.

### 3.4.2.2.6.2. Resultados obtenidos de la caracterización

*Tabla 44. Registro Semanal Caracterización 1.*

**Semana 1:** Del 19 de junio al 25 de junio de 2010.

**Responsables:** Sebastián Gutiérrez Flórez – Coord. Gestión Ambiental  
Alexis Holguín – Oficios Varios

TIPO DE RESIDUO	ZONA/CENTRO GENERADOR (kg)						TOTAL (KG)
	Rollos	Corrugado	Terminado	Despachos	Comedor	Administ.	
Cartón	-	-	4,4		-	-	<b>4,4</b>
Vidrio	-	-	-	-	0,28	0,2	<b>0,48</b>
Papel	-	-	-	-	-	7,4	<b>7,40</b>
Plástico	6,65	12,0	11,0	0,44	0,95	0,38	<b>31,42</b>
Ordinarios	72,0	67,0	33,4	16,0	7,9	6,8	<b>203,4</b>
Biodegradables	-	-	-	-	10,3	-	<b>10,30</b>

*Tabla 45. Registro Semanal Caracterización 2.*

**Semana 2:** Del 26 de junio al 3 de julio de 2010

**Responsables:** Sebastián Gutiérrez Flórez – Coord. Gestión Ambiental  
Alexis Holguín – Oficios Varios

TIPO DE RESIDUO	ZONA/CENTRO GENERADOR (kg)						TOTAL (KG)
	Rollos	Corrugado	Terminado	Despachos	Comedor	Administ	
Cartón	-	-	2,95		-	-	2,95
Vidrio	-	-	-	-	0,85	-	0,85
Papel	-	-	-	-	-	9,15	9,15
Plástico	6,75	16,5	25,5	0,75	1,75	-	51,25
Ordinarios	34,0	58,0	84,0	36,5	10,0	7,2	230,2
Biodegradables	-	-	-	-	5,4	-	5,4

*Tabla 46. Registro Semanal Caracterización 3.*

**Semana 3:** Del 7 de agosto al 14 de agosto de 2010

**Responsables:** Sebastián Gutiérrez Flórez – Coord. Gestión Ambiental  
Alexis Holguín – Oficios Varios

TIPO DE RESIDUO	ZONA/CENTRO GENERADOR (kg)						TOTAL
	Rollos	Corrugado	Terminado	Despachos	Comedor	Administ	
Cartón	-	-	5,5	-	-	-	5,5
Vidrio	-	-	-	-	0,8	-	0,8
Papel	-	-	-	-	-	10,0	10,0
Plástico	36,0	14,5	10,9	-	8,0	-	69,4
Ordinarios	13,0	66,0	21,0	3,8	8,1	3,1	115,0
Biodegradables	-	-	-	-	6,25	-	6,25

Tabla 47. Registro Semanal Caracterización 4.

**Semana 4:** Del 14 de agosto al 21 de agosto de 2010

**Responsables:** Sebastián Gutiérrez Flórez – Coord. Gestión Ambiental  
Alexis Holguín – Oficios Varios

TIPO DE RESIDUO	ZONA/CENTRO GENERADOR (kg)						TOTAL
	Rollos	Corrugado	Terminado	Despachos	Comedor	Administ	
Cartón	-	1	6.6	-	-	-	<b>6,6</b>
Vidrio	-	-	-	-	1	-	<b>1,0</b>
Papel	-	-	-	-	-	9.5	<b>9,5</b>
Plástico	5	14	13.5	0.7	4.8		<b>38,0</b>
Ordinarios	19	96	30	19	20	5.0	<b>189,0</b>
Biodegradables	-	-	-	-	6.9	-	<b>6,9</b>

