

**PROPUESTA DE APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA COMO  
ESTRATEGIA AMBIENTAL COMPETITIVA E INTEGRADA EN LAS  
MANUFACTURAS DE CUERO EN UN CASO PRÁCTICO: “EMPRESA  
SURAMERICANA DE GUANTES LTDA”.**

**BRAYANT CASTILLO GONZALEZ  
LYNN KAREN RENDÓN JARAMILLO**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y ESTADISTICA  
PALMIRA  
2013**

**PROPUESTA DE APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA COMO  
ESTRATEGIA AMBIENTAL COMPETITIVA E INTEGRADA EN LAS  
MANUFACTURAS DE CUERO EN UN CASO PRÁCTICO: “EMPRESA  
SURAMERICANA DE GUANTES LTDA”.**

**BRAYANT CASTILLO GONZALEZ  
LYNN KAREN RENDÓN JARAMILLO**

**Trabajo de grado presentado para optar por el título de:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
PALMIRA  
2013**

**Nota de Aceptación:**

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado:**

---

**Firma del jurado:**

---

**Firma del jurado:**

---

**Cali, Mayo de 2013**

## DEDICATORIAS

A Dios,

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y espíritu en esas tareas difíciles donde la vida me pone a prueba y por haber puesto en mi camino todas esas personas que ayudaron a que este trabajo de grado saliera adelante.

A mi madre María Cecilia, por darme la vida, creer en mí y ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi hermano William Fernando y a mi padre William Rendón, por guiarme en el camino y ser ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan, además por ser mis mejores amigos.

A mis tías, por sus consejos y mensajes de aliento para no dar vuelta atrás.

A todos mis amigos: los del colegio, los de la universidad, los del trabajo, los de la vida...a todos y cada uno de ellos que de una u otra manera han edificado mi vida hasta hoy.

A la Universidad del Valle y sus profesores: quienes participaron activamente en mi formación académica y personal y me dieron la oportunidad de vivir esta maravillosa etapa de mi vida que concluye con la entrega de este proyecto.

A todos aquellos que por tiempo y espacio se me quedan sin mencionar, pero que de alguna manera han tenido participación en el desarrollo de mi vida y eso los hace merecedores de un agradecimiento de mi parte.

**LYNN KAREN RENDÓN JARAMILLO**

## **DEDICATORIAS**

A la vida,

Por darme la oportunidad de experimentar y ser, a mi novia por ser mi motor anímico para seguir adelante y nunca rendirme en la lucha más grande de mi vida y en la consecución de los objetivos que se plantearon dentro del presente documento.

A mi Padre por entregarme todo su apoyo y confianza para lograr superar los desafíos que enfrente durante el desarrollo de este proyecto, por sus consejos y por su impulso constante frente a los momentos más oscuros y difíciles.

A mi Madre por ser mi mentora y mi amiga, por ser soporte y fuente de convicción frente a todos los retos enfrentados, por su crítica constructiva y por su profunda creencia en mis capacidades.

A mi hermana por su convicción en la lucha contra mis descuidos, por ser mi ídolo profesional y por encontrar siempre en ella una frase llena de verdad.

A la Universidad del Valle por darme la de desarrollarme como profesional, a los profesores que participaron en mi formación y fueron motivación para superar los obstáculos a través de los años, por acompañarme y por brindarme su disposición cuando fueron consultados.

A todos aquellos que por una u otra razón no alcanzo a mencionar pero que participaron en la superación de los obstáculos encontrados durante todo mi proceso formativo.

**BRAYANT CASTILLO GONZALEZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al ingeniero Christian Campo, por brindarnos su apoyo, tiempo, dedicación y esfuerzo en el desarrollo del trabajo de grado en su totalidad.

Al ingeniero Jimmy Dávila, por brindarnos su apoyo y dedicación en el desarrollo de la idea del presente proyecto.

A la empresa Suramericana de Guantes Ltda., en especial al Señor Gilberto Mora por haber escuchado nuestra propuesta, y permitirnos conocer su proceso productivo, resolvernos dudas y retroalimentarnos en todo momento.

**LYNN KAREN RENDON Y BRAYANT CASTILLO**

**GLOSARIO**

**Carnaza.** Cara interna de la piel que está en contacto con el músculo y grasa del animal.

**Cuero.** Es la piel de los animales transformada en una sustancia inalterable, que se obtiene mediante los procedimientos del curtido.

**Curtido.** Proceso por el cual una piel sometida a la acción de agentes químicos adquiere propiedades de resistencia a la degradación, y se transforma en cuero.

**Curtiembre, curtiduría o teneduría.** Es el lugar donde se realiza el curtido, proceso que convierte las pieles de los animales en cuero. Las cuatro etapas del proceso de curtido de las pieles son: limpieza, curtido, recurtimiento y acabado. Se debe quitar el pelo, curtir con agentes de curtimiento y tinturar, para producir el cuero terminado.

**Producción más limpia (PML).** Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente. Esta estrategia involucra típicamente la modificación de procesos de producción, usando un acercamiento de análisis de ciclo de vida, y resultando en resolver las necesidades del cliente con los productos y servicios más ambientalmente compatibles. La PML también brinda ahorros económicos tangibles y beneficios financieros. Conceptos paralelos a la PML son: prevención de la contaminación, minimización de residuos, ecoeficiencia y productividad verde.

**Residuo.** Está definido como todo material resultante de un proceso de fabricación, transformación, utilización o consumo, cuando su poseedor o productor lo destina al abandono.

**Reutilizar.** Volver a utilizar el residuo en su forma de insumo original.

## CONTENIDO

Pág.

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
2. JUSTIFICACION .....	10
3. OBJETIVOS .....	11
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	11
4. MARCO TEÓRICO.....	12
4.1 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	12
4.1.1 Antecedentes de Producción más Limpia. ....	12
4.1.2 Definición de Producción más Limpia. ....	12
4.1.3 Desarrollo de la Producción más Limpia .....	13
4.1.4 Estrategias para la implementación de la Producción más Limpia. ...	13
4.2 MARCO JURÍDICO DE REFERENCIA .....	14
4.2.1 Política de Producción más Limpia. ....	14
4.2.2 Objetivo global de la Política de PML.....	14
4.2.3 Objetivos específicos de la Política de PML.....	15
4.2.4 Estrategias para desarrollo de la Política de PML.....	15
4.2.5 Legislación relacionada a la Producción más Limpia .....	15
4.2.6 Política Nacional Ambiental educativas ambientales. ....	15
4.3 HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (CONCEPTOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL)..	18
4.3.1 Proceso de producción.....	18
4.3.2 Operación unitaria .....	18
4.3.3 Eficiencia de los procesos productivos.....	18
4.4 HERRAMIENTAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS .....	19
4.4.1 Diagrama de flujo del proceso.....	19
4.4.2 Balance de masa y energía.....	19
4.4.3 Estudio de tiempos y movimientos (Medición del Trabajo). ....	20
4.4.4 Herramientas estadísticas de análisis de datos. ....	23
4.4.5 Simulación Montecarlo .....	24
5. ESTADO DEL ARTE.....	26

5.1	LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS	26
5.2	CASOS DE APLICACIÓN DE PML .....	27
5.2.1	Producción más limpia en la cadena productiva del cuero.....	29
5.2.2	Simulación de procesos .....	30
6.	CARACTERIZACION DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	31
6.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE GUANTES .....	33
6.1.1	Troquelado de piezas.....	34
6.1.2	Separado y Encarado de piezas troqueladas.....	34
6.1.3	Confección (armado y cerrado).....	35
6.1.4	Volteado.....	37
6.1.5	Control de calidad, almacenamiento final y/o despacho .....	37
7.	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA ....	38
7.1	ETAPA 1: ESTABLECIMIENTO DE COMPROMISOS GENERALES DE LA EMPRESA .....	38
7.2	ETAPA 2: ANÁLISIS DE LAS ETAPAS DEL PROCESO .....	39
7.2.2	Estudio de Tiempos. Los pasos necesarios para mejorar un centro de trabajo son:.....	40
7.2.3	Identificación de causas de ineficiencia en los procesos.....	44
7.3	ETAPA 3: GENERACIÓN DE OPORTUNIDADES DE PML .....	45
7.3.1	Identificación de consumo de materias primas y fuentes generadoras de subproductos y/o residuos.....	45
7.3.2	Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales.....	54
7.3.3	Formulación de Alternativas de PML.....	59
7.4	ETAPA 4: SELECCIÓN DE SOLUCIONES DE PML.....	59
7.5	FORMULACION DE OPORTUNIDADES DE PML .....	60
7.6	EVALUACIÓN TÉCNICA: Aspectos Productivos y Ambientales .....	61
7.7	SELECCIÓN DE OPCIONES DE PML.....	68
7.8	CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN.....	69
7.9	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	70

7.9.1	Análisis de factibilidad de Implementación de una maquina Volteadora de Guantes que unifique 2 elementos del proceso de fabricación del guante tipo ingeniero.....	70
7.9.2	Flujo de caja (escenario optimista) .....	72
7.9.3	Flujo de caja (escenario pesimista) .....	73
7.9.4	Propuesta de diagnóstico y cambio de luminarias en el área de confección con el fin de mejorar la eficiencia energética generando ahorro: ..	74
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	79
	BIBLIOGRAFIA.....	82
	ANEXOS.....	82

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Información estadística referente al estudio de tiempos.....	86
Anexo 2. Plan de manejo de residuos sólidos para la fabricación del guante tipo ingeniero .....	922
Anexo 3. Metodología para la generación de indicadores de gestión.....	108
Anexo 4. Procedimiento para Evaluación de aspectos ambientales.....	118

## **LISTA DE TABLAS**

Pág.

Tabla 1. Descripción del indicador de eficiencia del proceso de troquelado del guante tipo ingeniero .....	5
Tabla 2. Indicador de eficiencia del proceso de armado para guante tipo ingeniero. ....	6
Tabla 3. Indicador de eficiencia del proceso de Cerrado del guante tipo ingeniero .	7
Tabla 4. Indicador de eficiencia del proceso de Volteado del guante tipo ingeniero	8
Tabla 5. Marco legislativo que estructura la política de producción más limpia en Colombia.....	17
Tabla 6. Número recomendado de ciclos de observación en estudio de tiempos.	21
Tabla 7. Distribución de alternativas de mejoramiento para la aplicación de la PML en 14 empresas de Colombia .....	28
Tabla 8. Registro y datos estadísticos de prueba piloto.....	42
Tabla 9. Suplementos por elemento para la fabricación de guante tipo ingeniero.	43
Tabla 10. Descripción de las variables de los suplementos constantes y variables para estudios de tiempos y movimientos .....	44
Tabla 11. Balance de masa para el proceso de Troquelado.....	46
Tabla 12. Balance de masa para el proceso de Confección .....	47
Tabla 13. Balance de masa para el proceso de Confección.....	48
Tabla 14. Balance de masa para el proceso de Confección.....	49
Tabla 15. Balance de masa para el proceso de Confección (cerrado). ....	50
Tabla 16. Balance de masa para el proceso de Volteado dedos. ....	51
Tabla 17. Balance de masa para el proceso de Volteado del guante. ....	52
Tabla 18. Balance de masa para el proceso de Embalaje.....	53
Tabla 19. Matriz de Evaluación de Aspectos Ambientales .....	55
Tabla 19. Parámetros de elaboración del flujo de caja. ....	71
Tabla 20. Consumo en kW/h de los años 2011 y 2012.....	76
Tabla 21. Consumo en kW/h por docena.....	77
Tabla 22. Comparativa consumo de luminarias.....	78
Tabla 23. Consumo de materias primas por fabricación de guantes (par).....	86
Tabla 24. Suplementos constantes y variables.....	87
Tabla 25. Tiempos observados en la operación de troquelado .....	88
Tabla 26. Tiempos observados en la operación de doceneo y confección .....	89
Tabla 27. Tiempos observados en la operación de confección y terminado.....	90
Tabla 28. Cálculo del tiempo normal y estándar para los elementos del proceso de fabricación de guantes en la empresa Suramericana de Guantes Ltda.....	91
Tabla 29. Materias primas utilizadas Proceso de fabricación de guante tipo ingeniero .....	94

Tabla 30. Residuos generados en la fabricación de guante tipo ingeniero.....	94
Tabla 31. Acciones para reducción en la fuente .....	97
Tabla 32. Pasos para desarrollar el correspondiente diagnostico.....	100
Tabla 33. Métodos de aprovechamiento de residuos. ....	105
Tabla 34. Indicadores de gestión y manejo de residuos .....	106
Tabla 35. Diagnóstico de la cada unidad .....	109
Tabla 36. Identificación grupos de interés externos.....	109
Tabla 37. Identificación de procesos o elementos a evaluar .....	109
Tabla 38. reducción de variables .....	110
Tabla 39. Parámetros para la definición de criterios de jerarquización de las medidas. ....	112
Tabla 40. Criterios de jerarquización de los indicadores.....	112
Tabla 41. Calificación y/o ponderación de los criterios de jerarquización basados en la vinculación de las personas seleccionadas con la unidad de análisis objeto de estudio. ....	112
Tabla 42. Jerarquización de criterios de acuerdo a la puntuación .....	113
Tabla 43. Ponderación de criterios y codificación .....	114
Tabla 44. Respuestas a interrogantes para cada criterio establecido.....	114
Tabla 45. Valores tabulados para cada variable .....	114
Tabla 46. Variables jerarquizadas.....	115
Tabla 47. Cuestionario para la formulación de los indicadores.....	116
Tabla 48. Indicadores formulados.....	116
Tabla 49. Indicadores establecidos.....	117
Tabla 50. Perfiles de los indicadores .....	118

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Indicador de eficiencia del proceso de troquelado.....	5
Figura 2. Indicador de eficiencia del proceso de armado para el guante tipo ingeniero .....	6
Figura 3. Indicador de eficiencia del proceso de Cerrado para el guante tipo ingeniero.....	7
Figura 4. Indicador de eficiencia del proceso de Volteado para el guante tipo ingeniero.....	8
Figura 5. Nivel de servicio de Marzo a Diciembre de 2011 .....	9
Figura 6. Estrategias de Producción más limpia (PML) .....	14
Figura 7. Diagrama de flujo para elaboración del balance de masa .....	20
Figura 8. Avances conceptuales en la Producción más Limpia como estrategia de gestión ambiental preventiva. ....	27
Figura 9. Presenta un diagrama de flujo de los residuos generados durante el proceso de fabricación de guante tipo ingeniero.....	95
Figura 10. Clasificación de los recipientes para la separación de residuos por color y tipo. Fuente: GTC-024 .....	104
Figura 11. Esquema de puesta en Marcha del manejo de residuos sólidos .....	108

### **LISTA DE ILUSTRACIONES**

	Pág.
Ilustración 1. Acumulación de residuos y materias primas (telas).....	4
Ilustración 2. Acumulación de residuos al interior de la empresa (Patio).....	4

### **LISTA DE CUADROS**

Pág.

Cuadro 1. Porcentajes de los indicadores con respecto a la meta. ....	5
Cuadro 2. Porcentajes de los indicadores de armado con respecto a la meta. ....	6
Cuadro 3. Porcentajes de los indicadores de cerrado con respecto a la meta. ....	7
Cuadro 4. Porcentajes de los indicadores con respecto a la meta. ....	8
Cuadro 5. Diagrama de leyenda para el diagrama de flujo.....	32
Cuadro 6. Diagrama de proceso de troquelado de piezas.....	34
Cuadro 7. Diagrama de proceso de separado y encarado de piezas troqueladas. ....	35
Cuadro 8. Diagrama de proceso de confección.....	36
Cuadro 9. Diagrama de proceso de volteado .....	37
Cuadro 10. Diagrama de Proceso de Almacenamiento Final y/o Despacho .....	37

## RESUMEN

La producción más limpia (PML) ha venido desarrollándose como una estrategia de gestión empresarial que ayuda a la competitividad de las empresas, por medio de un enfoque preventivo busca optimizar la eficiencia de los procesos y productos de una empresa, reduciendo automáticamente los niveles de afectación al medio ambiente.

A medida en que se actué sobre las causas que ocasionan ineficiencias, mediante alternativas preventivas apropiadas, y las herramientas de la Ingeniería Industrial, se generarán ahorros de materia prima, insumos y energía, que ayudarán a mejorar la capacidad competitiva de las empresas y también su desempeño ambiental.

El presente documento presenta propuestas de producción más limpia integradas con la Ingeniería Industrial, el trabajo fue desarrollado en la empresa Suramericana de Guantes Ltda., ubicada en la ciudad de Palmira en el barrio Zamorano, las propuestas incorporaron herramientas de Ingeniería Industrial, tales como toma de tiempos, balances de masa, análisis de consumo de energía, análisis de desperdicios generados, programa de residuos y calificación de aspectos ambientales observados en la empresa.

En un principio, se efectuó el diagnóstico de la situación inicial de la empresa al analizar el proceso productivo, se orientó el trabajo al proceso de fabricación de los guantes y a las fuentes generadoras de residuos, se identificó la problemática y se crearon diferentes propuestas de solución, se comparó el desempeño actual y propuesto mediante análisis de costos y se observó que las propuestas ayudan a la empresa a minimizar costos energéticos además de optimizar la producción y ayudar a la minimización de desperdicios.

**Palabras clave:** Producción más limpia, impacto ambiental, residuos.

## **INTRODUCCIÓN**

La producción más limpia (PML), es un método que contribuye a evitar el deterioro del medio ambiente, tema que ha cobrado mucha importancia en los últimos tiempos; mediante la PML se generan ahorros en materia prima, insumos y energía, mejorando la competitividad y garantizando la viabilidad económica de las empresas; esto se traduce en la aplicación continua de una estrategia de prevención de la contaminación, considerando a la contaminación como una consecuencia de la ineficiencia de los procesos industriales, por tal motivo la PML se centra en incrementar la eficiencia en la utilización de los recursos y minimizar la generación de residuos.

Para la realización del trabajo se tomó como base general la metodología propuesta de Producción más Limpia, según el CNPMLTA (Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales) desde la Fase 1, correspondiente al Inicio y compromiso, hasta la Fase 4 de Selección de soluciones de PML, considerando sus respectivas subdivisiones y haciendo uso de las diferentes herramientas ofrecidas por la Ingeniería Industrial para su desarrollo.