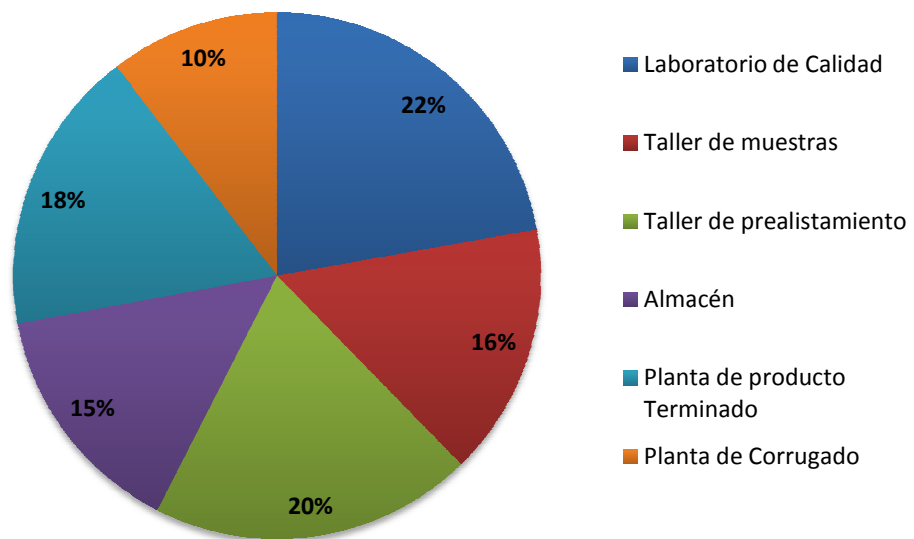
### 3.4.2.2.6.3. Caracterización de Residuos Peligrosos

La cuantificación de los residuos cortopunzantes (cuchillas usadas de bisturí), se realizó pesando los envases guardianes de cada una de las áreas aportantes y relacionándolos con el tiempo que han permanecido allí. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 48. Promedio de Generación de Residuos cortopunzantes

NÚMERO DE GUARDIANES	UBICACIÓN	CANTIDAD (KG/AÑO)	CANTIDAD (KG/MES)
1	Laboratorio de Calidad	2,13	0,18
1	Taller de muestras	1,49	0,12
1	Taller de prelistamiento	1,90	0,16
1	Almacén	1,40	0,12
3	Planta de producto Terminado	1,68	0,14
1	Planta de Corrugado	1,00	0,08
	<b>TOTAL</b>	<b>9,60</b>	<b>0,8</b>

Figura 7. Porcentaje de contribución de Residuos Cortopunzantes por Área



Para la caracterización de los demás residuos peligrosos, se tuvo en cuenta la información suministrada en los certificados por las empresas: ASEI y RECATAM, encargadas de la recolección, tratamiento y disposición de los mismos. Cabe señalar, que a continuación, se muestran datos promedio de generación y pueden variar según sea la carga de producción.

Tabla 49. Generación Promedio de RESPEL en CORRUMED S.A.

CENTRO GENERADOR	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	CANTIDAD (KG)	UNIDAD
Taller	Cartón impregnado con grasas y aceites	<b>Clase 4.1.</b> Sólido Inflamable	15,9	<b>Kg/Mes</b>
	Estopa impregnada con grasa y solventes	<b>Clase 4.1.</b> Sólido Inflamable	10,9	<b>Kg/Mes</b>
Montacargas y lubricación	Aceites Usados	<b>Clase 3.</b> Líquido Inflamable	1,5	<b>Kg/Mes</b>
Iluminación Empresa	Tubos y bombillas de lámparas fluorescentes	<b>Clase 9.</b> Sustancias peligrosas diversas	2,8	<b>Kg/Mes</b>
Prelistamiento Muestras Laboratorio	Cuchillas usadas de Bisturí	Residuo Cortopunzante	0,8	<b>Kg/Mes</b>
Varios	Baterías y pilas usadas, tarjetas electrónicas	<b>Clase 9.</b> Sustancias peligrosas diversas	0,5	<b>Kg/Mes</b>
<b>TOTAL</b>			<b>32,4</b>	

Figura 8. Distribución en porcentaje de los Residuos Peligrosos según el tipo.

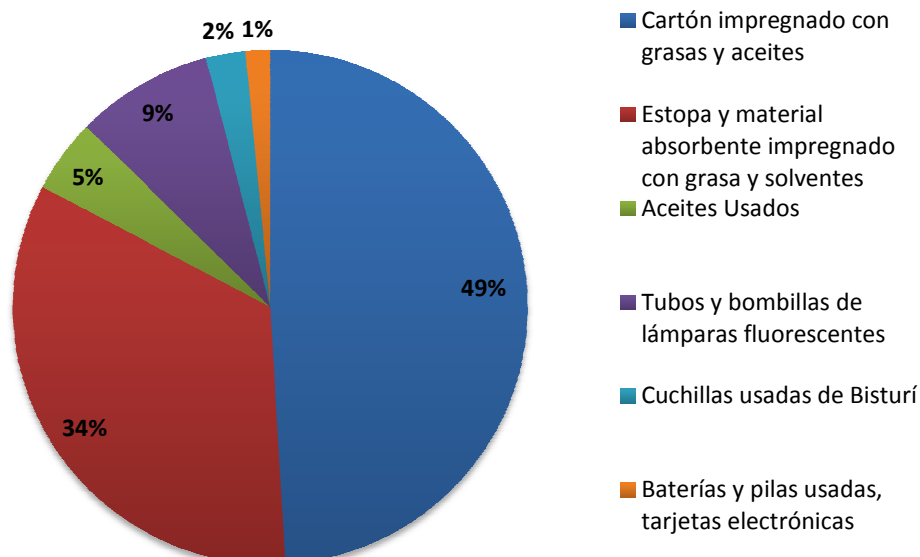


Tabla 50. Registros de entrega de Cuñetes Plásticos de 5 gal con residuos de Tinta.

MES	CANTIDAD (ud)
Junio	35
Julio	457
Agosto	0
Septiembre	347
<b>PROMEDIO</b>	<b>210</b>

#### 3.4.2.2.6.4. Residuos Metálicos

Tabla 51. Registros de entrega de Residuos Metálicos

MES	CANTIDAD (KG)
Junio	689
Julio	369
Agosto	272
Septiembre	288
Octubre	287
<b>PROMEDIO</b>	<b>381</b>

**Nota:** La generación promedio de tambores metálicos de 55 galones fue estimada en 10 tambores/mes.

#### 3.4.2.2.6.5. Cenizas del Carbón

El carbón adquirido en CORRUMED S.A., proviene de la mina La Bonita, ubicada en el municipio de Amagá. El análisis de laboratorio realizado a dicho carbón, muestra que tiene un porcentaje de cenizas de 2.7 %. Entonces la generación mensual teórica de cenizas para un consumo mensual promedio de 90.000 kg, debería ser de 2.430 kg.

Sin embargo, analizando la generación real, se encontró que en promedio se generan 5 bultos diarios, cada uno con un peso de 40 kg, para un total de 200 kg diarios ó 5.200 kg mensuales de ceniza. Esto muestra que el porcentaje real de materia residual que resulta del proceso de combustión en la caldera es del 5.8 %.

Esto significa, que hay un 3.1 % de carbón aprovechable que se estaría perdiendo por fallas operacionales o mecánicas de la caldera, y que en promedio equivaldrían a 2.790 kg de carbón, 17'962.020 de Kcal de energía, y costos de \$ 488.250 pesos mensuales.

*Tabla 52. Estimación Promedio de Generación Semanal y Mensual de Residuos Sólidos en CORRUMED S.A. (sin tener en cuenta el desperdicio de cartón del proceso)*

TIPO DE RESIDUO	PROMEDIO DE GENERACIÓN (KG/SEMANA)	PROMEDIO DE GENERACIÓN (KG/MES)	% PORCENTAJE PESO	DATO TÍPICO PESO ESPECÍFICO (KG/M <sup>3</sup> )	PROMEDIO DE GENERACIÓN (M <sup>3</sup> /MES)	% PORCENTAJE VOLUMEN
Cartón	4,86	19	1,3	50	0,38	3,6
Vidrio	0,78	3	0,2	196	0,015	0,1
Papel	9,01	36	2,5	89	0,40	3,8
Plástico	47,52	190	13,3	65	2,92	27,5
Ordinarios	184,4	738	51,8	131	5,63	52,9
Biodegradables	7,21	29	2,0	291	0,10	0,9
Peligrosos	8,1	32,4	2,1	-	-	-
Metálicos	95,2	381	26,7	320	1,19	11,2
<b>TOTAL</b>	<b>356</b>	<b>1426</b>	<b>100</b>		<b>10,65</b>	<b>100</b>

Figura 9. Porcentaje de contribución en peso de Residuos Sólidos según el tipo.