El presente trabajo de grado se desarrolló en el sector de fabricación de artículos de piel, puntualmente en la empresa Suramericana de guantes Ltda., dedicada a la fabricación, comercialización y distribución de elementos para la protección personal donde su proceso productivo está centrado en la transformación del cuero proveniente de las curtiembres, este proceso presenta pocas innovaciones mecánicas y tecnológicas, además, genera grandes cantidades de residuos de cuero que son enviadas al Relleno Sanitario Presidente, ubicado en el centro del valle, en la ciudad de Buga, que presta el servicio de botadero a Palmira y a otras ciudades aledañas.

En el presente trabajo se analizan las problemáticas del alto consumo de energía, generación de residuos y cuellos de botella en la producción, que impide entregas a tiempo, donde se tienen en cuenta diferentes indicadores que de una u otra forma intervienen directamente con la problemática, debido a esto, se pretenden generar propuestas que faciliten aprovechar los recursos que la empresa posee e incrementar indicadores como el nivel de servicio al cliente, disminuyendo otros como la generación de residuos y consumo de energía.

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El proceso de fabricación de guantes involucra tres recursos claves que son: Cuero carnaza, Cuero vaqueta y Energía eléctrica; cada uno de estos recursos con problemáticas ambientales marcadas actualmente. A medida que la producción industrial se hace más grande, los recursos consumidos y los desechos generados aumentan, por ende cada vez toma mayor importancia la búsqueda de alternativas que permitan lograr un menor impacto ambiental, al mismo tiempo optimizar los recursos y mejorar el aprovechamiento de subproductos.

A partir de trabajos realizados en la empresa Suramericana de Guantes Ltda., previos a la realización del presente proyecto, se han observado diferentes problemáticas en el ámbito operativo donde se ve afectada la producción. Factores como demoras en la entrega de los productos, han llevado a la empresa a tener un costo adicional dentro del proceso de producción, por lo anterior se pretende hacer un análisis y estudio de los factores para contribuir a mejorar el proceso productivo volviéndolo más óptimo y eficiente, generando así una alternativa a los desperdicios de tiempo y energía que pueden ser útiles en las operaciones de trabajo.

Actualmente se observa una acumulación constante de sobrante de cuero en el interior de la empresa lo cual ha reducido el espacio que puede ser utilizado para otras tareas como se muestra en la ilustración 1 y 2; de modo similar, se han incrementado los costos de aseo al tener que pagar por el desalojo de los residuos ordinarios, no obstante, los sobrantes una vez son trasladados de la empresa a los rellenos sanitarios, comienza un proceso muy lento de descomposición, y genera un impacto negativo al medio ambiente, puesto que el cuero cuando es tratado pasa de ser un componente orgánico a sintético por la transformación y aditivos que se agregan a las pieles en el proceso de curtido.

**Ilustración 1.** Acumulación de residuos al interior de la empresa (Patio).



**Ilustración 2.** Acumulación de residuos y materias primas (telas)



Los antecedentes en la aplicación de tecnologías de producción más limpia en la elaboración de guantes son muy escasos, a pesar de los grandes proyectos de aplicación de producción más limpia desarrollados en una parte de la cadena productiva del cuero más exactamente el curtido y el preparado de pieles, que ha tenido un impacto positivo al ambiente, debido a la disminución de contaminantes químicos y residuos.

Todo lo anterior evidencia importantes dificultades con el rendimiento de los recursos, la cantidad y aprovechamiento de los desechos generados en el proceso de fabricación de guantes lo cual conlleva a mayores costos que reducen el margen de utilidad en el producto final, además de constituir una problemática social y ambiental. Es por esto que se propone un estudio del proceso productivo de la empresa desde la perspectiva de la Producción más Limpia, de tal forma que se recopilen y generen propuestas encaminadas hacia la optimización de los procesos y usos de los recursos entre otros a la reducción en la generación o el aprovechamiento de los desechos. A continuación se presentan los indicadores de gestión de los procesos de troquelado, armado, cerrado y volteado para el guante tipo ingeniero, en el año de 2011, incluyendo solo los meses de Marzo a Diciembre, cabe aclarar que se excluyen los meses de enero y febrero porque no hubo producción, los indicadores presentados a continuación, sustentan el

comportamiento del proceso productivo e indican las operaciones con bajo porcentaje de eficiencia.

**Tabla 1.** Descripción del indicador de eficiencia del proceso de troquelado del guante tipo ingeniero

<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	Índice de tareas cumplidas en el proceso de Troquelado			
<b>PROCESO</b>	Producción			
<b>RESPONSABLE</b>	Director de planta			
<b>META</b>	95%			
<b>% DE EFICIENCIA</b>	kg sobrantes/kg utilizados x 100			
<b>FRECUENCIA ANÁLISIS INDICADOR</b>	Mensual			
<b>ESCALA</b>	<b>RANGO</b>			
	Meta	0%	10%	
	Aceptable	11%	20%	
	Inaceptable	16%	100%	

Fuente. Indicadores de Gestión Empresa suramericana de Guantes Ltda.

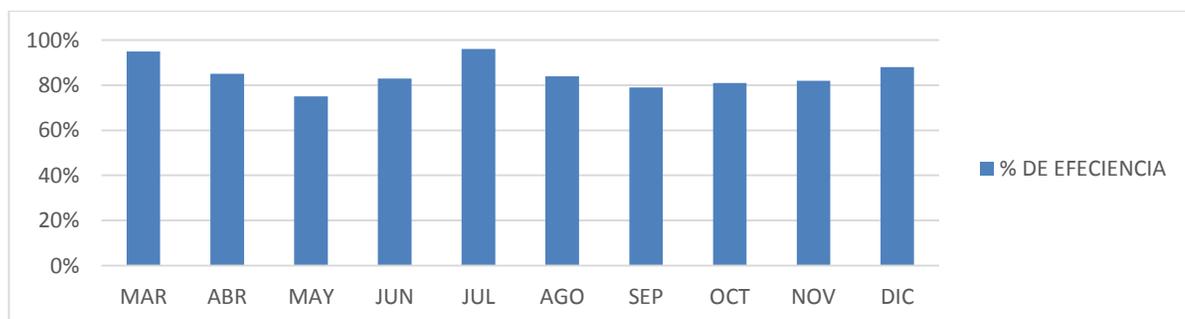
La tabla 1, describe el indicador y la fórmula utilizada para hallar el porcentaje eficiencia en el proceso de troquelado del guante tipo ingeniero.

**Cuadro 1.** Porcentajes de los indicadores con respecto a la meta.

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>% DE EFICIENCIA</b>	8%	23%	35%	21%	10%	25%	40%	45%	38%	23%
<b>%META</b>	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%

Fuente. Indicadores de gestión Empresa Suramericana de Guantes Ltda.

**Figura 1.** Indicador de eficiencia del proceso de troquelado.



El cuadro 1 y la figura 1, muestran la variación de los indicadores y se visualiza con respecto a las escalas y el rango que solo en los meses de marzo y julio se cumple con la meta de sobrantes del 8% y el 10% respectivamente.

**Tabla 2.** Indicador de eficiencia del proceso de armado para guante tipo ingeniero.

<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	Índice de tareas cumplidas en el proceso de Armado.			
<b>PROCESO</b>	Producción			
<b>RESPONSABLE</b>	Director de planta			
<b>META</b>	95%			
<b>% DE EFICIENCIA</b>	Docenas producidas/ Docenas disponibles x 100			
<b>FRECUENCIA ANÁLISIS INDICADOR</b>	Mensual			
<b>ESCALA</b>	<b>RANGO</b>			
	Meta	95%	100%	
	Aceptable	85%	94%	
	Inaceptable	0%	84%	

Fuente. Indicadores de gestión Empresa Suramericana de Guantes Ltda.

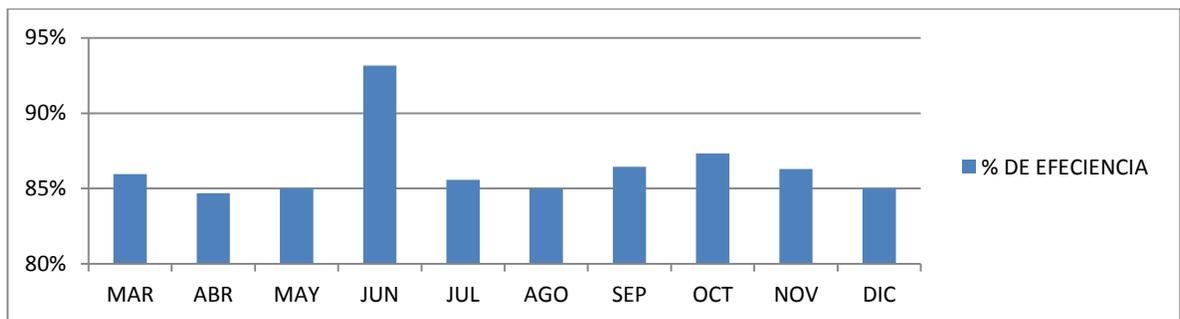
La tabla 2, describe el indicador y la fórmula utilizada para hallar el porcentaje eficiencia en el proceso de armado del guante tipo ingeniero.

**Cuadro 2.** Porcentajes de los indicadores de armado con respecto a la meta.

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>% DE EFECIENCIA</b>	86%	85%	85%	93%	86%	85%	86%	87%	86%	85%
<b>% META</b>	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%

Fuente. Indicadores de gestión Empresa Suramericana de Guantes Ltda.

**Figura 2.** Indicador de eficiencia del proceso de armado para el guante tipo ingeniero



Según los datos del cuadro 2 y la figura 2, se ilustra como en los meses de Marzo a Diciembre de 2011 aumentan y disminuyen los indicadores, pero se mantienen bajo los límites aceptables fijados en los indicadores de gestión para el guante tipo ingeniero.

**Tabla 3.** Indicador de eficiencia del proceso de Cerrado del guante tipo ingeniero

<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	Índice de tareas cumplidas en cerrado			
<b>PROCESO</b>	Producción			
<b>RESPONSABLE</b>	Director de planta			
<b>META</b>	95%			
<b>% DE EFICIENCIA</b>	Docenas producidas/Docenas disponibles x 100			
<b>FRECUENCIA ANÁLISIS INDICADOR</b>	Mensual			
<b>ESCALA</b>	<b>RANGO</b>			
	Meta	95%	100%	
	Aceptable	85%	94%	
	Inaceptable	0%	84%	

Fuente. Indicadores de gestión Empresa Suramericana de Guantes Ltda.

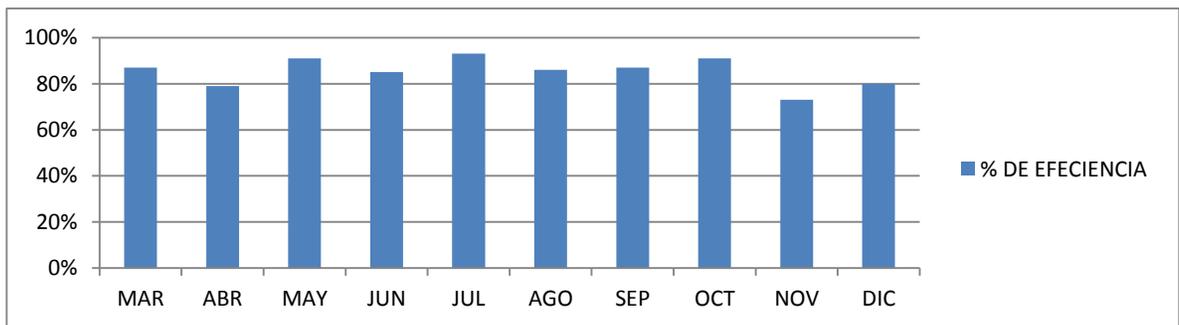
La tabla 3, muestra la descripción del indicador de cerrado, la fórmula para hallar el indicador de eficiencia y los rangos de evaluación.

**Cuadro 3.** Porcentajes de los indicadores de cerrado con respecto a la meta.

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>% DE EFICIENCIA</b>	87%	79%	91%	85%	93%	86%	87%	91%	73%	80%
<b>%META</b>	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%

Fuente. Indicadores de gestión Empresa Suramericana de Guantes Ltda.

**Figura 3.** Indicador de eficiencia del proceso de Cerrado para el guante tipo ingeniero.



El cuadro 3 y la figura 3, muestran que el comportamiento de los indicadores en los meses de marzo a diciembre, según los meses de abril, noviembre y diciembre es inaceptable el porcentaje de eficiencia.

**Tabla 4.** Indicador de eficiencia del proceso de Volteado del guante tipo ingeniero

<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	Índice de tareas cumplidas en Volteado			
<b>PROCESO</b>	Producción			
<b>RESPONSABLE</b>	Director de planta			
<b>META</b>	90%			
<b>% DE EFICIENCIA</b>	Pares Volteados/ Total de pares x 100			
<b>FRECUENCIA ANÁLISIS INDICADOR</b>	Mensual			
<b>ESCALA</b>	<b>RANGO</b>			
	Meta	95%	100%	
	Aceptable	85%	94%	
	Inaceptable	84%	0%	

Fuente. Indicadores de gestión Empresa Suramericana de Guantes Ltda.

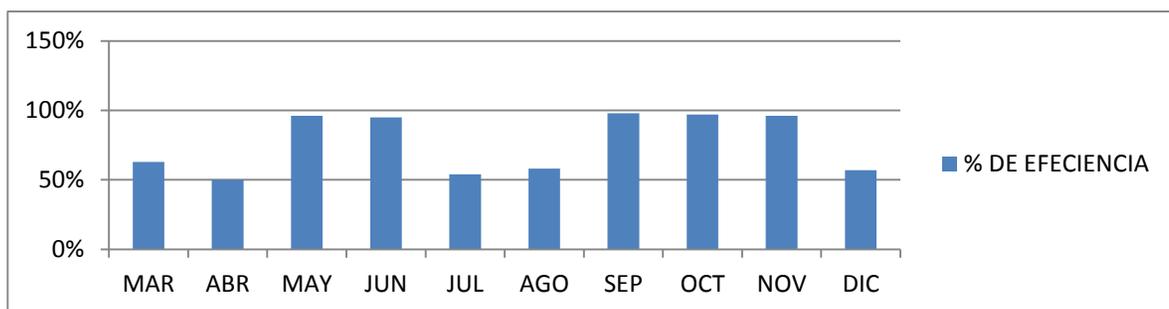
La tabla 4, muestra la descripción del indicador de volteado, la fórmula para hallar el indicador de eficiencia y los rangos de evaluación.

**Cuadro 4.** Porcentajes de los indicadores con respecto a la meta.

MES	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>% DE EFICIENCIA</b>	63%	50%	96%	95%	54%	58%	98%	97%	96%	57%
<b>% META</b>	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%

Fuente. Indicadores de gestión Empresa Suramericana de Guantes Ltda.

**Figura 4.** Indicador de eficiencia del proceso de Volteado para el guante tipo ingeniero.

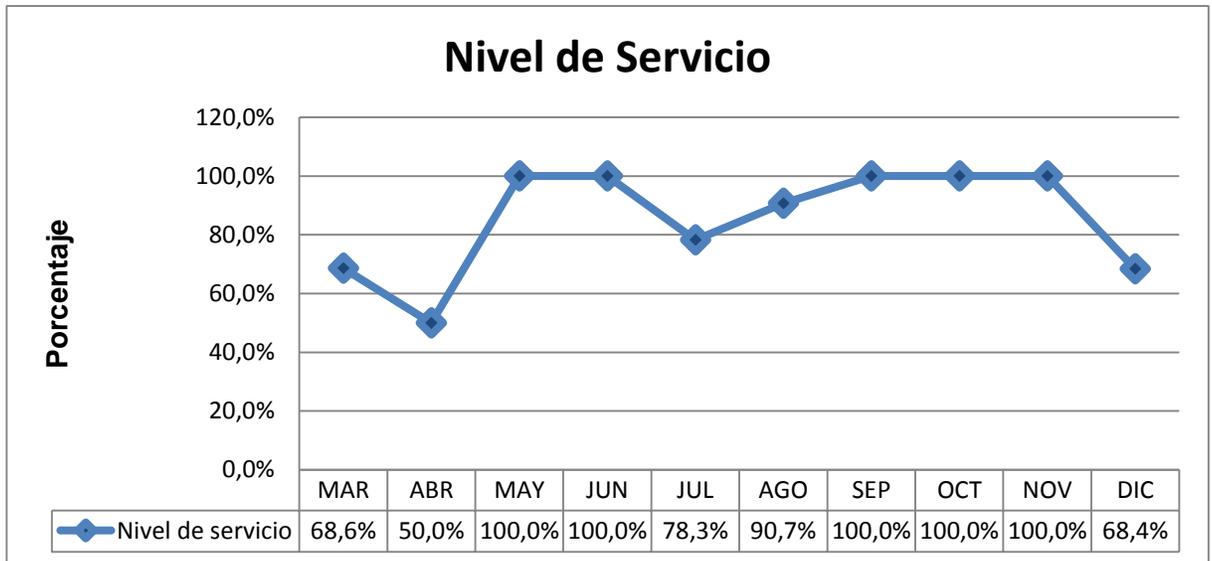


El cuadro 4 y la figura 4, muestran el comportamiento del indicador respecto a la meta, según la escala y el rango en la definición del indicador, los meses de marzo, abril, julio, agosto y diciembre presentan un porcentaje de eficiencia inaceptable, este indica que no se está cumpliendo la meta, además con respecto a los procesos anteriores, el proceso de volteado es el proceso más crítico, es la última etapa por la que pasan los guantes y es la que ocasiona el cuello de botella (Ver Tabla 8. Prueba piloto de toma de tiempos), generando así faltantes al momento de la

entrega del producto al cliente, como se puede observar en la figura 5 en la cual se determina el nivel de servicio de acuerdo al número de órdenes recibidas vs el número de ordenes cumplidas a tiempo.

La figura 5, muestra el comportamiento del nivel de servicio, la empresa mide este indicador con respecto a las ordenes cumplidas, como se puede observar presenta muchas variaciones; según los indicadores la empresa en el año 2011 presentados a continuación, la empresa no entregó la mitad las ordenes a tiempo entre marzo y diciembre, cabe anotar que el incumplimiento afecta la reputación de la empresa y pérdida de clientes potenciales, lo que indica que si se consigue una disminución del cuello de botella en el último proceso de producción, se lograría obtener un aumento en el nivel de servicio al cliente.

**Figura 5.** Nivel de servicio de Marzo a Diciembre de 2011



Fuente. Indicadores de gestión Empresa Suramericana de Guantes Ltda.

## 2. JUSTIFICACION

A medida que las comunidades y su producción industrial se hacen más grandes, también crecen en niveles considerables los recursos consumidos y los desechos generados, por lo tanto, cada vez toma mayor importancia la búsqueda y el estudio de alternativas que permitan lograr un menor impacto ambiental, al mismo tiempo que optimizan los recursos y se mejore el aprovechamiento de los desechos.

Con este trabajo se busca determinar la importancia que tiene la producción más limpia en el proceso productivo de la fabricación de guantes, en el momento de optimizar la generación de residuos mediante una mejor disposición de los troqueles, disminuir el consumo de energía, y mejorar el cuello de botella, se está dando lugar a mejorar la competitividad y productividad de la empresa.

Lo descrito en el párrafo anterior se logra con la medición de cada una de las variables críticas del proceso productivo, como los tiempos de elaboración de los guantes, en este caso el guante tipo ingeniero, identificando las externalidades que lo afectan y el porcentaje en que se encuentra, este análisis de tiempos se hace para formular una propuesta de mejoramiento, debido a las variaciones de los indicadores. La producción más limpia se define como una estrategia ambiental productiva e integrada, enfocada hacia procesos productivos productos y servicios a fin de reducir costos, incentivar innovaciones tecnológicas y reducir los riesgos relevantes al ser humano y el medio ambiente.

La sustentabilidad empresarial que se refleja en el nivel de la competitividad empresarial depende del equilibrio de cuatro variables: manejo adecuado de los recursos, manejo social de los empleados, la comunidad y el desarrollo económico de la empresa, el manejo entre estas variables se logra a través de un proceso de mejora continua que busca garantizar un mayor valor agregado para los actores interesados, la producción más limpia es una estrategia empresarial para alcanzar el objetivo general del desarrollo sostenible<sup>1</sup>. El trabajo tendrá resultados concretos para en la empresa Suramericana de Guantes Ltda., estos resultados se verán reflejados en una manera más viable de llevar a cabo el proceso productivo teniendo en cuenta generación de residuos, disposición de los mismos, consumo de energía y mejoramiento del servicio al cliente.

---

<sup>1</sup>HOOF, Bart, van; MONROY, Néstor y SAER, Alex. Producción más limpia: Paradigma de la gestión ambiental. Universidad de los Andes, 2008. p47.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Formular propuestas de mejoramiento ambiental y productivo en los procesos de fabricación de guantes, fundamentados en los principios de la producción más limpia (PML).

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Caracterizar el proceso productivo de la fabricación de guantes, para identificar el desempeño actual en la utilización de recursos y generación de subproductos y/o residuos.
2. Definir un proceso para el establecimiento y clasificación de medidas de desempeño (indicadores de gestión), con el fin de monitorear el comportamiento de las operaciones que generan aspectos ambientales significativos.
3. Generar propuestas que permitan reducir los aspectos ambientales significativos y/o contribuyan a la utilización más eficiente de los recursos en el proceso de fabricación de guantes.
4. Evaluar la factibilidad teórica y económica de por lo menos dos propuestas, para optimizar la eficiencia en el proceso de fabricación de guantes.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

A continuación se describe la importancia a lo largo del tiempo de la producción más limpia desde el inicio hasta la actualidad.

**4.1.1 Antecedentes de Producción más Limpia.** Por mucho tiempo se ha visto como un ideal el hecho de que la producción de bienes y servicios no tenga una producción simultánea de residuos y desechos. No obstante, con el paso del tiempo se ha tomado conciencia de la presión que ejerce la contaminación sobre los recursos naturales y la salud. Debido a esto, desde la Conferencia de las Naciones sobre el medio ambiente humano, realizada en Estocolmo en 1972, se propuso el concepto de Desarrollo Sostenible como directriz para un futuro en común. Así mismo, se estableció en la Cumbre de Río de 1992 que la Producción más Limpia proveía claves importantes para llevar la estructura conceptual del Desarrollo Sostenible a la práctica.

En el año de 1989 la UNEP (United Nations Environment Programme) estableció el Programa de Producción más Limpia como principal estrategia para la prevención de la polución en la fuente y el manejo eficaz de las materias primas e incluso los recursos energía y agua<sup>2</sup>. Por otro lado, en la Agenda 21 de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo - CNUMAD, se le dio prioridad a la introducción de métodos de Producción más Limpia y a Tecnologías de Prevención y Reciclaje, con el fin de alcanzar un Modelo de Desarrollo Sostenible que compensara las necesidades de protección del ambiente y de desarrollo económico (Cáp. 20, 22 y 30).

**4.1.2 Definición de Producción más Limpia.** La Producción más Limpia es conocida mundialmente también como PML, P+L, Cleaner Production, entre otros. Según la UNEP, consiste en la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada en los procesos productivos, los productos y los servicios, con el fin de reducir riesgos tanto para los seres humanos como para el medio ambiente<sup>3</sup>.

En los procesos productivos se refiere a la optimización en el uso de materias primas y energía, eliminación de materias primas tóxicas y reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos. En los productos busca la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del

---

<sup>2</sup>UNEP. Changing Production Patterns: Learning from the experience of National Cleaner Production Centres. Publicación de las Naciones Unidas. Francia, 2002. <http://www.unepctie.org>.

<sup>3</sup> MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Política de Producción más Limpia. Bogotá, D.C. 1997. 17p.

producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. En los servicios se orienta hacia la incorporación de la dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la presentación de los mismos.

En la práctica, la aplicación del concepto de PML, no significa una “sustitución en sentido estricto de los actuales sistemas de producción”, sino un “mejoramiento continuo” de los mismos. Por otro lado, para la adecuada implementación de PML se requiere principalmente un cambio de actitud, un manejo ambiental responsable y la continua evaluación de opciones tecnológicas. De esta manera, PML obedece a un proceso dinámico y sistemático, el cual no se aplica una vez, sino permanentemente en cada una de las fases del ciclo de vida<sup>4</sup>.

**4.1.3 Desarrollo de la Producción más Limpia.** Debe tenerse en cuenta que la PML no corresponde a directrices legales o científicas de manera específica, sino que obedece al compendio de una serie de herramientas tales como eco-eficiencia, minimización de residuos, prevención de la contaminación, entre otros. Estas ya han sido desarrolladas y aplicadas exitosamente en diferentes países. Lo más importante para destacar acerca de la PML, más allá de sus bases teóricas, es que esta busca el cambio de conciencia desde la industria hacia la conservación del medio ambiente.

Conseguir el compromiso es un paso importante para asegurar el movimiento del conocimiento a la acción. La Declaración Internacional de la Producción más Limpia por sus siglas en inglés (IDCP), ha sido un importante avance hacia la consecución del compromiso de una amplia gama de entidades en diferentes niveles, hacia la producción más limpia, incluyendo gobiernos nacionales. Muchos de los países que han firmado acuerdos ambientales multilaterales, por sus siglas en inglés (MEA), han firmado la IDCP. La IDCP, es un compromiso público y voluntario hacia la aplicación de estrategias y prácticas basadas en la producción más limpia. Esta declaración fue emitida en el 5to seminario internacional de alto nivel en producción más limpia, celebrado en Phoenix Park, Korea del Sur en 1998. En el 2002 la IDCP contaba con más de 300 firmantes y había sido traducida a 15 idiomas.

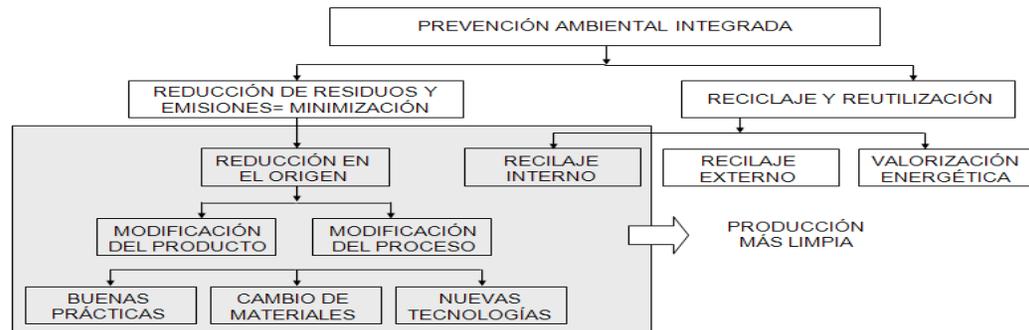
**4.1.4 Estrategias para la implementación de la Producción más Limpia.** La figura 6, esboza de manera general las estrategias que integran el concepto de Producción más Limpia. Estas están encaminadas a alcanzar una prevención ambiental integrada dentro de una organización, basado en la aplicación de continuos mejoramientos ambientales en sus productos y procesos, con el fin de

---

<sup>4</sup> CNPMYTA. Guía Sectorial de Producción más Limpia: Hospitales, Clínicas y Centros de Salud. Medellín: Publicación CNPMYTA, et al. 2002. p. 9.

obtener resultados fácilmente identificables. De esta manera, se detalla que la Producción más Limpia antes de pensar en “qué hacer con los residuos”, se enfoca en “qué hacer para no generarlos”.

**Figura 6.** Estrategias de Producción más limpia (PML)



Fuente. CNPMYTA. Guía Sectorial de Producción más Limpia: Hospitales, Clínicas y Centros de Salud. Medellín: Publicación CNPMYTA, et al. 2002. p. 10.

## 4.2 MARCO JURÍDICO DE REFERENCIA

**4.2.1 Política de Producción más Limpia.** En Colombia, el concepto de la Producción más Limpia apareció oficialmente por primera vez en el año 1995 en el programa “Hacia una Producción Limpia”, el cual hacía parte de un grupo de siete programas y cuatro estrategias ambientales articulados entre sí y que conformaban la Política Ambiental del Plan de Desarrollo de 1994 - 1998 “El Salto Social”.

Los objetivos específicos de este programa fueron propuestos para desarrollarse principalmente en los sectores industrial, energético, minero, transporte y agropecuario – agroindustrial.

Del desarrollo de este programa surgió la Política Nacional de Producción más Limpia, la cual fue formulada por el Ministerio del Medio Ambiente y aprobada por el Consejo Nacional Ambiental en 1997. La Política fue elaborada con base en un amplio proceso de concertación que incluyó las entidades del sector público (Ministerios, institutos de investigación, autoridades ambientales regionales, locales, entre otros.), entidades del sector privado (asociaciones gremiales empresariales), representantes de la sociedad civil y organizaciones no gubernamentales.

**4.2.2 Objetivo global de la Política de PML.** El objetivo de la Política de Producción más Limpia está encaminado a “prevenir y minimizar eficientemente los

impactos y los riesgos a los seres humanos y al medio ambiente, garantizando la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social, y la competitividad empresarial, a partir de introducir la dimensión ambiental en los sectores productivos, como un desafío de largo plazo”.

#### **4.2.3 Objetivos específicos de la Política de PML**

- Optimizar el uso de los recursos naturales y las materias primas.
- Aumentar la eficiencia energética y utilizar recursos energéticos más limpios.
- Prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes.
- Prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales sobre la población y los ecosistemas.
- Adoptar tecnologías más limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental.
- Minimizar y aprovechar los residuos.

#### **4.2.4 Estrategias para desarrollo de la Política de PML**

- Articulación con los demás políticas gubernamentales.
- Establecimiento del Sistema de Calidad Ambiental.
- Fortalecimiento Institucional y seguimiento a la Política de PML.
- Promoción de la Producción más Limpia y de la autogestión y la autorregulación.
- Formulación e implementación de instrumentos económicos.

**4.2.5 Legislación relacionada a la Producción más Limpia.** En general, se determina que los principios generales de la Constitución Política de 1991, del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables, del Código Sanitario Nacional, de la Ley 99 de 1993, así como los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, y la normatividad existente sobre aire, agua, suelo y sustancias químicas, estructuran el marco jurídico para el desarrollo de la Política de Producción más Limpia. La tabla 5, consigna una breve descripción de las políticas más relevantes para el desarrollo del presente proyecto.

**4.2.6 Política Nacional Ambiental.** En términos generales, se puede determinar que la Política Nacional Ambiental tuvo sus inicios con la expedición del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables (Decreto 2811 de 1974), en el cual se establecen las primeras pautas para la preservación y conservación del medio ambiente y para el desarrollo de una Política Nacional Ambiental tales como el uso de incentivos y estímulos económicos, acciones educativas ambientales, aplicación

de tasas retributivas de servicios ambientales, organización de un sistema de información ambiental, entre otras.

Luego, se expidió el Código Sanitario Nacional (Ley 09 de 1979) con el cual se establecieron normas generales que han servido de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana; además de dictar procedimientos y medidas a ser adoptadas para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones del ambiente.

A partir de la Constitución Política de 1991 se inició la reforma a las instituciones ambientales, que concluyó con la expedición de la Ley 99 de 1993 y con la creación del Ministerio del Medio Ambiente y del Sistema Nacional Ambiental (SINA). La Ley 99 de 1993 determina los principios generales de la Política Ambiental Colombiana y el marco institucional para su formulación y ejecución. Entre estos principios se resalta como tal que el proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992.

También se expone en esta Ley que el Ministerio del Medio Ambiente junto con el Presidente de la República y participación de la comunidad, son los encargados de formular la Política Nacional Ambiental y de Recursos Naturales Renovables. Así mismo, se establece que por medio del SINA se debe asegurar la adopción y ejecución de las políticas y de los planes, programas y proyectos respectivos, en orden a garantizar el cumplimiento de los deberes y derechos del Estado y de los particulares en relación con el medio ambiente y con el patrimonio natural de la Nación.

El Gobierno en su Plan Nacional de Desarrollo 2002 – 2006 “Hacia un Estado Comunitario”, ha establecido 5 programas dentro de la estrategia de sostenibilidad ambiental, los cuales son: conservación y uso sostenible de bienes y servicios ambientales, manejo integral del agua, generación de ingresos por empleo verde, sostenibilidad ambiental de la producción nacional y planificación y administración eficiente por parte de las autoridades ambientales.

La legislación aplicable desde el punto de vista de la producción más limpia y aplicable dentro de la estructura del presente trabajo se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5. Marco legislativo que estructura la política de producción más limpia en Colombia**

Legislación	DISPOSICIÓN
Ley 09 de 1979	Código Sanitario Nacional. Es Base de varias reglamentaciones en preservación, restauración y mejoramiento de las condiciones sanitarias y ambientales relacionadas con la salud humana.
Constitución Política de 1991	Establece la función ecológica de la propiedad, señala los deberes ambientales del Estado, los derechos ambientales de los ciudadanos, ordena la formulación de políticas ambientales como parte del Plan Nacional de Desarrollo e introduce la noción de Desarrollo Sostenible como meta para la sociedad, entre otros aspectos.
Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el sector encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los recursos naturales renovables y establece el Sistema Nacional Ambiental (SINA).
Resolución 351 y 352 de 2005	<p>Nuevo Marco Tarifario de Aseo (CRA)</p> <p>La tarifa está sometida al régimen de libertad regulada y su fijación, de acuerdo a lo establecido en la Ley 142 de 1994, la reglamenta la Comisión de Regulación de Agua Potable - CRA.</p> <p>El nuevo marco tarifario está orientado a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Desagregación de costos por actividad.</li> <li>-Reconocimiento de costos ambientales y el cubrimiento de los mismos.</li> <li>-Aprovechamiento de economías de escala a través de esquemas regionales.</li> </ul>

Fuente. Elaboración propia.

### **4.3 HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (CONCEPTOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL)**

Las herramientas y conceptos aplicables y que son objeto de uso dentro del presente trabajo se relacionan a continuación.

**4.3.1 Proceso de producción.** Es el conjunto de operaciones unitarias dispuestas de manera que permitan lograr un objetivo productivo común. En general, un proceso tiene básicamente 5 componentes: tecnología utilizada, prácticas operativas, productos, entradas y salidas.

**4.3.2 Operación unitaria.** Es un componente del proceso de producción que cumple una función específica, sin la cual el proceso no podría cumplir su función global<sup>5</sup>. Cada unidad operativa es un área del proceso o parte del equipo donde entra material, se da un cambio y posteriormente, sale material, posiblemente con una forma, naturaleza o composición diferente. Cada unidad operativa es un bloque que está conectando a las demás, conformando el diagrama de flujo del proceso. De esta forma el diagrama define toda la información relevante en los procesos (componentes, valor, volumen, fuentes de información, desempeño ambiental).

**4.3.3 Eficiencia de los procesos productivos.** La eficiencia del proceso de producción depende de la relación que existe entre la cantidad de insumos que se utiliza y la de productos que se obtiene en un periodo de tiempo determinado (productividad). La eficiencia aumenta cuando un proceso es capaz de producir un mayor volumen de producción empleando la misma cantidad de insumos; o cuando utiliza una menor cantidad de insumos para producir un mismo volumen de producción. Por ello, una forma efectiva de evaluar la eficiencia de un proceso es analizar el consumo específico de los diferentes insumos que emplea<sup>6</sup>. El consumo específico expresa la cantidad de un insumo cualquiera (por ejemplo, materia o energía) que se consume por unidad de producto manufacturado.

La evaluación de la eficiencia productiva no se realiza solamente en los diagnósticos de PML, sino en la gestión empresarial en general, donde se verifica el uso de recursos, se determina los costos del proceso productivo, se proyecta la producción, se planean nuevas inversiones, etc. Entre los métodos de evaluación de eficiencia productiva está el balance de masa y energía.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que uno de los factores que permite que una empresa o negocio crezca y aumente su rentabilidad es el aumento de la

---

<sup>5</sup> CPTS. Documento de Trabajo DT-1. para PML. Bolivia, 2006. p.1. <http://www.cpts.org>

<sup>6</sup> CPTS. Op cit. p. 1.

productividad. Las técnicas fundamentales que dan como resultado incrementos de productividad son: métodos, estándares de estudio de tiempos (medición del trabajo) y diseño del trabajo<sup>7</sup>.

#### **4.4 HERRAMIENTAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

Las herramientas de ingeniería válidas para el desarrollo del presente trabajo se describen a continuación.

**4.4.1 Diagrama de flujo del proceso.** Es un diagrama donde se presentan las diferentes interrelaciones secuenciales que existen entre las posibles etapas que constituyen cada operación unitaria y entre diferentes operaciones unitarias de un proceso productivo. Constituye una herramienta valiosa para registrar costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. En este diagrama se presentan todas las operaciones, inspecciones, movimientos y almacenamientos de materia prima, insumos, material en proceso o producto terminado.