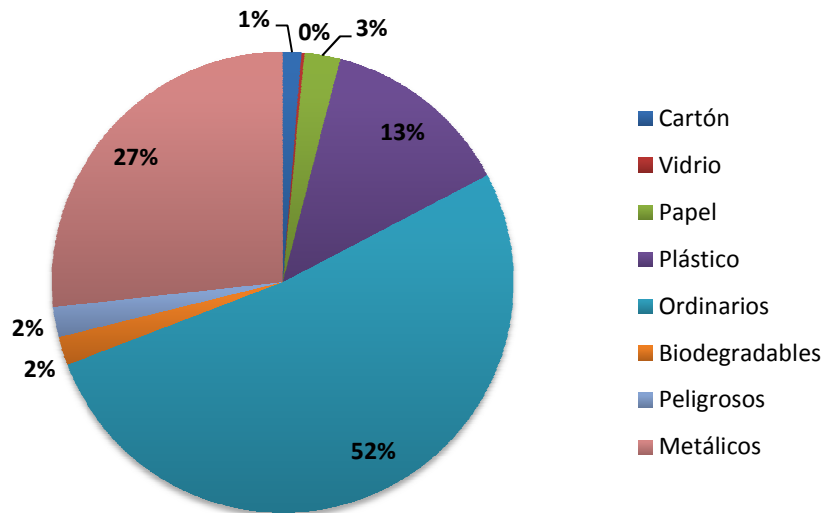
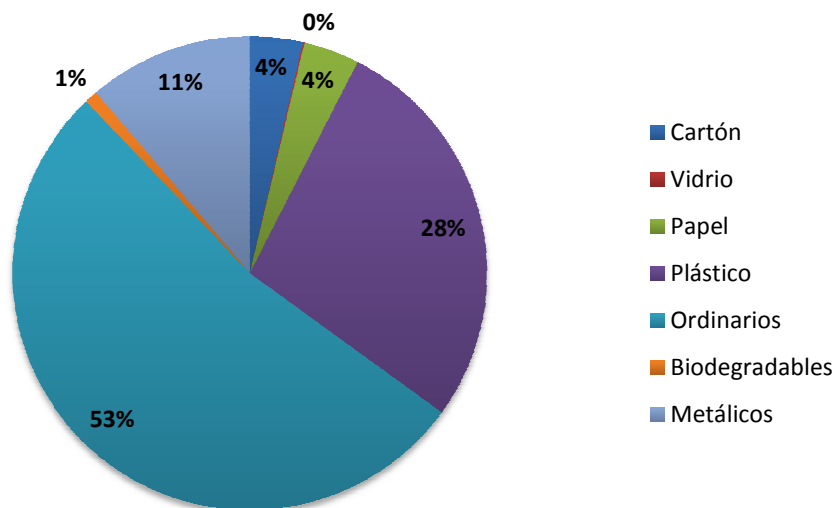


Figura 10. Porcentaje de contribución en volumen de Residuos Sólidos por tipo.



### 3.4.2.3. Implementación de subprogramas

#### 3.4.2.3.1. Separación y reducción en la fuente.

Reducción en la fuente es la separación de los residuos reciclables en su punto de origen. Lo que se busca es que los materiales reciclables no estén contaminados con el resto de los residuos sólidos.

Esto se hará mediante la clasificación manual de los residuos sólidos, por parte de cada generador, en recipientes de diferentes colores según sea el tipo.

Para ello, se dispondrán las canecas de colores faltantes con bolsas de su respectivo color, y se señalarán adecuadamente, suministrando la información sobre el residuo correspondiente que se debe depositar a cada recipiente así:

Figura 11. Campaña de separación en la fuente CORRUMED S.A.



Figura 12. Residuos Ordinarios



Figura 13. Papel y Cartón



Figura 14. Residuos Plásticos



Figura 15. Residuos Biodegradables



Figura 16. Residuos Peligrosos



Figura 17. Residuos Metálicos



Los recipientes señalizados están dispuestos en los centros de generación anteriormente identificados:

- Planta de rollos.
- Planta del corrugador.
- Taller.
- Planta de producto terminado.
- Zona de despachos.
- Comedor.
- Zonas administrativas.