**4.4.2 Balance de masa y energía.** El balance de masa es una cuantificación de las entradas y salidas de masa en un proceso o en cada una de las operaciones unitarias. Así mismo, puede definirse como la verificación de la igualdad cuantitativa de masas que debe existir entre insumos (entrada) y productos y residuos (salida). El balance de masa debe realizarse separado del balance de energía para poder definir los flujos energéticos.

El punto de partida de un balance de masa es la elaboración de un diagrama de flujo en función de la cantidad de producto obtenido; pudiéndose elaborar para cada operación unitaria. En este esquema deben presentarse todas las entradas y salidas. Cuando no es posible identificar alguna de las salidas, se debe incluir un término que corresponda a la diferencia de masas, como “No identificada”<sup>8</sup>. La Figura 7, ilustra un balance de masa para una operación unitaria sencilla, en el cual la materia prima se transforma en un producto utilizando algún tipo de energía.

---

<sup>7</sup> NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 10ª Edición. Editorial Alfa-Omega. p. 1, 3.

<sup>8</sup> CPTS. Documento: Guía Técnica General de PML. Bolivia, 2005. p.46-48. <http://www.cpts.org>

**Figura 7.**Diagrama de flujo para elaboración del balance de masa



Para elaborar un balance de masa se debe tener en cuenta<sup>9</sup>:

- Establecer la función, mecanismo y parámetros de funcionamiento de cada operación.
- Observar el funcionamiento de la operación unitaria bajo parámetros normales.
- Medir entradas de cada operación.
- Medir las salidas, incluyendo residuos y pérdidas cuantificables de cada operación.
- Combinar información de entradas y salidas para tener balance de masa preliminar.
- Determinar pérdidas no identificadas e cada operación unitaria.

Uno de las principales razones para contabilizar la masa de residuos y los consumos de materias primas, es el aspecto económico, debido a que las pérdidas significan costos. El balance de masa ayuda a la cuantificación de los residuos, y es el primer paso para su minimización. Los pasos siguientes son la identificación de los problemas asociados a los residuos, las oportunidades de mejora, el establecimiento de los objetivos y la elaboración de los planes.

Una forma razonable de elaborar el balance de energía es a partir de la cuantificación de consumos específicos, en donde se relaciona la cantidad de energía eléctrica consumida (kW-h) por unidad de producto elaborado (kg.).

**4.4.3 Estudio de tiempos y movimientos (Medición del Trabajo).** Uno de los pasos necesarios en el proceso de desarrollar un centro de trabajo eficiente es establecer el tiempo estándar de la operación, el cual puede definirse como el tiempo que invierte un trabajador calificado (con la habilidad requerida) en llevar a cabo una tarea según un método, a una velocidad normal, día tras día, sin mostrar

---

<sup>9</sup> CPTS. Documento: Guía Técnica de PML para Curtiembres. Bolivia, 2003. p.49.  
<http://www.cpts.org>

síntomas de fatiga. La importancia de los estándares de tiempo se fundamenta en que son la base para incrementar la eficiencia del equipo y del personal operativo. El tiempo estándar se puede determinar por estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo. Estos últimos son el mejor camino para establecer estándares de producción justos. La medición del trabajo, También llamado estudio de tiempos y movimientos, es una técnica que se basa en la medición del contenido del trabajo con el método prescrito, teniendo en cuenta una velocidad de trabajo normal, con los debidos suplementos por fatiga y por retrasos personales e inevitables. En general, el procedimiento sistemático para llevar a cabo un estudio del trabajo es el siguiente<sup>10</sup>:

- Seleccionar el trabajo. Se seleccionan las tareas críticas que tengan altos costos de operación, pocas ganancias y que influyan directamente con la calidad del producto.
- Selección del operario. Se tiene en cuenta que si existe más de un operario realizando la operación, se debe escoger uno que tenga un desempeño promedio.
- Registro de información. El registro debe contemplar máquinas, herramientas, manuales, dispositivos, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número del operario, fecha de estudio y nombre del observador.
- Entre más información se registre, más útil será el estudio de tiempos.
- División de la operación en elementos. La operación se divide en grupos de movimientos conocidos o elementos. Para lograrlo, el analista debe observar varias veces el ciclo.
- Número de observaciones o ciclos de estudio. General Electric Company ha propuesto para estudio de tiempos, realizar preliminarmente un número de observaciones del tiempo de ciclo que estén acordes con la práctica estadística y se ajusten a las condiciones económicas del mismo.

**Tabla 6.** Número recomendado de ciclos de observación en estudio de tiempos.

Tiempo de ciclo en minutos.	0,1	1	1	2	2,0-5,0	5,0-10,0	10,0-20,0	20,0-40,0	40,0- más
Número recomendado de ciclos	200	60	30	20	15	10	8	5	3

Fuente. NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 10ª Edición. Editorial Alfa-Omega. p. 340.

<sup>10</sup> NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS Andris. Op, cit. p. 6.

- Valoración del desempeño. Como el tiempo real requerido para ejecutar una operación depende del grado de habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del menos capacitado. Un operario “normal” se define como un operario calificado, completamente experimentado que trabaja en las condiciones acostumbradas en la estación de trabajo, a una velocidad representativa del promedio. La calificación del desempeño del operario debe ser justa e imparcial. El valor de la calificación se expresa como un decimal o un porcentaje y se asigna al tiempo promedio del elemento observado (TO).

Existen diferentes métodos de valoración del desempeño; una de estas es la *calificación de velocidad o rapidez* en donde se mide la efectividad del operario contra el concepto de un operario normal que realiza el mismo trabajo, y después asigna un porcentaje para indicar la razón del desempeño observado o estándar<sup>11</sup>. Actualmente se utilizan varias escalas de valoración, pero las más corrientes son la 100%-133%, la 60%-80%, la 75%-100%. El límite inferior representa la actividad nula y el superior el ritmo tipo o normal. En este estudio se seleccionó la escala de valoración de 75%-100%. Según esto, 100% se considera normal, una calificación del 110% indica que el operario tiene una velocidad 10% mayor que lo normal y 80% significa que su velocidad es 20% menor de lo normal. Sea cual sea la escala empleada, los tiempos estándar que se obtengan deberían ser equivalentes, puesto que el trabajo en sí no cambia aunque se utilicen distintas escalas para valorar el ritmo.

El tiempo normal de operación (TN) se calcula según la Ecuación 1.

**Ecuación 1. Cálculo del tiempo normal en estudio de tiempos y movimientos.**

$$TN = TO \times \frac{C}{100} \text{ Donde;}$$

TN = Tiempo normal calculado a partir del observado.

TO = Tiempo promedio observado por cada actividad.

C = Valoración del ritmo de trabajo del empleado observado escala 75%-100%

- Asignación de suplementos. Es necesario a todos los operarios asignarles tiempo adicional al tiempo normal debido a las siguientes interrupciones personales: viajes al baño; fatiga por trabajo; y por último, retrasos inevitables por daño de herramientas, interrupciones del supervisor, variaciones del

---

<sup>11</sup> NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS Andris. Op, cit. p. 367, 368.

material, etc. Este tiempo generalmente se maneja como un porcentaje del tiempo normal y se utiliza para calcular el tiempo estándar (TS) de la operación según la Ecuación 2.

**Ecuación 2. Cálculo del tiempo estándar en estudio de tiempos y movimientos.**

$$TS = TN \times (1 + \%S) \text{ Donde;}$$

TS = Tiempo estándar calculado a partir del normal.

S = Suplementos determinados para el tipo y condiciones de trabajo

Para obtener un factor de suplemento adecuado a las condiciones de trabajo, la Oficina Internacional del Trabajo de Estados Unidos cuenta con valores tabulados que tienen en cuenta los aspectos más importantes a asignarle a un operario en un centro de trabajo, los cuales son:

Suplementos constantes

- Necesidades personales (beber agua e ir al sanitario)
- Fatiga básica (recuperar energía consumida y aliviar monotonía)

Suplementos variables

- Condiciones de trabajo (en pie, posición incómoda)
- Uso de fuerza o energía muscular
- Condiciones de ambiente (iluminación, ruido, calor, humedad)
- Otras (estrés mental, monotonía, tedio)

**4.4.4 Herramientas estadísticas de análisis de datos.** Cuando se realizan estudios basados en un procedimiento de muestreo, se debe establecer si el tamaño de muestra es estadísticamente significativo. En general para estudios de tiempos y movimientos, las observaciones realizadas son pequeñas y menores a treinta, sin embargo se distribuyen normalmente. Es por esto, que según la teoría estadística se debe verificar el tamaño de muestra según la Ecuación 3. La distribución t utiliza como grados de libertad en su ecuación el número de muestras piloto menos una unidad.

**Ecuación 3. Distribución t con  $n < 30$  en tiempos y movimientos.**

$$n = \left\{ \frac{s \times t}{k \times \bar{x}} \right\}^2 \text{ Donde;}$$

$k$  = Error de muestreo

$\bar{x}$  = Media aritmética muestral.

$s$  = Desviación estándar de la muestra.

$t$  = Distribución  $t$ , de muestreo  $n < 30$ .

Para verificar los tamaños de muestra ( $n \geq 30$ ) de variables o estimadores que se distribuyen normal, se puede establecer un error de muestreo de antemano y aplicar la Ecuación 4, con la cual se verifica tanto poblaciones finitas como infinitas.

**Ecuación 4. Distribución normal en poblaciones finitas o infinitas.**

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 CV_y^2 + \frac{1}{N}}{e^2} \text{ Donde;}$$

$e$  = Distancia porcentual entre el estimador y el parámetro.

$z_{\alpha/2}^2$  = Coeficiente de confiabilidad, asociado a un nivel de confianza dado.

$CV_y^2$  = Coeficiente de variación, obtenido a partir de un muestreo piloto o fijada por el investigador con base en un estudio anterior.

$N$  = Tamaño total de la población total determinada. Si población es infinita  $N = \infty$ .

**4.4.5 Simulación Montecarlo.** Los métodos de Monte Carlo abarcan una colección de técnicas que permiten obtener soluciones de problemas matemáticos o físicos por medio de pruebas aleatorias repetidas. En la práctica, las pruebas aleatorias se sustituyen por resultados de ciertos cálculos realizados con números aleatorios.

Bajo el nombre de Método Monte Carlo o Simulación Monte Carlo se agrupan una serie de procedimientos que analizan distribuciones de variables aleatorias<sup>12</sup> usando simulación de números aleatorios.

El Método de Monte Carlo da solución a una gran variedad de problemas matemáticos haciendo experimentos con muestreos estadísticos en una computadora. El método es aplicable a cualquier tipo de problema, ya sea estocástico o determinístico. Generalmente en estadística los modelos aleatorios se usan para simular fenómenos que poseen algún componente aleatorio. Pero en el método Monte Carlo, por otro lado, el objeto de la investigación es el objeto en sí mismo, un suceso aleatorio o pseudo-aleatorio se usa para estudiar el modelo. A veces la aplicación del método Monte Carlo se usa para analizar problemas que no tienen un componente aleatorio explícito; en estos casos un parámetro determinista

---

<sup>12</sup> Taha H. Investigación de Operaciones una introducción. Ed. Prentice Hall. 6° edición. 1998.

del problema se expresa como una distribución aleatoria y se simula dicha distribución.

- **Algoritmo**

El algoritmo de Simulación Monte Carlo Crudo o Puro está fundamentado en la generación de números aleatorios<sup>13</sup> por el método de Transformación Inversa, el cual se basa en las distribuciones acumuladas de frecuencias:

- Determinar las variables aleatorias y sus distribuciones acumuladas(F)
- Generar un número aleatorio uniforme  $\in (0,1)$ .
- Determinar el valor de las variables aleatorias para el número aleatorio generado de acuerdo a las clases que tengamos.
- Calcular media, desviación estándar error y realizar el histograma.
- Analizar resultados para distintos tamaños de muestra.

Otra opción para trabajar con Monte Carlo, cuando la variable aleatoria no es directamente el resultado de la simulación o tenemos relaciones entre variables es la siguiente:

- Diseñar el modelo lógico de decisión
- Especificar distribuciones de probabilidad para las variables aleatorias relevantes.
- Incluir posibles dependencias entre variables.
- Muestrear valores de las variables aleatorias.
- Calcular el resultado del modelo según los valores del muestreo (iteración) y registrar el resultado
- Repetir el proceso hasta tener una muestra estadísticamente representativa
- Obtener la distribución de frecuencias del resultado de las iteraciones
- Calcular media, desvío.
- Analizar los resultados
- Las principales características a tener en cuenta para la implementación o utilización del algoritmo son: El sistema debe ser descrito por 1 o más funciones de distribución de probabilidad y el generador de números aleatorios: como se generan los números aleatorios es importante para evitar que se produzca correlación entre los valores muestrales.

---

<sup>13</sup>Hillier F, Lieberman G. Introducción a la Investigación de Operaciones. McGraw-Hill Editores. 1997.

## 5. ESTADO DEL ARTE

A partir de los siguientes artículos citados, se obtuvieron diferentes alternativas para darle solución a la problemática, cabe resaltar que ninguna empresa del sector de fabricación de guantes ha aplicado herramientas de Producción más Limpia, sin embargo las bases para el desarrollo del presente proyecto se citaron de investigaciones realizadas en los diferentes eslabones de la cadena productiva del cuero.

### 5.1 LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS

HOOF et al. (2008), En su artículo de Producción más limpia: paradigma de la gestión ambiental, definen que la problemática ambiental se relaciona directamente con los impactos generados por los sectores productivos, especialmente después del advenimiento de la revolución industrial del siglo XIX, su afectación aceleró ostensiblemente. A medida que se incrementa el nivel de industrialización, la disposición de los residuos ordinarios se convierte en un inconveniente prácticamente en todas las sociedades. El problema está asociado a las sustancias no biodegradables o aquellas bioacumulativas, como los pesticidas, solventes, metales pesados y residuos químicos. Así mismo, el desarrollo y el uso intensivo de sustancias, como los plásticos y los productos con base de este, han incrementado el nivel de vida de la población, pero también introducido nuevas amenazas al medio ambiente.

La deficiente disposición de todo tipo de residuos sólidos ha originado a través de los años una afectación de los sistemas hidrobiológicos y una alteración de la calidad del agua y del suelo, que se han reflejado principalmente en una restricción paulatina de los usos del recurso hídrico, el deterioro de la fauna acuática, la contaminación de los suelos y la disponibilidad de los recursos como problemas ambientales<sup>14</sup>.

La organización de una sociedad en torno a la satisfacción creciente de las necesidades y los niveles de consumo de los países más industrializados. Desde esta perspectiva resultan comprensibles hechos como el aumento del nivel de subdesarrollo de algunos países que ven a la postre como sus recursos se van agotando mientras se incrementa en las diferencias de bienestar y de calidad de vida entre un ciudadano del norte y otro del sur.

---

<sup>14</sup> HOOF, Bart, Van; MONROY, Néstor y SAER, Alex. Producción más limpia: Paradigma de la gestión ambiental. Universidad de los Andes 2008.p4.

Para el caso colombiano, la misma activación formal por parte del gobierno nacional y los sectores productivos es importante. En este sentido se destaca que en algunos sectores industriales, especialmente los que operan en mercados de exportación, su liderazgo en cuanto a su gestión ambiental es evidente. Justamente estos sectores pueden convertirse en fuerzas impulsoras para otros, especialmente las PYMES e incluso para la política del actual Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que pretende revisar e impulsar nuevamente el tema. Este nuevo impulso no sólo implica recuperar la importancia política al tema, sino también incluir nuevas concepciones y ampliar el alcance frente a los desarrollos del pasado.

Los nuevos conceptos y enfoques de Producción más Limpia han avanzado sobre diferentes ejes, desde esquemas de optimización de procesos y productos existentes hacia procesos más complejos de innovación de sistemas productivos y negocios enteros ver Figura 8. La misma figura muestra los diferentes enfoques y soluciones como estrategia ambiental

**Figura 8.** Avances conceptuales en la Producción más Limpia como estrategia de gestión ambiental preventiva.



Fuente. Herrera Carlos Manuel y Hoof Bart vanLa evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia, Revista de ingeniería, Bogotá (Dic de 2007), N°. 26.

## 5.2 CASOS DE APLICACIÓN DE PML

Realizando una revisión a través de las diferentes regiones a nivel mundial (Norteamérica, África, América Latina, entre otros), se observa una falta de conexión

entre los logros conseguidos en PML y el verdadero apoyo ambiental. En regiones como África, el Pacífico Asiático, Europa Central y Oriental (CEE), Latinoamérica y el Caribe (LAC), el apoyo ambiental es débil y con muchas barreras, evidenciándose que aún no se ha alcanzado un nivel de madurez suficiente en PML y las intervenciones se limitan simplemente al nivel de la programación de los proyectos. En regiones como la Unión Europea y el Atlántico Norte, no se observa esta divergencia entre el compromiso regional hacia la gestión medioambiental y los logros en la aplicación de la PML; por el contrario, se observa una relación mucho más estructurada y armoniosa<sup>15</sup>.

La revisión regional muestra diferencias en el contexto y oportunidades para tomar la PML como alternativa. Las actividades de PML se deben enfocar en identificar a conductores importantes que permitan una mayor penetración. Es importante entender que estos conductores diferirán para cada región, y necesitan tener la facultad para desarrollar planes de acción específicos para cada región de acuerdo con el contexto correspondiente.

En diferentes países del mundo se siguen diversas directrices e inclusive se manejan conceptos y definiciones particulares de PML. Sin embargo, en Colombia, se siguen las definiciones de PML y Prevención de la Contaminación (PP<sup>16</sup>), reconocidas a nivel mundial. Es importante mencionar que hay algunas organizaciones comprometidas en el país con la gestión ambiental, entre estas se destacan el Programa de Producción más Limpia del Ministerio del Medio Ambiente y el Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales (CNPMYTA).

En el año 2002 el CNPMYTA realizó una recopilación de la experiencia de la aplicación de la PML obtenida por 14 empresas diferentes y de diversos sectores tales como: autopartes, salud, alimentos, entre otros. Los datos más representativos corresponden a las alternativas de mejoramiento, las cuales fueron divididas y cuantificadas como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7. Distribución de alternativas de mejoramiento para la aplicación de la PML en 14 empresas de Colombia**

ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO	PROCENTAJE
------------------------------	------------

<sup>15</sup> CNPMYTA Guía Casos de Aplicación de Producción más Limpia en Colombia. Medellín: Publicación CNPMYTA. 2002. p. 9.

<sup>16</sup>PP (ProductionPrevention): Terminología utilizada por la EPA (EnvironmentProtection Agency) para referirse a la Producción más Limpia.

Buenas practicas	36 %
Optimización del proceso	50 %
Cambios tecnológicos	14 %

Fuente CNPMLTA Guía Casos de Aplicación de Producción más Limpia en Colombia. Medellín: Publicación CNPMLTA. 2002. p. 9.

En esta recopilación se encontraron casos de empresas colombianas que realizaron pequeñas inversiones basados en la implementación de buenas prácticas, y otras que realizaron un mayor porcentaje de inversión basado en los cambios tecnológicos. Sin embargo, es importante considerar que de acuerdo con estas experiencias, el tiempo promedio de recuperación de la inversión es de 2 años, lo que quiere decir que a partir de este tiempo, la empresa recibe el 100% del beneficio económico por concepto de las alternativas implementadas.

En síntesis, el caso de los procesos productivos se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos. En el caso de los productos se orienta hacia la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. En los servicios se orienta hacia la incorporación de la dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la prestación de los mismos<sup>17</sup>.

**5.2.1 Producción más limpia en la cadena productiva del cuero.** Dentro del proyecto “Producción más Limpia en las curtiembres de El Cerrito”, se identificó como prioritario concertar con los empresarios de las curtiembres la participación en dicho proyecto e involucrar activamente a las diferentes entidades relacionadas con el sector.

La presencia de la autoridad ambiental (CVC) apoyando económicamente y avalando el proyecto de producción más limpia, participando de las diferentes actividades del mismo y ejerciendo las funciones de comando y control, fue fundamental para lograr la participación de las 22 curtiembres de El Cerrito en el proyecto del Centro Regional de Producción más Limpia (CRPML). La totalidad de empresas curtidoras de El Cerrito comenzaron, en el año 2003, a trabajar en aspectos de PML y mejoramiento ambiental a través de un proyecto financiado por

---

<sup>17</sup> CNPMLTA Guía Casos de Aplicación de Producción más Limpia en Colombia. Medellín: Publicación CNPMLTA. 2002. p. 9.

la CVC, el cual fue ejecutado por el Centro Regional de Producción Más Limpia. CRPML a través del convenio No 089 CVC. CNPMLTA.

Los Beneficios gracias a la intervención de la PML: Reducción de la contaminación principalmente a nivel de consumo de agua, DBO y SST. Según datos reportados por la CVC, de acuerdo a muestreos realizados por la universidad del valle en el colector Rio Cerrito que transporta las aguas residuales domesticas junto con las de las 19 curtiembres, dentro del diseño de la PTAR de el cerrito, se observa una reducción en las cargas totales vertidas del orden del 47% en carga DBO5 y 64% en carga SST respecto a las medidas en octubre 10 - 100 de 200217.

En su trabajo de Producción más limpia **Muñoz López María del Mar y Muñoz Deyanira** en la formulación de un plan de residuos sólidos en una planta procesadora del sector lácteo, plantearon estrategias y otras opciones como la aplicación de un plan de manejo de residuos sólidos formulado bajo los criterios de producción más limpia (PML). En el trabajo se aplicaron los criterios de PML planteados por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1989, En el desarrollo metodológico se realizaron balances de materia en las líneas de producción, se identificaron las fuentes de mayor generación y el tipo de residuos que producen mediante un diseño experimental y se determinaron las causas generadoras de los flujos de desechos. Se encontró que la fuente de mayor generación fue el área desfiltre y el tipo de residuo fue el material plástico del empaque de leche ultra pasteurizada. El cual apporto un 77.8% del total de residuos sólidos. Se plantearon alternativas económicas, ambientalmente viables de fácil aplicación a corto plazo en el aprovechamiento y disposiciones finales de los residuos acordes a los criterios de PML estas incluyen procedimientos, especificaciones, registros y un plan de capacitación<sup>18</sup>.

**5.2.2 Simulación de procesos.** En la investigación realizada por Lin Huiping de la Universidad de Tsinghua, Beijing en el 2009 “Análisis de procesos de fabricación con el apoyo de la modelización y la simulación de flujo de trabajo”<sup>19</sup>, del análisis del proceso de fabricación (MPA) se define como el análisis del rendimiento del proceso de producción, con herramientas graficas que permitan observar el proceso productivo sin necesidad que este ocurra realmente.

La propuesta de un modelo de flujo de trabajo compuesto (CWM) permitirá, la representación gráfica del proceso de producción, que sea fácil de entender,

---

<sup>18</sup> López Muñoz María del Mar y Muñoz Deyanira “Producción más limpia en la formulación de un plan de residuos sólidos en una planta procesadora del sector lácteo” Univeridad del cauca-2007.

<sup>19</sup>Lin Huiping “Análisis de procesos de fabricación con el apoyo de la modelización y la simulación de flujo de trabajo” Universidad de Tsinghua, Beijing-2009.

también puede ser utilizada directamente por simulación para estudiar los impactos de la política de planificación y analizar el desempeño del proceso. Un método de simulación de dos etapas de análisis; proporciona para definir cuantitativa y eficientemente la causa y efecto de las relaciones a identificar y los conductores a mejorar.

## **6 CARACTERIZACION DEL PROCESO PRODUCTIVO**

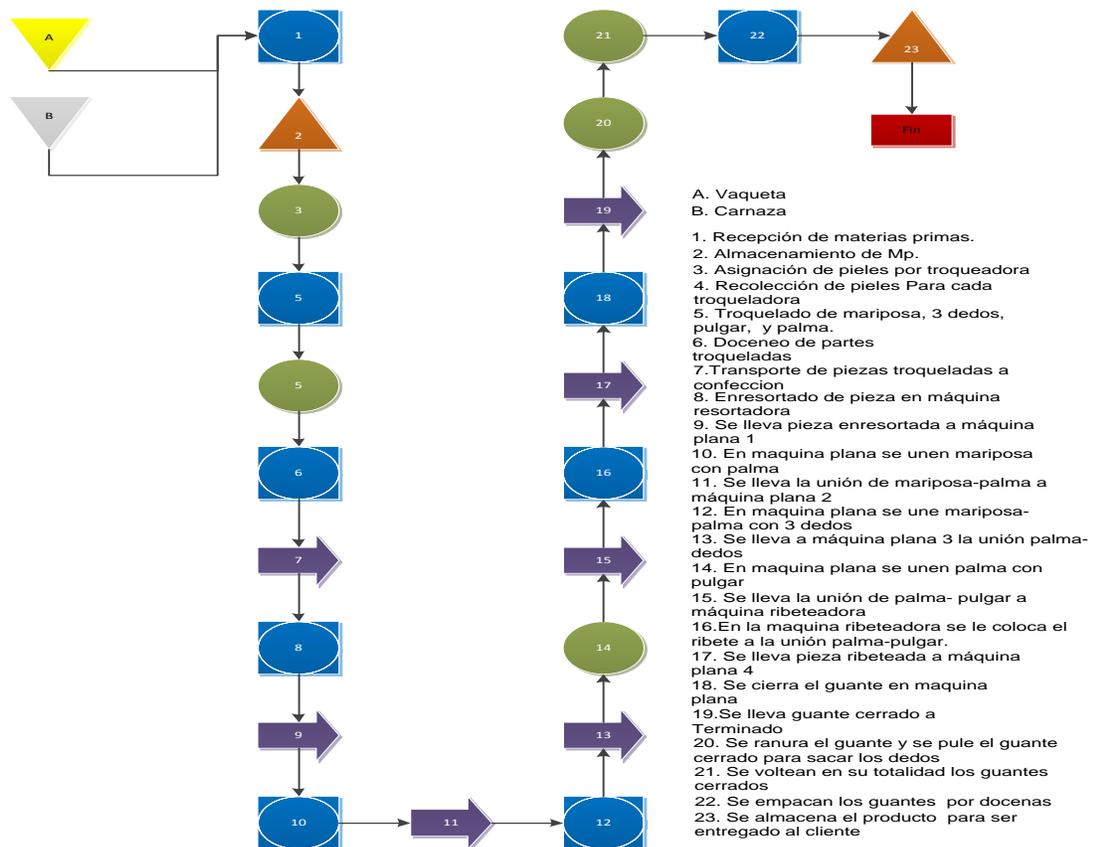
Como principio fundamental dentro del análisis del proceso desde el punto de vista de ingeniería se estableció el siguiente diagrama de flujo de proceso.

**Cuadro 5.**Diagrama de leyenda para el diagrama de flujo

Actividad	Símbolo
Operación	○
Inspección	□
Transporte	⇒
Almacenamiento	▽
Demora	D

Fuente. Elaboración propia

**Figura 9.** Diagrama de Flujo general de la fabricación del guante



## 6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE GUANTES

Al inicio del proceso productivo se encuentra el área de recepción, control y distribución de la materia prima donde se recibe, se verifica que la cantidad que dice contener sea la misma, se toman muestreos para verificar que la medida, la calidad y el tipo de materia prima sea correcta, posteriormente se organiza.

En el área de troquelado se corta cada una de las diferentes piezas de los guantes (tres dedos, pulgar, mariposa y puño), se organizan por docenas, se aclara que el valor unitario del proceso está dado por docenas, seguidamente pasa o a la bodega de producto en proceso o al área de “doceneo”, se procede a enviarlas al área o módulos de confección.

En los módulos de confección o proceso de armado, se unen las 4 piezas del guante comenzando por el “resortado” del guante, pasando a la unión de la mariposa con la palma, luego la palma es unida al pulgar y finalmente es unida con el molde de tres dedos dando como resultado un guante completo que pasa al módulo de cerrado.

En el módulo de cerrado, se le da el último paso en confección al guante; en este módulo el guante es ribeteado ( se le coloca un ribete para un mejor acabado) para así ser enviado a área de cerrado, como resultado de este proceso es un guante que queda al revés, que pasa al módulo de volteado.

En el módulo de volteado, se prepara para ser embalado (es un proceso manual) donde se le cortan todos los sobrantes a los guantes, se voltea y se amarra por docenas, este proceso se realiza con la ayuda mecánica de una máquina que permite voltear el guante “dedo por dedo” es decir el proceso se repite 5 veces hasta voltear los 5 dedos del guante, el guante semi-volteado es volteado completamente por otro operario pero en la misma área, cuando se completa este proceso los guante son arrumados por docenas.

En la realización de la toma de tiempos, los elementos de “doceneo” y empacado tienen por unidad de tiempo “la docena”, es decir, que los guantes no están terminados hasta que el operario de “doceneo” y empacado produzcan una docena completa, por lo tanto la disponibilidad del guante depende de la rapidez de las líneas en completar la primer docena, posteriormente la espera por guantes en empacado desaparece y el cuello de botella se traslada al área de volteado.

El Cuadro 5, muestra manera general las convenciones utilizadas dentro del diagrama de flujo de cada elemento del proceso.

**6.1.1 Troquelado de piezas.** La piel es extendida sobre la troqueladora, se ubican los troqueles encima de la piel, como el proceso de troquelado es por golpe, el operario acciona la troqueladora para que realice los cortes y obtener las piezas solicitadas. Las piezas a troquelar son: palma, 3 dedos, mariposa y pulgar. Cada capa de cuero puede medir en promedio 36 pies este tamaño depende del tamaño del ganado.

Tipo de piezas: Mariposa, 3 dedos, refuerzos, pulgar, puño.

Empieza: Se recibe el pedido

Termina: Almacenamiento de las piezas troqueladas

**Cuadro 6.** Diagrama de proceso de troquelado de piezas.

ETAPA		ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Revisar la orden a trabajar.	Inspección	
2	Separar los moldes para trabajar	Operación	
3	Extiende la piel sobre el mesón.	Operación	
4	Colocar el molde sobre la piel.	Operación	
5	Coger el troquel y acercarlo hasta la piel.	Operación	
6	Realizar el corte.	Operación	
7	Retirar el molde.	Operación	
8	Retirar la pieza cortada.	Operación	
9	Revisar las condiciones de la pieza.	Inspección	
10	Llevar la pieza hacia el recipiente de almacenamiento	Transporte	
11	Colocar la pieza en el recipiente de almacenamiento temporal.	Almacenamiento	
	<b>Fin</b>		

Fuente. Elaboración propia

**6.1.2 Separado y Encarado de piezas troqueladas.** Este proceso empieza cuando el operario se desplaza hasta la “troqueladora” asignada para recoger las

piezas troqueladas, y la transporta a una mesa ubicada al frente de las troqueladoras Después de recoger todas las piezas del guante troqueladas se empieza a realizar el proceso de selección, se separan de acuerdo al tipo de pieza que pertenezca, se ubican las mariposas, las palmas, los 3 dedos y los pulgares en lugares separados. Luego, se encaran y se envían al área de confección según los requerimientos de producción.

Material: Cuero y Tela

Empieza: piezas troqueladas Almacenadas

Termina: Almacenamiento dependiendo del tipo de piezas

**Cuadro 7. Diagrama de proceso de separado y encarado de piezas troqueladas.**

ETAPA		ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Desplazarse de la mesa de troquelado a la mesa donde se organizan las piezas.	Transporte	
2	Organizar las piezas de acuerdo al tipo (Mariposa, 4 dedos, refuerzos, pulgar, puño.	Operación	
3	Inspeccionar cada una de las piezas	Inspección	
4	Encarar (arrumar) en bloques de acuerdo a la orden de trabajo, cinco docenas para producción externa.	Operación	
5	Desplazar los bloques hacia el área de confección	Transporte	
6	Amarrar los bloques	Operación	
7	Almacenar	Almacenamiento	
	<b>Fin</b>		

Fuente. Elaboración propia

**6.1.3 Confección (armado y cerrado).** Esta área se subdivide en: Armado, Ribeteado y Cerrado. Las operaciones aquí llevadas a cabo se realizan con

máquinas plana industrial. El proceso inicia en armado, en este momento la operaria recibe las unidades troqueladas y el elástico, las marca con una letra asignada y empieza a armar el guante, uniendo en un orden específico las piezas del guante. En este punto se procede a cerrar el guante cosiéndolo por sus extremos laterales y se repite el proceso hasta completar las docenas, estas son enviadas al área de volteado.

Material: Hilo y Piezas.

Método: Actual

Empieza: Recepción de las unidades encaradas.

Termina: Transporte del guante ha volteado.

**Cuadro 8.**Diagrama de proceso de confección

ETAPA		ACTIVIDAD		RESPONSABLE
1	Se le coloca el resorte a la palma	Operación		
2	Se une la mariposa con la palma	Operación		
3	Se adhiere el 3 dedos pulgar	Operación		
4	Se adhiere el 3 dedos al pulgar	Operación		
5	Se le coloca el ribete al guante antes de cerrarlo	Operación		
6	Se realiza la costura para el cerrado del guante	Operación		
7	Se le realiza inspección al guante en su totalidad	Inspección		
8	Dejar la pieza en dispositivo para almacenamiento	Almacenamiento		
	<b>Fin</b>			

Fuente. Elaboración propia

El cuadro 8, muestra el proceso de confección que empieza desde coger las unidades encaradas (mariposas, palmas, pulgares), posteriormente se unen y se envían al proceso de volteado.

**6.1.4 Volteado.** Se reciben los guantes semi-terminados, se ranura los entre dedos con un cuchillo para asegurar un pulido en el volteado, luego, se voltean los dedos del guante uno por uno haciendo uso de un tubo con base, posteriormente se sacan las costuras o puntas de los dedos para darle forma al guante con una maquina saca costuras y se paquetean por docenas. Por último el guante paqueteado es enviado a almacén para su revisión de calidad.

**Cuadro 9.**Diagrama de proceso de volteado

ETAPA		ACTIVIDAD		RESPONSABLE
1	Transporte de guantes al área de volteado	Transporte		
2	Se recibe los guantes.	Operación		
3	se procede a voltearlos	Decisión		
4	Se le cortan algunas hilachas si las tienen	Decisión		
5	Se ubican por pares para el almacenamiento final	Operación		
	<b>Fin</b>			

Fuente. Elaboración propia

El proceso de volteado incluye 2 procesos, el primero requiere voltear los dedos hasta la mitad y seguidamente se procede a voltear con una base que tiene un palo de escoba o metálico.

**6.1.5 Control de calidad, almacenamiento final y/o despacho.** El operario de esta área recibe las docenas, toma cada docena y la desamarra, después revisa de manera visual y manual cada unidad en búsqueda de no conformidades. Los criterios de revisión son: Estado de las costuras, cantidad de guantes entregados, si se encuentra alguna inconformidad en la unidad revisada, esta se regresa hasta el área a la cual pertenezca el defecto para su respectiva corrección, en caso contrario, el operario amarra de nuevo las docenas y las almacena en la entrada de la empresa y en las estanterías y/o se despacha el pedido al cliente.

**Cuadro 10. Diagrama de Proceso de Almacenamiento Final y/o Despacho**

ETAPA		ACTIVIDAD		RESPONSABLE
1	Se reciben los guantes en paquetes	Operación		
2	Se revisan las docenas paqueteadas	Operación		
3	Se decide si pasa a almacenamiento o se devuelve si hay una no conformidad.	Decisión		
3	Los guantes están en buen estado	Operación		
3a	Se procede a almacenar en la entrada de la empresa.	Operación		
3a 1	Si no se devuelven al proceso donde se cometió el error	Operación		
	Fin			

Fuente elaboración propia.

## 7. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

### 7.1 ETAPA 1: ESTABLECIMIENTO DE COMPROMISOS GENERALES DE LA EMPRESA

El establecimiento de compromisos y responsabilidades de la empresa fue generado con la creación de un grupo, conformado por un coordinador el cual fue

funcionario de la empresa con el conocimiento técnico y la jerarquía suficiente para llevar a cabo el acompañamiento del proceso acompañado de 2 asesores externos, el grupo estará conformado por los autores de este estudio (Brayant Castillo González y Lynn Karen Rendón Jaramillo) el director del estudio (Christian Campo) y el subgerente e hijo del dueño de Suramericana de Guantes Ltda. (Gilberto Mora) dadas las características del proceso todos los empleados forman parte del proceso de gestión y cada uno aportara para la consecución de los objetivos que se planteen.

Durante las charlas realizadas con el subgerente y posteriormente con los empleados de manera informal se hizo énfasis en los beneficios potenciales de la Producción más Limpia tales como, aumento de la eficiencia de los procesos, incremento de la eficiencia en la utilización de recursos, reducción en la generación de residuos, aumento de beneficios generados por el mejor aprovechamiento de los recursos y el correcto manejo de residuos. Por medio de este canal de comunicación se pudieron establecer las pautas para realizar la política de producción más limpia de la organización, el compromiso de la empresa fue brindar toda la información necesaria para el desarrollo del presente proyecto.