Cabe señalar que otras formas de separación en la fuente que se podrán implementar en la empresa son: utilizar las 2 caras de las hojas del papel, hacer un mayor uso de la comunicación electrónica y evitar la generación misma de los residuos desde el origen (prescindir del uso de empaques y bolsas si no es necesario)

#### **3.4.2.3.2. Campaña de capacitación y concientización.**

Con este programa, se pretende presentar formalmente la gestión del PMIRS a los dueños y empleados de CORRUMED S.A., con el fin de generar un proceso de sensibilización al interior de la empresa que resalte la importancia de la separación y el manejo integral de los residuos sólidos, e identifique los impactos ambientales que se derivarían como consecuencia de una mala disposición de los mismos, así como los beneficios ambientales, sociales y económicos que se obtendrían con la implementación de prácticas de gestión ambiental y producción más limpia.

Tabla 53. Programación de la capacitación.

<b>TÍTULO</b>	¡Cuidemos el medio ambiente, separemos los Residuos Sólidos adecuadamente!
<b>TEMA A TRATAR</b>	Separación de los Residuos Sólidos en CORRUMED S.A.
<b>FECHA</b>	05 de Agosto de 2010
<b>LUGAR</b>	Salón de Juntas CORRUMED S.A.
<b>OBJETIVOS DEL PROGRAMA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concientizar al personal de la empresa, sobre los impactos ambientales que genera el manejo inadecuado de los residuos sólidos.</li> <li>• Resaltar los beneficios ambientales, sociales y económicos que se derivan de una buena separación de los residuos sólidos.</li> <li>• Capacitar al personal de la empresa sobre la forma adecuada de separar los residuos sólidos.</li> </ul>
<b>RESPONSABLE</b>	Sebastián Gutiérrez Flórez – Coord. Gestión Ambiental
<b>DURACIÓN</b>	30 – 40 minutos aprox.
<b>MATERIAL DE APOYO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador portátil.</li> <li>• Proyector Video beam.</li> <li>• Folletos y material didáctico.</li> </ul>
<b>TEMARIO</b>	
<p>1. INTRODUCCIÓN</p> <p>1.1 Definición de conceptos claves.</p> <p>1.1.1 ¿Qué es gestión ambiental?</p> <p>1.1.2 ¿Qué es un PMIRS?</p> <p>1.1.3 ¿Qué es un Residuo Sólido?</p> <p>2. CÓMO SE CLASIFICAN LOS RESIDUOS SÓLIDOS</p> <p>2.1 Residuos Peligrosos</p> <p>2.2 Residuos No Peligrosos</p> <p>3. PROBLEMAS AMBIENTALES DE UN MANEJO INADECUADO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</p> <p>3.1 Datos de interés</p> <p>4. BENEFICIOS DE REALIZAR UN ADECUADO MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</p> <p>4.1 Beneficios Ambientales</p> <p>4.2 Beneficios Económicos</p> <p>5. PROGRAMA DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE</p> <p>5.1 ¿Cómo debemos separar los Residuos Sólidos? - Entrega de folleto</p>	

#### **3.4.2.3.3. Transporte interno.**

Como la recolección de los residuos sólidos, por parte de la empresa de aseo se efectúa los días martes, jueves y sábados, en las horas de la mañana, el transporte interno de los residuos se efectuará los lunes, miércoles y viernes en las horas de la tarde, para dejar todo organizado para la recolección, el día posterior.

El transporte interno lo efectuará el empleado que se ocupe del aseo general de la planta u oficinas varios, y se realizará de manera manual, o en carretas o contenedores rodantes si el caso lo amerita, separando las bolsas verdes (residuos ordinarios) que se llevarán al sitio de disposición final de la empresa (lugar donde llega el camión de la empresa de aseo), de las azules (residuos plásticos reciclables) que se llevarán a un sitio de almacenamiento temporal.

Los residuos de papel, se llevarán manualmente o mediante contenedores rodantes a la embaladora junto con el desperdicio de cartón del proceso, para que sean triturados, compactados y dispuestos en pacas. Las pacas embaladas, tendrán un peso que oscila en un rango de 600 a 800 kg. Estas serán transportadas internamente, mediante un montacargas y un malacate, a la zona de almacenamiento de rollos, donde serán acopiadas y amontonadas por un periodo suficiente, tal que haya una cantidad considerable y llegue el camión de recolección (en promedio durante 3 o 4 días).

Las canecas vacías que contienen residuos de las tintas provenientes del proceso de impresión, se transportarán manualmente y se dispondrán en un sitio marcado para tal fin.

#### **3.4.2.3.4. Almacenamiento**

Los residuos ordinarios no tendrán ningún sitio de almacenamiento dado que la frecuencia de recolección es suficiente como para entregarlos de manera continua cada vez que llegue el camión de la empresa de aseo.

Los residuos reciclables (plástico y vidrio), se llevarán a un sitio de almacenamiento temporal ubicado en las instalaciones de la empresa. Este lugar estará señalizado, aislado de la planta, presentará ventilación natural e iluminación, paredes lisas de fácil limpieza, piso duro y fácil de limpiar, y tendrá drenajes, de manera que favorezca las condiciones para tal fin. El período de acumulación de estos residuos en este sitio será de 20 días, periodo en el cual se programaría la recolección de los mismos.

La chatarra será acumulada en las canecas del taller durante 20 días, y será despachada junto con los residuos plásticos reciclables.

Los residuos peligrosos (estopas y cartones impregnados con grasa) también serán acumulados en una caneca del taller, y los tubos fluorescentes u otros RESPEL, tendrán espacios especiales de almacenamiento y acopio en el taller y en la bodega del almacén, hasta que se programe la recolección por parte de ASEI.

Las canecas vacías que contienen residuos de las tintas provenientes del proceso de impresión, se arrumarán y almacenarán en un sitio marcado dentro de las instalaciones de la empresa, durante un tiempo suficiente de acumulación, para programar su recolección (1 mes).

Se dispondrán de 2 básculas en las instalaciones de la empresa, que nos permitirán cuantificar los residuos sólidos aprovechables y peligrosos de manera que la entrega al receptor sea efectiva.

#### **3.4.2.3.5. Recolección y transporte.**

La recolección de los residuos sólidos ordinarios se efectúa los días martes, jueves y sábados, en las horas de la mañana, por parte de la empresa de aseo INTERASEO S.A. E.S.P. – ASEO SIDERENSE.

La entrega y venta de los residuos reciclables (plásticos, vidrio y chatarra) será programada con anticipación y serán entregados a la persona que los transportará al centro de acopio y reciclaje cercano. La cuantificación, valorización y comercialización de los residuos se hará dentro de las instalaciones de la empresa.

La recolección de las pacas de desperdicio se efectuará en promedio cada 3 o 4 días por un camión de la empresa LATIN PACK ó PAPELES Y CORRUGADOS ANDINA S.A.

Los residuos peligrosos que se generan en el taller tendrán un seguimiento periódico, y será programada anticipadamente su recolección por parte de la empresa ASEI más o menos una vez al mes (la frecuencia de recolección puede variar si el caso lo amerita).

Las canecas vacías que contienen residuos de las tintas provenientes del proceso de impresión, serán comercializadas a RECATAM, empresa que se encargará de su recolección y transporte hasta el sitio de disposición final donde se les hará tratamiento y reconstrucción.

#### **3.4.2.3.6. Disposición final.**

Los residuos ordinarios generados en CORRUMED S.A. serán recolectados y transportados por la empresa de aseo INTERASEO S.A. E.S.P. – ASEO SIDERENSE., y tendrán disposición final en el relleno sanitario La Pradera, ubicado en el municipio de Don Matías, ya que este tipo de residuos no tienen ningún uso potencial.

Los residuos reciclables (plástico y chatarra) se llevarán a un centro de reciclaje cercano ubicado en el sector aldeaño (CHATARRERÍA LA TABLAZA – Compraventa de excedentes industriales). Esta empresa se encargará de comercializarlos, para su respectivo aprovechamiento y reincorporación como materia prima en otros procesos productivos.

Las pacas de desperdicio de papel y cartón serán despachadas a las plantas molino de las empresas PAPELES Y CORRUGADOS ANDINA S.A. y LATINPACK de la ciudad de Bogotá, Colombia. Estas utilizan los excedentes industriales de papel y cartón recuperados, para fabricar papel reciclado, materia prima de su proceso productivo de fabricación de cartón corrugado. Así mismo el papel lo comercializan a importantes empresas cartoneras de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali, incluyendo CORRUMED S.A.

La empresa encargada de la disposición final de los residuos peligrosos será ASEI S.A.S., la cual realizará tratamiento térmico de los mismos (Incineración).

Las canecas vacías que contienen residuos de las tintas provenientes del proceso de impresión, tendrán disposición final en las instalaciones de RECATAM Ltda., empresa que les realizará tratamiento y reconstrucción para su posterior uso y comercialización.