## **7.2 ETAPA 2: ANÁLISIS DE LAS ETAPAS DEL PROCESO**

A partir del compromiso adquirido, se realizó una exploración detallada del proceso de fabricación de guante tipo ingeniero, esto permitió conocer el comportamiento de la organización frente a la generación de residuos y los procesos más relevantes a la hora de establecer elementos críticos durante la producción.

**7.2.1 Recopilación de información inicial acerca de la empresa.** La información necesaria para el desarrollo del estudio fue recabada por medio de las observaciones, apuntes, fotografías entrevistas directas con la ingeniera de la línea y con los operarios de cada elemento durante las visitas realizadas a las instalaciones de la empresa. El objetivo era recopilar la información para determinar los aspectos más críticos de la organización al momento de aplicar la herramientas de producción más limpia; fue importante realizar una caracterización completa del proceso productivo de la fabricación de guantes así como la indagación con las demás empresas de manufacturas de cuero como lo son: GUANTES MCB, MUNDIAL DE GUANTES GUERRERO, GUANTES VALLE LTDA, COLGUANTES, GUANTES OCCIDENTAL SAS; se retomaron trabajos previos sobre problemáticas comunes de estas organizaciones del sector con el propósito de establecer pautas más sencillas de homologar entre organizaciones respecto a oportunidades de producción más limpia, los elementos evolutivos de la organización y los aspectos

más tradicionales de la misma fueron tenidos en cuenta a la hora de describir el proceso que además posee elementos semi-artesanales.

**7.2.2 Estudio de Tiempos.** Los pasos necesarios para mejorar un centro de trabajo son:

- Selección de la operación

Se seleccionó la operación de fabricación de guante tipo ingeniero, comenzando por el proceso de recepción de materia prima y troquelado hasta la separación de lotes por docenas de guantes.

- Selección del operario

Para la Selección del operario se tuvo en cuenta la información suministrada por la empresa frente a cuales operarios eran más capaces en sus actividades por modulo, se pudo observar muy poca diferencia de rendimientos entre los operarios de un mismo modulo o elemento por lo que los tiempos observados presentan una regularidad, aunque en algunos casos se presentan variaciones, especialmente en actividades que son en su mayoría manuales como el “doceneo” y el embalaje.

- Análisis de comprobación del método y alcance del trabajo

El estudio realizado en la empresa es aplicable a la elaboración de gran parte de la familia de guantes producidos por la misma exceptuando los guantes que requieren operaciones adicionales con láminas o taches, se realizaron observaciones y se tomaron datos de los procesos; fotografías, esquemas, hojas de datos que permitieron comprender más a fondo el funcionamiento de la empresa y detectar posibles fallas.

- Establecer fuentes de información

La información necesaria para la elaboración del estudio fue recabada mediante un trabajo de campo y de colaboración de la empresa con datos y selección de lotes de producción y seguimiento de la línea de producción de los guantes, las reuniones y entrevistas con integrantes de la gerencia de la empresa permitió conocer más a fondo la situación actual de la organización.

- Establecer elementos dentro del proceso

Se definieron los elementos que hacen parte del proceso de fabricación de guante tipo ingeniero con el fin de facilitar la identificación de variaciones propias de un sector de la línea, además la delimitación de elementos facilitara la toma de datos y

el posterior análisis de los mismos, el proceso se dividió en los siguientes elementos:

- Recepción de materia prima. Recepción de pieles; por petición de la empresa no se tuvo en cuenta en el estudio de tiempos, pero forma parte de otros análisis del estudio presente documento
- Troquelado: Las pieles son cortadas en 4 diferentes formas; palma, pulgar, 3 dedos y mariposa.
- Doceneo: Separación y organización de piezas troqueladas por docenas. Para su posterior envío a confección.
- Confección: Unión de piezas troqueladas por pares además de la adición del resurte en la muñeca, el ribete del guante y el posterior cerrado del mismo
- Embalaje. El guante ya cerrado es pulido y volteado, para luego ser empacado por docenas para ser almacenado o en su defecto despachado.
- Numero de observaciones

Para la definición del número de observaciones se decidió realizar una prueba piloto de 10 observaciones por cada elemento del proceso de producción de guantes, a partir de la prueba piloto se determinó la desviación estándar de cada elemento, su media y un valor de error admisible, en conjunto con la ingeniera de planta posteriormente se aplicó la ecuación 3, para verificar el tamaño de las muestra necesaria para que el estudio fuera significativo, la información de la prueba piloto se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8.** Registro y datos estadísticos de prueba piloto

Operación Observación	Troquelado (Und)				Doceneo	Resortado (Und)	Unión (Und)			Ribeteado (Und)	Cerrado del Guante (Und)	Metida de Dedos (Und)	Volteado (Und)	Empacado (docena)
	(Palma)	(Mariposa)	(Pulgar)	(Tres Dedos)			Mariposa- Palma	Palma- Pulgar	3 dedos					
1	3,980	2,730	3,420	3,340	14,230	5,170	13,130	15,590	21,410	7,750	24,59	9,900	13,410	52,490
2	3,700	2,610	3,450	3,360	17,400	4,560	14,380	17,280	17,490	7,220	22,880	10,450	16,400	55,210
3	4,170	3,490	3,650	4,290	16,600	6,120	14,280	13,840	23,330	6,740	26,330	13,290	14,410	82,620
4	4,140	3,240	3,450	2,460	15,970	5,730	19,750	12,520	21,520	6,700	21,620	10,780	13,350	77,240
5	3,680	2,930	2,750	3,150	15,410	5,220	16,500	18,650	20,690	6,300	29,310	8,090	11,080	59,630
6	4,580	3,680	2,450	4,090	16,640	5,630	13,900	15,070	20,570	6,680	22,680	12,730	11,100	58,240
7	4,200	3,180	4,250	3,680	15,880	4,530	13,800	19,490	15,920	6,720	23,450	10,280	13,200	77,210
8	4,500	3,220	4,140	2,770	15,610	6,010	13,700	17,220	20,590	6,780	23,210	10,640	13,070	58,360
9	4,980	3,520	3,450	3,310	15,310	3,940	13,660	21,250	17,120	6,600	22,880	14,120	15,640	59,650
10	5,750	3,020	3,580	3,900	18,430	3,950	13,540	16,170	21,520	6,640	27,330	10,620	13,300	54,360
<b>T. Promedio Observado (seg)</b>	4,37	3,16	3,46	3,44	16,15	5,09	14,66	16,71	20,02	6,81	24,43	11,09	13,50	63,50
<b>Valoración</b>	100%	100%	100%	100%	100%	95%	95%	95%	95%	80%	90%	75%	95%	80%
<b>Media</b>	4,37	3,16	3,46	3,44	16,15	5,09	14,66	16,71	20,02	6,81	24,43	11,09	13,50	63,50
<b>Desviación Estándar</b>	0,6	0,3	0,5	0,6	1,2	0,8	2,0	2,6	2,4	0,4	2,5	1,8	1,7	11,1
<b>Grados de Libertad</b>	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
<b>Valor de K</b>	0,060	0,050	0,065	0,065	0,035	0,065	0,055	0,065	0,050	0,030	0,045	0,065	0,055	0,070
<b>Distribución t=</b>	2,2	2,3	2,1	2,1	2,5	2,1	2,2	2,1	2,3	2,6	2,3	2,1	2,2	2,1
<b>Número de Observaciones</b>	26	25	26	29	27	26	30	26	28	25	27	27	25	26

- Valoración de desempeño

Durante el proceso de observación y con ayuda de la ingeniería de la planta se determinó cuales operarios podrían ser calificados de acuerdo a su velocidad, agilidad y destreza, se promediaron los 3 valores siendo calificados entre 90% y 95% teniendo los valores más altos, elementos como el troquelado y la unión de piezas troqueladas frente a los más bajos como el doceneo, resortado y cerrado del guante. Esta valoración es clave al momento de calcular el tiempo normal de cada elemento, los valores calculados de tiempo normal se presentan en la tabla 28 del Anexo 2.

- Establecimiento de suplementos

Se determinaron los suplementos por cada elemento del proceso productivo de acuerdo con la Tabla 29 del Anexo 4, Suplementos constantes y variables para estudios de tiempos y movimientos.

**Tabla 9.** Suplementos por elemento para la fabricación de guante tipo ingeniero.

Elementos		Constantes		Variables										
		NP	F	PTP	PA	FM	LDL	CA	TV	TA	TM	MM	MF	Total
1	Troquelado (Palma)	5	4	5	0	0	0	0	2	0	0	1	2	19
2	Troquelado (Mariposa)	5	4	5	0	0	0	0	2	0	0	1	2	19
3	Troquelado (Pulgar)	5	4	5	0	0	0	0	2	0	0	1	2	19
4	Troquelado (Tres Dedos)	5	4	5	0	0	0	0	2	0	0	1	2	19
5	Doceneo	7	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
6	Resortado	7	4	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	15
7	Unión Mariposa-Palma	7	4	0	0	0	0	0	2	2	4	1	2	22
8	Unión Palma-Pulgar	7	4	0	0	0	0	0	2	2	4	1	2	22
9	Unión 3 dedos	7	4	0	0	0	0	0	2	2	4	1	2	22
10	Ribeteado	7	4	0	0	0	0	0	2	2	4	1	2	22
11	Cerrado del Guante	7	4	0	0	0	0	0	5	0	4	0	0	20
12	Metida de Dedos	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
13	Volteado	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
14	Empacado	5	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	12

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 10.** Descripción de las variables de los suplementos constantes y variables para estudios de tiempos y movimientos

NP	F	PTP	PA	FM	LDL	CA	TV	TA	TM	MM	MF
Necesidades Personales	Fatiga	Por trabajo de pie	Postura anormal	Fuerza Muscular	Intensidad de luz	Calidad del aire	Tensión Visual	Tensión Auditiva	Tensión Mental	Monotonía Mental	Monotonía Física

Las tablas 9 y 10 muestran los suplementos correspondientes a cada elemento analizado en la toma de tiempos y se describen las variables, respectivamente.

- Certificar la medición

El proceso de toma de tiempos fue más extenso de lo que se registró para verificar el comportamiento de las mediciones y sus valores se tomaron datos de varias jornadas y en diferentes días y a distintas horas, en total se registraron más de 130 observaciones adicionales con un acumulado de 520 observaciones, todo con el fin de validar los datos inicialmente obtenidos. Las observaciones registradas en total pueden ser observadas en la tabla 25, 26 y 27 del Anexo 1.

- Características del proceso

El proceso de producción general en la fabricación de guantes se realiza las siguientes actividades:

- Se recibe la materia prima antes de ser enviada a troquelado.
- Se troquea la materia prima con los respectivos moldes.
- Se seleccionan las diferentes partes del guante (palma, pulgar, cuatro dedos y mariposa) ya troqueladas y se envían a confección junto con el elástico.
- Se arma y se cierra el guante.
- Se envían los guantes a volteado.
- Se voltean y organizan los guantes por docenas.
- Se envían los guantes a control de calidad.
- Se almacenan y se distribuyen al cliente final.

**7.2.3 Identificación de causas de ineficiencia en los procesos.** Se realizó una descripción detallada del proceso de fabricación de guantes, donde se hicieron mediciones y seguimientos de las operaciones en cuanto al uso de recursos,

residuos generados por operación, para realizar un procedimiento y determinar el impacto ambiental que tiene cada elemento en el entorno. Los balances se realizaron para conocer las materias primas utilizadas y los residuos generados, que hacen parte de cada proceso, se procedió a un análisis de distribución de áreas dentro de la organización, adicionalmente un estudio de tiempos para cada elemento de la operación, para determinar los tiempos estándares de operación actuales que han variado por cambios tecnológicos y de capacidad de las máquinas. Los análisis respectivos se realizaron mediante el uso de herramientas de ingeniería basadas en salud ocupacional, distribución en planta, gestión ambiental y estudio del trabajo todas enfocadas en aumentar el desempeño de la organización frente al uso de sus recursos. Todas las actividades realizadas para identificar ineficiencias en los procesos se describen a continuación.

### **7.3 ETAPA 3: GENERACIÓN DE OPORTUNIDADES DE PML**

En esta etapa se identifican las fuentes generadoras de residuos, se evalúan los aspectos ambientales, se generan alternativas y se evalúan respectivamente para después seleccionar las oportunidades de PML.

**7.3.1 Identificación de consumo de materias primas y fuentes generadoras de subproductos y/o residuos.** Con la información recopilada a partir de la caracterización del proceso, se realizó un estudio cuantitativo de los flujos de materias primas a través de cada elemento que forma parte del proceso productivo, la forma cómo interactúan con la operación y los resultados al final de cada elemento, residuos, productos, y la forma parte del balance de masa; cantidad de cuero utilizada, energía eléctrica consumida e insumos utilizados; los balances de masa por elemento se realizaron de acuerdo al formato presentado a continuación los cuales estarán encadenados a la matriz de aspectos ambientales.

<b>Tabla 11. Balance de masa para el proceso de Troquelado</b>		
Empresa: Suramericana de Guantes	Personal del proceso: Troquelado	Hoja #: 1 de 8
Proceso: Fabricación de Guantes	Subproceso: <b>Troquelado</b>	Fecha 08-04-12
Actividades: Troquelado de Piezas de Carnaza y/o Vaqueta por medio de una troqueladora neumática durante una jornada.		
<p><b>Balance de masa:</b></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>500 kg de Carnaza/ vaqueta</p> <p>Troqueles (mariposa, pulgar, 3 dedos, palma,)</p> <p>Energía Eléctrica 3.4kW/h</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 30%;"> <p>2kg Polvillo vaqueta o carnaza aprox.</p> <p>473kg de vaqueta / carnaza troqueladas (13 docenas)</p> <p>25 kg de vaqueta/ carnaza</p> </div> </div>		
<p>Aspectos ambientales:</p> <p>Generación de residuos solidos (Vaqueta y Carnaza)</p> <p>Generación de Material particulado (Polvillo vaqueta)</p>	<p>Posibles Controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Establecer programas de reducción y almacenamiento de residuos sólidos (vaqueta y carnaza). Gestión integral de residuos</li> <li>-Implementar el uso de Extractores para reducir el polvillo de cuero del recinto donde es generado</li> <li>-Establecer un programa de mantenimiento para da la maquinaria de la empresa.</li> </ul>	
Participantes: 2 Operarios de Confección y observadores		

**Tabla 12.** Balance de masa para el proceso de Confección

<p>Empresa: Suramericana de Guantes</p>			<p>Personal del proceso: Confección</p>		<p>Hoja #: 2 de 8</p>
<p>Proceso: Fabricación de Guantes</p>		<p>Subproceso: <b>Ribeteado</b></p>		<p>Fecha 08-04-12</p>	
<p>Actividades: Ribeteado de la pieza en maquina ribeteadora durante una jornada</p>					
<p>Balance de masa:</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>156 Docenas Troqueladas →</p> <p>88.2 gr de hilo →</p> <p>Ribete: 4.04 kg →</p> <p>Energía Eléctrica 0.322kw/h .....→</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;"> </div> <div style="width: 30%; text-align: right;"> <p>24 g Polvillo vaqueta o carnaza ↑</p> <p>156 Docenas Ribeteadas →</p> <p>22 g de Ribete ↓</p> <p>15 g de Hilo ↓</p> </div> </div>					
<p>Aspectos ambientales:</p> <p>Generación de material particulado (Polvillo vaqueta y/o carnaza)</p> <p>Generación de residuos Sólidos (Hilaza)</p>			<p>Posibles Controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Implementar el uso de canastas y recolectores de residuos sólidos.</li> <li>-Implementar el uso de extractores para reducir el polvillo generado por la manipulación y el proceso de confección de la pieza.</li> <li>-Establecer un programa de mantenimiento para toda la maquinaria de la empresa.</li> </ul>		
<p>Participantes:</p> <p>2 Operarios de Confección y observadores</p>					

<b>Tabla 13. Balance de masa para el proceso de Confección.</b>		
<b>Empresa:</b> Suramericana de Guantes	<b>Personal del proceso:</b> <b>Confección</b>	<b>Hoja #: 3</b> de 8
<b>Proceso:</b> Fabricación de Guantes	<b>Subproceso:</b> Unión de Partes (unión 3 dedos-pulgar-Palma y mariposa)	<b>Fecha:</b> 08-04-12
<b>Actividades:</b> Unión de Partes (unión 3 dedos-pulgar-Palma) en máquinas planas en el área de confección durante una jornada		
<b>Balance de masa:</b> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: right;"> <p>156 docenas Ribeteadas →</p> <p>1220 g de hilo →</p> <p>Energía Eléctrica 0.264 kW/h →</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: left;"> <p>→ 156 Docenas semi-armadas</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>↑ 12 g Polvillo vaqueta o carnaza</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>↓ 19 g de Hilo (hilazas)</p> </div> </div>		
<b>Aspectos ambientales:</b>  Generación de material particulado (Polvillo vaqueta y/o carnaza)  Generación de residuos Sólidos (Hilaza)	<b>Posibles Controles:</b> -Implementar el uso de canastas y recolectores de residuos sólidos. Implementar el uso de Extractores para reducir el polvillo generado. -Establecer un programa de mantenimiento para toda la maquinaria de la empresa. -Establecer un programa para concienciar a los operarios de confección sobre la minimización del desperdicio de hilo, ribete y resorte.	
<b>Participantes:</b> 3 Operarios de Confección y observadores		

**Tabla 14.** Balance de masa para el proceso de Confección.

<p>Empresa: Suramericana de Guantes</p>			<p>Personal del proceso: Confección</p>		<p>Hoja #: 4 de 8</p>
<p>Proceso: Fabricación de Guantes</p>		<p>Subproceso: <b>Resortado</b></p>		<p>Fecha 08-04-12</p>	
<p>Actividades: Resortado en maquina resortadora en el área de confección durante una jornada</p>					
<p>Balance de masa:</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>156 docenas Ribeteada y semi-armadas →</p> <p>44.1 g de hilo →</p> <p>Resorte: 211.6 g →</p> <p>Energía Eléctrica 0.382 kW/h →</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 30%; text-align: right;"> <p>→ 156 Docenas Resortadas</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>↑ 8 g Polvillo vaqueta o carnaza</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>↓ 7 g de Resorte</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>↓ 0,75 g de Hilo (hilazas)</p> </div> </div>					
<p>Aspectos ambientales:</p> <p>Generación de residuos Sólidos(Hilaza)</p> <p>Generación de residuos Sólidos(Trozos de resorte)</p>			<p>Posibles Controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Implementar el uso de canastas y recolectores de residuos sólidos</li> <li>-Implementar el uso de Extractores para reducir el polvillo generado.</li> <li>-Establecer un programa de mantenimiento para toda la maquinaria de la empresa.</li> <li>-Establecer un programa para concienciar a los operarios de confección sobre la minimización del desperdicio de hilo, ribete y resorte.</li> </ul>		
<p>Participantes: 2 Operarios de Confección y observadores</p>					