Ambas empresas, ASEI S.A.S y RECATAM Ltda., otorgarán el certificado respectivo de tratamiento y manejo ambiental de los residuos que se despacharán a sus instalaciones.

### 3.4.2.4. Análisis de Resultados

#### 3.4.2.4.1. Beneficios Ambientales

Como se puede observar, la implementación del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) en CORRUMED S.A., tendrá un impacto positivo en materia ambiental ya que permitirá la disminución en el volumen de residuos sólidos que mensualmente tendrán disposición final en el relleno sanitario.

*Tabla 54. Cuantificación Mensual Promedio de los Materiales Aprovechables*

<b>TIPO DE RESIDUO</b>	<b>CANTIDAD KG/MES</b>	<b>CANTIDAD m<sup>3</sup>/MES</b>
Cartón Desperdicio	150.097	3.002
Cartón Act. Domésticas	19	0,38
Vidrio	3	0,015
Papel	36	0,40
Plástico	190	2,92
Metálicos	381	1,19
Cuñetes Plásticos	210	4,20
Tambores Metálicos	10	2,08
<b>TOTAL</b>	<b>150.946</b>	<b>3.013</b>

Entonces, con la implementación del plan, se evitaría que mensualmente, llegaran al relleno sanitario **150.946 kg ó 3.013 m<sup>3</sup>** de residuos sólidos, provenientes del proceso productivo de CORRUMED S.A., y que podrían reincorporarse en otros procesos productivos mediante el aprovechamiento y reciclaje.

De esta manera, se contribuye a una reducción en los impactos negativos sobre el ambiente, como son:

- La disminución del período de vida útil de los rellenos sanitarios.
- La proliferación de vectores de enfermedades infecciosas (ratas, cucarachas, moscas, mosquitos)
- La generación de malos olores.
- La generación de gases de efecto invernadero como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S por la descomposición de la materia orgánica.
- La infiltración de lixiviados hacia las aguas subterráneas.
- Los problemas paisajísticos y estéticos.

#### 3.4.2.4.2. Beneficios Económicos

Por otro lado, el plan también generará incentivos económicos en la empresa y se establecerán los primeros pasos para la ejecución de políticas de producción más limpia y sistemas de gestión, con miras a futuras certificaciones ambientales en la empresa.

*Tabla 55. Cuantificación mensual de los Beneficios Económicos (Entradas)*

CONCEPTO	CANTIDAD PROMEDIO DE GENERACIÓN	UNIDAD	PRECIO VENTA (\$/UD)	VALOR (\$/MES)
Venta de Desperdicio de Cartón	150.097	kg/mes	550	82'553.350
Venta de Cartón Act. Domésticas	19	kg/mes	550	10.450
Venta de Vidrio	3	kg/mes	60	180
Venta de Papel	36	kg/mes	550	19.800
Venta de Plástico	190	kg/mes	200	38.000
Venta de Residuos Metálicos	381	kg/mes	300	114.300
Venta de Cuñetes Plásticos	210	Ud/mes	300	63.000
Venta de Tambores Metálicos	10	Ud/mes	6.000	60.000
			<b>TOTAL</b>	<b>82'859.080</b>

Tabla 56. Cuantificación mensual de los Costos (Salidas)

CONCEPTO	CANTIDAD PROMEDIO DE GENERACIÓN	UNIDAD	COSTO (\$/Ud.)	VALOR (\$/MES)
Tasa de Aseo	8,46	m <sup>3</sup> /mes	39.000	330.000
Tasa de Recolección de RESPEL	33,6	kg/mes	1750	59.000
			<b>TOTAL</b>	<b>389.000</b>

Tabla 57. Diferencia de Entradas – Salidas

CONCEPTO	VALOR (\$/MES)
Entradas	82'859.080
Salidas	-389.000
<b>SALDO</b>	<b>82'470.080</b>

Es así, como se pueden obtener beneficios económicos de **\$ 82'470.000** mensuales, con la aplicación del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos en CORRUMED S.A., y se demuestra que al incluir la variable ambiental en las actividades económicas y productivas, se estimula, no sólo la consolidación de una cultura limpia y sostenible, sino también rentable.