**Tabla 15.** Balance de masa para el proceso de Confección (cerrado).

<p>Empresa:</p> <p>Suramericana de Guantes</p>			<p>Personal del proceso:</p> <p>Confección</p>		<p>Hoja #: 5</p> <p>de 8</p>
<p>Proceso: Fabricación de Guantes</p>		<p>Subproceso: <b>Cerrado de Guante</b></p>		<p>Fecha 08-04-12</p>	
<p>Actividades:</p> <p>Cerrado de Guante en maquina plana en el área de confección durante una jornada</p>					
<p>Balance de masa:</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>156 Docenas unidas Ribeteadas y Resortadas →</p> <p>1.3 m de hilo →</p> <p>Energía Eléctrica → 0.277 kW/h</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 30%;"> <p>↑ 5 g Polvillo vaqueta o carnaza</p> <p>→ 156 Docenas Cerradas</p> <p>↓ 16 g de Hilo (hilazas)</p> </div> </div>					
<p>Aspectos ambientales:</p> <p>Generación de material particulado (Polvillo vaqueta y/o carnaza)</p> <p>Generación de residuos Sólidos (Hilaza)</p> <p>Generación de residuos Sólidos (Trozos de resorte)</p>			<p>Posibles Controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Implementar el uso de Extractores para reducir el polvillo generado.</li> <li>-Establecer un programa para concienciar a los operarios de confección sobre la minimización del desperdicio de hilo, ribete y resorte.</li> <li>-Implementar el uso de canastas y recolectores de residuos sólidos.</li> <li>-Establecer un programa de mantenimiento para toda la maquinaria de la empresa</li> </ul>		
<p>Participantes: 2 Operarios de Confección y observadores</p>					

**Tabla 16.** Balance de masa para el proceso de Volteado dedos.

<p>Empresa: Suramericana de Guantes</p>			<p>Personal del proceso: Terminado</p>		<p>Hoja #: 6 de 8</p>
<p>Proceso: Fabricación de Guantes</p>		<p>Subproceso: <b>Metida de dedos</b></p>		<p>Fecha 15-04-12</p>	
<p>Actividades: Metida de dedos de los guantes durante una jornada</p>					
<p>Balance de masa:</p> <div style="text-align: center;"> </div>					
<p>Aspectos ambientales: Generación de material particulado (Polvillo vaqueta y/o carnaza)</p>			<p>Posibles Controles: Implementar el uso de Extractores para reducir el polvillo generado, mejorar las condiciones de comodidad del operario que realiza este proceso e Integrar la actividad con el proceso de volteado del guante, en busca de reducir tiempo de procesamiento del producto.</p>		
<p>Participantes: 2 Operarios de Terminado y observadores</p>					

**Tabla 17.** Balance de masa para el proceso de Volteado del guante.

<p><b>Tabla 17.</b> Balance de masa para el proceso de Volteado del guante.</p>		
<p>Empresa: Suramericana de Guantes</p>	<p>Personal del proceso: Terminado</p>	<p>Hoja #: 7 de 8</p>
<p>Proceso: Fabricación de Guantes</p>	<p>Subproceso: <b>Volteado</b></p>	<p>Fecha 15-04-12</p>
<p>Actividades: Volteado de Guante</p>		
<p>Balance de masa:</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>156 Docenas unida ribeteadas resortada y semi- volteadas</p> <p>→</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>→</p> <p>156 docenas Volteadas</p> </div> </div>		
<p>Aspectos ambientales:</p> <p>Generación de residuos sólidos (Hilaza)</p>	<p>Posibles Controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Implementar el uso de canastas y recolectores de residuos sólidos</li> <li>-Mejorar las condiciones de comodidad del operario que realiza este proceso en particular</li> <li>-Integrar la actividad con el proceso de metida de dedos del guante, en busca de reducir tiempo de procesamiento del producto.</li> </ul>	
<p>Participantes:</p> <p>2 Operarios de Terminado y observadores</p>		

**Tabla 18.** Balance de masa para el proceso de Embalaje.

Empresa: Suramericana de Guantes	Personal del proceso: Embalaje	Hoja #: 8  de 8
Proceso: Fabricación de Guantes	Subproceso: Empacado de guante	Fecha 15-04-12
Actividades: Empacado de guante tipo ingeniero por docenas durante una jornada		
<p>Balance de masa:</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>156 Piezas unidas ribeteadas resortadas y Volteadas</p> <p>→</p> <p>Cáñamo y/o Costal</p> <p>→</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 30%; text-align: right;"> <p>→ 156 Docenas Embaladas</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px; text-align: center;"> <p>↑ 4 g Polvillo vaqueta y carnaza</p> <p>↓ 12g de Cáñamo y/o Costal</p> <p>↓ 3 g Hilo (hilazas)</p> </div>		
Aspectos ambientales:  Generación de residuos Sólidos(Hilaza)  Generación de residuos Sólidos(Cáñamo y/o Costal)	Posibles Controles:  -Implementar el uso de canastas y recolectores de residuos sólidos  -Minimizar el uso de materiales que puedan generar un mayor volumen de desperdicio al ser poco resistentes y frágiles	

Participantes:

Operarios de Terminado, almacenista y observadores

En los balances de masa realizados, la materia prima más importante dentro de la fabricación del guante tipo ingeniero es el cuero, los residuos generados dentro de la fabricación del guante deben ser clasificados y separados para su manejo al interior de la empresa, procurando reducir el espacio que ocupan y buscando medidas válidas para su reducción o aprovechamiento, una vez generados debe proponerse como objetivo final reducir la cantidad de residuos en rellenos sanitarios o en hornos de incineración y aumentar el volumen de residuos aprovechados. Los residuos generados por las áreas de confección son mínimos en comparación con los generados por ejemplo en el área de troquelado, aunque su clasificación y agrupación es válida frente a su recuperación por medio de máquinas devanadoras por parte de la industria textil, al igual que los tubos donde viene enrollado el hilo que son reutilizados y no representan un problema actualmente para la empresa, por otro lado los residuos de cuero pueden ser reutilizados para, algunos de los beneficios que pueden ser obtenidos a través del uso apropiado de los residuos de cuero provenientes del proceso productivo del guante son: Materia prima para la elaboración de aglomerados de cuero especialmente a partir de la carnaza con aplicaciones en: Calzado (Suelas), Plantillas para zapatos, Tacones, Entre suelas, Forros, rellenos, Encuadernación, Carteras y Billeteras.

**7.3.2 Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales.** Se identificaron los aspectos ambientales de la organización, encontrando como el más recurrente la generación de residuos sólidos. La siguiente matriz muestra los resultados de la evaluación de los aspectos ambientales encontrados en los balances de masa anteriores.

La metodología para la realización de la matriz de los aspectos ambientales se presenta en el Anexo 4.

**Tabla 19. Matriz de Evaluación de Aspectos Ambientales**

Empresa: Suramericana de Guantes Ltda					CLASIFICACIÓN										EVALUACIÓN	
Preparado por: Lynn Karen Rendón Bryant Castillo				Fecha: 15-04-12	Tiempo de Ocurrencia	Responsabilidad	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Amplitud Geográfica	Situación Operacional	Evaluación de Riesgo			Control	Magnitud del Riesgo Ambiental: (I)	Significancia
Revisado/ Aprobado por:				Fecha:							Probabilidad	Consecuencia	Índice Evaluación de Riesgo			
Proceso	Subproceso	Fuente	Aspecto Ambiental	Descripción												
Guante tipo Ingeniero	Troquelado	Maquinas troqueladoras neumáticas	Generación de Ruido	Debido al uso de troqueles que generan ruido al cortar el cuero	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	1		5	11	
			Generación de Residuos	Debido al sobrante producido durante el corte con los troqueles	Presente	Directa	Suelo	Adverso	Local	Normal	9	7		3	19	AAS
			Generación de material particulado	Debido al desprendimiento de material durante el corte y luego al retirarlo de la maquina	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	9	7		5	21	AAS
	Doceneo	Proceso manual	Generación de material particulado	Debido el desprendimiento de material durante la manipulación del cuero troquelado en piezas	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	14	
	Resortado		Generación de Ruido	Debido a la obsolescencia de la máquina de resortado ( uso prolongado de la maquinaria)	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	14	

Guante tipo Ingeniero	Resortado	Maquina resortadora eléctrica	Generación material particulado	Debido el desprendimiento de material durante la manipulación del cuero troquelado mientras es colocado el resorte	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	13	
			Generación de residuos	Debido al sobrante de resorte durante el proceso de costura	Presente	Directa	Suelo	Adverso	Local	Normal	7	3		3	13	
	Unión Mariposa-Palma	Maquinas Planas	Generación de ruido	Debido al desajuste de la máquina y la obsolescencia (uso prolongado de la maquina)	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	13	
			Generación de material particulado	Debido el desprendimiento de material durante la manipulación del cuero troquelado mientras se unen la mariposa y la palma	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	13	
			Generación de residuos	Debido al sobrante de hilaza durante la costura del cuero troquelado	Presente	Directa	Suelo	Adverso	Local	Normal	7	3		3	13	
			Consumo de Energía Eléctrica	Debido a la utilización de luminarias incandescentes	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	9	7		5	21	AAS
	Unión Palma-Pulgar	Maquinas Planas	Generación de ruido	Debido al desajuste de la máquina y la obsolescencia (uso prolongado de la maquina)	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	13	
			Generación material particulado	Debido el desprendimiento de material durante la manipulación del cuero troquelado mientras se unen la palma y el pulgar	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	13	
			Generación residuos	Debido al sobrante de hilaza durante la costura del cuero troquelado	Presente	Directa	Suelo	Adverso	Local	Normal	7	3		3	13	

Guante tipo Ingeniero			Consumo de Energía Eléctrica	Debido a la utilización de luminarias incandescentes	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	9	7		5	21	AAS
	Unión 3 dedos	Maquinas Planas	Generación de ruido	Debido al desajuste de la máquina y la obsolescencia (uso prolongado de la maquina)	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	13	
			Generación de material particulado	Debido el desprendimiento de material durante la manipulación del cuero troquelado mientras se une la pieza con el 3 dedos	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	13	
			Generación de residuos	Debido al sobrante de hilaza durante la costura del cuero troquelado	Presente	Directa	Suelo	Adverso	Local	Normal	7	3		3	13	
			Generación de Ruido	Debido a la obsolescencia de la máquina de ribeteado ( uso prolongado de la maquina)	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	13	
	Ribeteado	Maquina Ribeteadora eléctrica	Generación de material particulado	Debido el desprendimiento de material durante la manipulación del cuero troquelado mientras es colocado el ribete	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	13	
			Generación de residuos	Debido al sobrante de ribete durante el proceso de costura del mismo	Presente	Directa	Suelo	Adverso	Local	Normal	7	3		3	13	
			Consumo de Energía Eléctrica	Debido a la utilización de luminarias incandescentes	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	9	7		5	21	AAS
			Generación de ruido	Debido al desajuste de la máquina y la obsolescencia (uso prolongado de la maquina)	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		5	13	
	Cerrado del Guante	Maquinas planas	Generación de material particulado	Debido el desprendimiento de material durante la manipulación del cuero troquelado mientras se cierra el guante ya conformado	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	7	3		1	9	

De acuerdo a los resultados obtenidos en la realización de la matriz de aspectos ambientales, las áreas más críticas en generación de residuos tales como sobrantes de cuero (carnaza y vaqueta) y de confección (resorte, y ribete) son troquelado, "resortado" y en menor medida

Guante tipo Ingeniero			Generación de residuos	Debido al sobrante de hilaza durante la costura del guante ya conformado	Presente	Directa	Suelo	Adverso	Local	Normal	5	1		5	11	
			Consumo de Energía Eléctrica	Debido a la utilización de luminarias incandescentes	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	9	7		5	21	AAS
	Metida de Dedos	Tubos a presión	Generación de material particulado	Debido a la manipulación del guante que genera desprendimiento del material.	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	1		5	11	
	Volteado	Maquina volteadora manual	Generación de residuos	Debido al sobrante de hilaza, ribete cuero y resorte durante el pulido de bordes e imperfecciones internas del guante	Presente	Directa	Suelo	Adverso	Local	Normal	5	3		5	13	
			Generación de material particulado	Debido a la manipulación del guante que genera desprendimiento del material	Presente	Directa	Aire	Adverso	Local	Anormal	5	3		1	7	

confección (“resortado” y “ribeteado”), sin olvidar los residuos de cuero en material particulado, el hilo desperdiciado y los asociados al embalaje que aunque son menores se tendrán en cuenta más adelante. Durante la elaboración de la primer fase del estudio se identificaron los consumos de energía eléctrica en el área de confección y la configuración de luminarias existente, se identificaron 62 lámparas Fluorescentes de 75 Watts marca (SYLVANIA T12D de 75 Watt) este tipo de luz, es difusa, no es aconsejable para la lectura (lo que incluye las tareas o trabajos escolares) u otro tipo de trabajos "finos" debido a que impide una apropiada fijación de la vista sobre el objeto. El efecto difuso de la luz fluorescente hace que los contornos de elementos mínimos o "finos" tiendan a desaparecer impidiendo su enfoque adecuado, lo cual genera fatiga visual que podría ocasionar malestar y un rendimiento deficiente en la labor emprendida.

**7.3.3 Formulación de Alternativas de PML.** Esta sub-etapa consiste la formulación de las alternativas de PML a partir de los hallazgos en la matriz de aspectos ambientales así como del balance de masa, además de la información obtenida durante la elaboración del estudio de tiempos, las alternativas, más conveniente económica y ambientalmente serán las que se desglosen y desarrollen dentro de la siguiente etapa.

#### **7.4 ETAPA 4: SELECCIÓN DE SOLUCIONES DE PML**

Dentro de cualquier proceso industrial, cuando se trata de plantear alternativas encaminadas a disminuir el impacto y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, se debe iniciar por el planteamiento de opciones que, dentro de la línea de proceso productivo permitan, sin afectar la calidad del producto final, controlar tanto los consumos de materias primas e insumos, como la generación de residuos. Dado que las consideraciones técnicas y económicas serán residuos. Al final de esta etapa el grupo de opciones de minimización de residuos, deben ser evaluadas para ser tomadas en cuenta posteriormente. Las opciones tenidas en cuenta son una recopilación de las ideas más fácilmente adaptables a la organización y al proceso fruto de intercambio de ideas entre el grupo de investigación, el subgerente de la empresa y el director del presente estudio, basándose en los conceptos de producción más limpia, las ideas se enfocaron en:

Los procesos productivos. La Producción Más Limpia conduce al ahorro de materias primas, agua y/o energía; a la eliminación de materias primas tóxicas y peligrosas; y a la reducción, en la fuente, de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y los desechos, durante el proceso de producción.

Los productos. La Producción Más Limpia busca reducir los impactos negativos de los productos sobre el ambiente, la salud y la seguridad, durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la transformación y uso, hasta la disposición final del producto.”<sup>20</sup>

Además se tuvieron en cuenta los aspectos más importantes del enfoque piramidal del manejo de residuos:

Prevención de la contaminación y eficiencia energética. Mediante el uso de prácticas que permitan una mejor utilización de recursos, procurando identificar y

---

<sup>20</sup>(Traducción realizada por el CPTS de la definición oficial, en inglés, de Producción Más Limpia, adoptada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA (UnitedNationsEnvironmentProgram – UNEP).)

mitigar la generación de residuos durante la etapa productiva, todo esto asociado a un mejoramiento del uso de los recursos energéticos, en este caso las alternativas involucran el mejoramiento del desempeño de los operarios con la búsqueda de herramientas que le permitan ser más útil y eficiente para la organización.

Reducción, reutilización y reciclaje. El objetivo hace referencia al manejo de residuos encaminado a la reducción en la generación de los mismos, involucrándolos en procesos que permitan recuperar su utilidad y reincorporarlos para a la cadena productiva, además de considerar la posibilidad de utilizarlo nuevamente sin necesidad de transformarlos completamente o alterar sus cualidades físicas. También se consideró el manejo de residuos sólidos durante el proceso productivo con base en los conceptos de producción más limpia que dan validez a este tipo de prácticas.

## **7.5 FORMULACION DE OPORTUNIDADES DE PML**

A partir de las observaciones realizadas de todo el proceso productivo de guantes tipo ingeniero se nombrarán a continuación las opciones de PML que surgieron durante la elaboración de los correspondientes diagnósticos, los beneficios que pueden generar para la empresa en 2 campos; ambiental y económico serán desglosados en la evaluación técnica.

- **Recepción de Materia prima (Carnaza y/ Vaqueta)**  
Propuesta de diseño de un procedimiento de selección de proveedores de materia prima (carnaza y Vaqueta) para la fabricación del guante tipo ingeniero, ya que es necesario contar con proveedores con buenas prácticas operacionales, encaminadas a la conservación del ambiente puesto que lo que se busca es que tanto las entradas como las salidas estén orientadas a la producción más limpia.
- **Unificación de Actividades**  
Análisis de factibilidad de Implementación de una máquina Volteadora de Guantes que unifique 2 elementos del proceso de fabricación del guante tipo ingeniero.
- **Mantenimiento Preventivo**  
Propuesta de Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria utilizada en la fabricación del guante tipo ingeniero, este programa está dirigido para asegurar que la maquinaria industrial opere confiablemente, con máximo desempeño y con baja toxicidad.
- **Distribución en Planta (Realizar una redistribución de planta)**

Propuesta de desarrollo de una redistribución de la planta de producción, ya que en el momento no se cuenta con un área específica para el almacenamiento de materia prima, telas y rollos, ni tampoco para los desperdicios.

- **Almacén de Materia Prima**

Propuesta de Aplicación del método de las 5's en el área de almacenamiento de producto de proceso debido a que los materiales no tienen asignado un lugar y el almacén presenta deterioro.