#### **4. CONCLUSIONES**

- Se realizó un diagnóstico ambiental inicial del estado de la empresa en materia ambiental.
- Se estableció una política ambiental, en la cual la empresa fijó metas en cuanto al nivel de responsabilidad y desempeño ambiental que desea alcanzar.
- Se esquematizó el diagrama de flujo del proceso productivo, para identificar puntos de interés ambiental.
- Se identificaron los procesos impactantes, así como los aspectos e impactos ambientales derivados de estos.
- Se identificaron los requisitos legales ambientales aplicables.
- Se establecieron objetivos y metas ambientales.
- Se formularon e implementaron programas de gestión ambiental.

El plan de gestión ambiental tuvo un impacto positivo dentro de la empresa y dentro de la zona de influencia directa de la misma.

El diagnóstico ambiental inicial realizado fue de gran ayuda para la evaluación del estado actual de la empresa y fue el punto de partida para la formulación de programas de mejora.

El desempeño de los programas que se están implementando, se verificarán en el tiempo a través de los indicadores de gestión propuestos. Sin embargo desde ya se pueden observar los beneficios ambientales y económicos que genera la aplicación del plan de gestión en una empresa del sector industrial cartonero.

## **5. RECOMENDACIONES**

El éxito en la implementación de este tipo de planes dependerá de la continuidad de su ejecución en el tiempo, la mejora continua, y la integración con otros tipos de sistemas y programas, que pretendan disminuir de manera significativa la afectación de esta actividad industrial sobre el medio ambiente.

En materia de gestión ambiental hay mucho por hacer. Lo realizado en este proceso, es un mínimo de acciones por aplicar. Se recomienda entonces, continuar con la aplicación del Plan de Gestión Ambiental propuesto, y desarrollar nuevas alternativas, que estén vinculadas, en pro del desarrollo sostenible y de la disminución de los impactos ambientales generados por la empresa.

El plan de Gestión ambiental en CORRUMED S.A., servirá además como punto de partida para la implementación de un sistema de gestión ambiental con mira a la certificación ISO 14000.

## BIBLIOGRAFÍA

GONZALEZ, Carolina. Generalidades del proceso de producción del cartón. La Estrella. CORRUMED S.A. 2008. 64 p.

LOPEZ, Claudia Yaneth. Instructivo de producción. CORRUMED S.A. La Estrella. 2008. 71 p.

\_\_\_\_\_. Gestión de la calidad. La Estrella. CORRUMED S.A. 2008. 52 p.

\_\_\_\_\_. Análisis de materias primas. La Estrella. CORRUMED.2010. 37 p.

CORRUMED S.A. Registro histórico de desperdicio. La Estrella. CORRUMED S.A. 2010. 501 p.

\_\_\_\_\_. Informe diario de producción. La Estrella. CORRUMED S.A.2010.210 p.

\_\_\_\_\_. Registro histórico de consumo de agua. La Estrella. CORRUMED S.A.2010. 25 p.

\_\_\_\_\_. Registro histórico de consumo de energía eléctrica. La Estrella. CORRUMED S.A. 2010. 12 p.

\_\_\_\_\_. Registro histórico de consumos de materias primas e insumos. La Estrella. CORRUMED S.A. 2010. 9 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 1594 de 1984. Santafé de Bogotá. 1984. 52 p.

\_\_\_\_\_. Resolución 909 de 2008. Santafé de Bogotá. 2008.36 p.

\_\_\_\_\_. Resolución 0627 de 2006. Santafé de Bogotá. 2006.30 p.

ISO. Norma Internacional ISO 14000. Geneva, Suiza. 2004. 52 p

## ANEXOS

### ANEXO A. Registro Fotográfico PMIRS

*Imagen 10. Señalización separación en la fuente canecas*



*Imagen 11. Pesaje de los Residuos sólidos báscula*



*Imagen 12. Separación manual de residuos sólidos jornada de caracterización*



Imagen 13. Pesaje residuos cortopunzantes



Imagen 14. Señalización de RESPEL y residuos metálicos.



Imagen 15. Rotulación de RESPEL



Imagen 16. Volantes de sensibilización sobre separación en la fuente.



*Imagen 17. Transporte interno de desperdicio de cartón del proceso.*



*Imagen 18. Embalaje de desperdicio de papel y cartón.*



*Imagen 19. Almacenamiento temporal de pacas embaladas*