- **Aplicación de la regla de las 3R's**

- Propuesta de manejo y uso posterior a los residuos de cuero generados durante el proceso de fabricación del guante con base en la regla de la 3R's
- Propuesta de diagnóstico y cambio de luminarias en el área de confección con el fin de mejorar la eficiencia energética generando ahorro.

- **Residuos Sólidos**

Propuesta de un plan de manejo de residuos sólidos, para el proceso productivo de fabricación de guante tipo ingeniero.

## **7.6 EVALUACIÓN TÉCNICA: ASPECTOS PRODUCTIVOS Y AMBIENTALES**

En esta etapa se describen cada una de las opciones planteadas la evaluación de las alternativas de PML incluyen una descripción cualitativa de la propuesta y los beneficios productivos económicos y ambientales que tendría su aplicación. De este modo se puede describir la propuesta y evaluar que tan beneficiosa es con respecto a las demás opciones, además se describirán los posibles cambios al producto o al proceso y sin son fácilmente aplicables.

A continuación se desglosa los beneficios ambientales y económicos que pueden generar cada una de las opciones de PML nombradas en la formulación, a partir de estas características se escogerán las opciones más pertinentes y se evaluarán económicamente.

- **Recepción de Materia prima (Carnaza y/ Vaqueta)**

Propuesta de diseño de un procedimiento de selección de proveedores de materia prima (carnaza y Vaqueta) para la fabricación del guante tipo ingeniero:

Diseñar un programa de selección de proveedores riguroso y objetivo, con el fin de seleccionar aquellos proveedores que brinden mayores garantías en sus procesos de curtido, rendimiento de agua, calidad del cuero curtido, manejo de residuos, curtidos vegetales, con el fin de garantizar características de calidad como, dureza del cuero, ductilidad, calibre y flexibilidad, entre otros aspectos que generen mayor

confianza y posibilidades de reutilización de residuos de cuero al finalizar el proceso productivo y debe ser diseñado con base en la experiencia de la empresa en el sector del cuero y en los beneficios que estratégicamente planea la empresa recibir de los residuos generados durante el proceso productivo.

Beneficios Ambientales	Beneficios Económicos
La medida tiene como objetivo mejorar la calidad del producto terminado, así mismo se garantiza contar con pieles de características más amigables y fáciles de manipular al final del proceso, esto con el fin de garantizar su reutilización o disposición más beneficiosa para el entorno.	Al obtener pieles de mejor calidad se incrementara la calidad del producto final lo que generara mayor confianza en los clientes y mayores probabilidades de adquirir más participación en el mercado, además se garantiza a futuro la participación de la empresa en iniciativas post-uso del cuero partiendo de iniciativas más amigables con el entorno tales como la utilización de cuero curtido vegetalmente, generarían beneficios en ambos frentes.

- Unificación de Actividades

Análisis de factibilidad de Implementación de una maquina Volteadora de Guantes que unifique 2 elementos del proceso de fabricación del guante tipo ingeniero:

A largo del proceso se observaron actividades muy rudimentarias y repetitivas que pueden ser simplificadas, en el caso del volteado del guante se plantea la implementación de una máquina que permita voltear el guante completamente con un esfuerzo único y no de la forma en que se realiza, donde la operación consta de 5 actividades consecutivas, una por cada dedo del guante y con un esfuerzo 5 veces mayor, además de que posteriormente el guante es completamente volteado de forma manual, el objetivo es unificar estas dos actividades que representan un cuello de botella por medio de una maquina volteadora, esta máquina permitirá reducir el tiempo de la operación a menos de la mitad de lo que actualmente tardan las actividades de metida de dedos y volteado juntas (ver Anexos, Tabla 27 columnas 12 y 13) además de mejorar las condiciones laborales del operario, reducir el desgaste y los residuos por el pulido del guante antes de ser introducido en la máquina.

Beneficios Ambientales	Beneficios Económicos

<p>La implementación de la máquina mejorará las condiciones laborales del operario y además permitirá disminuir la generación de residuos por el pulido y corte de sobrante previo a la utilización de la máquina artesanal, donde cada dedo del guante debe calzar en la máquina y ser volteado uno por uno.</p>	<p>La posibilidad del voltear el guante completamente con una actividad unitaria, reducirá el tiempo de operación del elemento y el tiempo de operación total, esto permitirá aumentar la producción de la planta por cuanto más guantes estarán listos para ser embalados en menos tiempo y con menos esfuerzo y se equilibrara la línea para así evitar acumulación de órdenes, y disminuirá de la tasa de incumplimiento.</p>
---	--

En las condiciones actuales del proceso de volteado de los guantes, se presentan unos tiempos de procesos que fluctúan normalmente con media de 24,67 segundos y desviación estándar de 3,081. Estas condiciones no permiten el flujo continuo del proceso e incluso representa incumplimientos a clientes en un 23% de las veces de las cuales el 11% son ventas perdidas, reflejado en pérdidas de \$194436 pesos al mes. Para obtener un flujo que permitiera un cumplimiento acorde a la meta de nivel de servicio, es necesario que este proceso tome a lo sumo 20 segundos, en las condiciones actuales esto solo se presenta en un 2,7% de las veces, de acuerdo a la simulación del proceso

Con la mejora propuesta de unificar los procesos volteado y medida de dedos con el uso de la máquina de volteo, los parámetros cambian a un tiempo medio de 14,84 segundos, significando una reducción del 39,8% en la duración de dicho proceso, y estando incluso por debajo del tiempo máximo estimado para obtener un flujo constante que logre el cumplimiento de los pedidos y los objetivos de los indicadores involucrados. De acuerdo a la simulación de la actividad, el 100% de las veces el tiempo estaría por debajo de 16,54 segundos.

- Mantenimiento Preventivo

Propuesta de Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria utilizada en la fabricación del guante tipo ingeniero.

Establecer un Programa de mantenimiento preventivo que permita respaldar el proceso de troquelado y confección además de la posibilidad de identificar el comportamiento de la maquinaria.

Beneficios Ambientales	Beneficios Económico
El establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo permitirá identificar los consumos de la maquinaria y de esta forma actuar en función de establecer un parámetro de gastos y de eficiencia energética de la maquinaria, además de conocer el comportamiento de maquinaria frente a los residuos generados durante la operación y en momentos de fallas.	La posibilidad de conocer el comportamiento de la maquinaria, permitirá tener un panorama de mayor claridad frente a posibles fallas, cuales se presentan más a menudo en que equipos y cuáles deben ser sustituidos, toda esta información reduce los costos por paros repentinos, bloqueos en la línea, accidentes laborales, generación de residuos y acumulación de daños.

### Redistribución

Al observar el comportamiento de las actividades a lo largo de la línea de producción se observa la necesidad de establecer una distribución de áreas centralizada, enfocada en minimizar los desplazamientos y transportes de materias primas, productos en procesos y/o terminado por toda la planta, la empresa no posee un área de almacenamiento de materia prima definida, las áreas no se encuentran delimitadas de forma correcta y el desperdicio puede llegar a combinarse con materia prima. Además se generara un escenario que permita; mejorar tanto el flujo de producto en proceso y/o terminado como de los residuos de cada área de la planta.

Beneficios Ambientales	Beneficios Económico
La planta será más agradable para el operario, los residuos y desechos se podrán clasificar más fácilmente para su disposición y su recolección será más sencilla, se reducirá los residuos ordinarios y los residuos sólidos por material particulado generado al manipular grandes cantidades de cuero, ya sea como materia prima o producto terminado y/o en proceso	Una distribución adecuada de la planta mejorara el flujo del producto a lo largo de la línea de producción, propiciara un escenario donde la productividad se verá incrementada por la disminución de los recorridos y el transporte del producto además de aprovechar mejor el espacio para realizar otras actividades que se encuentran en periferias de la planta.

- Almacén de Materia Prima

Propuesta de Aplicación del método de las 5's en el área de almacenamiento de producto de proceso.

El Almacén de materia prima/producto en proceso provoca represamiento a la hora de acudir por piezas o troqueles que se encuentran en inventario este represamiento es debido principalmente a:

- Acumulación excesiva en inventario de una o varios tipos de piezas troqueladas
- Arrume de piezas troqueladas en lugares que impiden el tránsito de los operarios y pueden provocar accidentes
- Estanterías no etiquetadas lo que ocasiona desorden y arrumes mixtos que a su vez provoca confusiones.
- Estanterías de troqueles no etiquetadas lo que ocasiona pérdida de tiempo en busca de los troqueles requeridos.
- Acumulación de residuos ordinarios y piezas dañadas
- Acumulación de objetos ajenos al área del almacén.

Beneficios Ambientales	Beneficios Económico
La aplicación de las 5's en este caso facilitara la identificación de piezas dañadas que han sido puestas en inventario además de las que han sido destruidas por su excesiva manipulación y clasificarlas como residuos sólidos o desechos, además de mejorar las condiciones de seguridad de los troqueles y reciclaje de troqueles inservibles.	La aplicación de las 5's permitirá reducir las pérdidas por mermas en productividad por piezas defectuosas, mejorara los tiempos de entrega debido al flujo más continuo y la calidad de las piezas será más alta y más fácil de garantizar gracias al orden en que serían almacenadas, además de permitir un trabajo combinado troquel- maquina más eficiente lo que se traduce en un incremento en la vida útil de la maquinaria y la herramienta.

- Aplicación de la regla de las 3 R's (Reciclaje, Rehuso y Reutilización)

Propuesta de manejo y uso posterior a los residuos de cuero generados durante el proceso de fabricación del guante con base en la regla de la 3R's

Los residuos de cuero generados durante la fabricación del guante tipo ingeniero representan el manejo de grandes volúmenes que resultan convirtiéndose en un

gasto por manejo para la empresa, se propone de generar valor con este tipo de residuos por medio de lo que se denomina aglomerados de cuero.

La propuesta de establecer proveedores de cuero más eficientes subyace en la relación directa que existe entre concentración de cromo de las pieles y facilidad de manejo de cuero sobrante, la aglomeración de cueros puede ser completa o parcial ya sea para recuperar completamente el cuero triturado o para cortarlo en fragmentos para elaborar pequeños productos de marroquinería como: correas, manillas, diademas o incluso cordones.

La aplicación de las 3 R's comienza con la reducción de los residuos durante el proceso productivo, al tiempo que se reutilizan esos residuos es decir lo que denominaremos aglomeración parcial y reciclaje lo que denominaremos aglomeración total mediante el uso de aglutinante y resinas.

La decisión frente a la reutilización de los residuos deberá estar acompañada de un plan de manejo de residuos al interior de la organización.

Beneficios Ambientales	Beneficios Económico
Los beneficios ambientales son: el aprovechamiento de los residuos mediante su rehúso, se reduce el impacto ambiental que estos pueden generar, le agrega valor, lo devuelve a la cadena productiva y la fortalece, y además genera conciencia sobre las posibilidades de uso de este tipo de materiales	El establecer un nuevo proceso o en su defecto tener la posibilidad de vender los residuos, generara ganancias representadas en ventas por nuevos productos vs los costos que actualmente acarrea la disposición de estos residuos, por otro lado permitiría generar empleo y desarrollo.

- Confección

Propuesta de diagnóstico y cambio de luminarias en el área de confección con el fin de mejorar la eficiencia energética generando ahorro.

Debido a las características propias de la etapa de confección en la que se requiere precisión y exactitud para minimizar errores, además de los costos asociados al uso de lámparas incandescentes, es recomendable realizar el cambio a luminarias fluorescentes, este cambio debe involucrar un análisis de la inversión y los requisitos mínimos de iluminancia (lux) promedios, establecidos en la norma RETIE, todo para generar condiciones más apropiadas para los operarios del área de confección.

Beneficios Ambientales	Beneficios Económico
------------------------	----------------------

<p>El beneficio ambiental de realizar el cambio de luminarias será la reducción del consumo de energía eléctrica, además de todos los beneficios asociados a la utilización de nuevos recursos fruto del ahorro al mejorar la eficiencia energética de la organización, como son mejoramiento de las condiciones laborales en el puesto de trabajo y mantenimiento de maquinaria y equipo de confección.</p>	<p>El cambio de luminarias y la reducción del consumo de energía, implican un ahorro y repercutirá en los costos asociados por pago de servicios públicos, la reducción será mayor en función del número de luminarias a cambiar y las características de la luminaria nueva vs la antigua, si consideramos la cantidad de luminarias incandescentes que existen en el área de confección y la mala distribución de las mismas (acumulación) los cambios serán evidentes.</p>
--	---

- Residuos Sólidos

Propuesta de un plan de manejo de residuos sólidos, para el proceso productivo de fabricación de guante tipo ingeniero.

Partiendo de los resultados obtenidos en la matriz de evaluación de aspectos ambientales que genero como principal residuo los retazos de cuero, además de la posibilidad de optar por reutilizar los residuos de cuero generados en función de la producción más limpia; es necesario establecer un plan de manejo de residuos sólidos que involucre todo el manejo, recolección y disposición de residuos sólidos sin importar en que punto de la línea de producción se produzcan, pero haciendo hincapié en las zonas de mayor generación de residuos sólidos, sus posibles usos, reutilización factible y oportunidades de negocio, la importancia de concienciar al personal de la planta frente a la gestión y el manejo de los residuos vs el impacto que genera su acumulación e inadecuada y costosa disposición. Por esta razón se debe planear e implementar un programa formativo que sea colectivo y que permita un manejo adecuado y funcional de los residuos sólidos que se generan.

Beneficios Ambientales	Beneficios Económico
El desarrollo de un plan de residuos sólidos permitirá:	Se deben considera el análisis de los beneficios económicos como lo son la reducción del consumo de materias

<p>Normalizar el uso y utilización de las materias primas tales como el cuero (carnaza y vaqueta)</p> <p>Recuperar parte del valor energético utilizados en los diferentes procesos productivos para transformar y dar valor al producto.</p> <p>Disminuir la cantidad de residuos y disponer de ellos finalmente en forma adecuada.</p> <p>Minimizar los impactos ambientales, tanto por demanda y uso de materias primas (curtiembres) como por los procesos de disposición final (Reciclaje)</p>	<p>primas, la facilidad de disponer de los residuos por parte de la empresa, minimizando los costos asociados por cómo se realiza actualmente (disposición ordinaria) y sin ayuda de terceros, evitando además la pérdida de valor por el no reciclaje y reutilización de los residuos, que como ya fue mencionado pueden ser reutilizados para nuevos propósitos o vendidos como materia prima para ser transformados en un producto nuevo.</p>
---	--

## 7.7 SELECCIÓN DE OPCIONES DE PML

En este apartado se presentaran las opciones que fueron elegidas de acuerdo a su beneficios productivos y ambientales respecto a todo el estudio realizado, cabe aclarar que por efectos de alcance del estudio se deja su posible implementación en manos de la gerencia, posteriormente las opciones seleccionadas serán evaluadas a nivel económico para conocer su factibilidad en términos económicos

De las opciones de PML anteriormente formuladas en el capítulo anterior se han seleccionado 3 con el fin de evaluarlas y considerarlas como factibles frente a su posible implementación, esta selección ha sido resultado de una evaluación practica de cada una a corto o mediano plazo, su elección se fundamentó en la facilidad de implementación, beneficios económicos, beneficios ambientales, cambios tecnológicos factibles e incremento en la producción, además de que ninguna requiere inversiones exageradas o poco factibles para la empresa frente a sus beneficios a corto o mediano plazo

Por la naturaleza y alcance de este informe las opciones de PML a implementar quedan sujetas a criterio de la empresa.

Las opciones de PML elegidas son:

- Análisis de factibilidad de Implementación de una maquina Volteadora de Guantes que unifique 2 elementos del proceso de fabricación del guante tipo ingeniero.

- Propuesta de diagnóstico y cambio de luminarias en el área de confección con el fin de mejorar la eficiencia energética generando ahorro.

Adicionalmente fue diseñado un Plan de manejo de residuos sólidos ver Anexo 2 para la fabricación del guante tipo ingeniero que será incluido dentro del documento pero no será evaluado económicamente.

Dentro de la evaluación técnica realizada a las opciones de producción más limpia formuladas, se tuvieron en cuenta características que impulsen la implementación más sencilla de otras de las alternativas que inicialmente no fueron consideradas como por ejemplo

- La implementación de un plan de residuos sólidos es el primer paso necesario para desarrollar un programa de implementación de 3'Rs que involucraría la generación de recursos a través del aprovechamiento de los residuos generados durante el proceso de troquelado especialmente.
- El cambio de luminarias en el área de confección generara un ahorro en el consumo energético, este ahorro en recursos podrá ser utilizado para realizar diagnósticos más profundos sobre las necesidades frente a un plan mantenimiento preventivo
- La implementación de una maquina volteadora de guantes permitirá a la empresa incrementar su productividad y mejorar su nivel de servicio, este cambio en el estatus de atención a los clientes se verá reflejado en un incremento de los beneficios, esto debido al incremento de las utilidades.

## **7.8 CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN**

La selección de las soluciones de PML tiene en este caso particular como medida ligada el diseño de una metodología para la construcción de indicadores de gestión, con el fin de integrar la medición de los beneficios obtenidos con la aplicación de las propuestas y el comportamiento de la organización frente al aprovechamiento de los recursos disponibles, además del monitoreo del cumplimiento de los planes estratégicos establecidos por la empresa.

La metodología que se aplicara para la generación de indicadores de gestión se basa en el modelo de “caja Negra” esta metodología se fundamenta en el esquema; Entradas–Proceso–Salidas y se desarrolla los siguientes 6 pasos que serán descritos a profundidad en el Anexo 5

- Primer Paso: Definición del Objeto de estudio
- Segundo Paso: Producción de Variables
- Tercer Paso: Definición y descripción de variables

- Cuarto Paso: Jerarquización de Variables
- Quinto Paso: Cuestionario de preguntas para la formulación de indicadores A partir de las variables de mayor jerarquía
- Sexto Paso: Elaboración de perfiles de los indicadores

## **7.9 EVALUACIÓN ECONÓMICA**

En esta etapa se evaluarán las alternativas más atractivas planteadas durante la evaluación técnica de acuerdo a las necesidades y posibilidades de la empresa respecto a su puesta en marcha es decir los costos asociados por cambios en infraestructura o procesos en general mediante el cálculo del valor presente neto operacional (VPN operacional) mediante la generación de flujos de caja correspondientes a los beneficios generados por la medida adoptada.

En este caso el flujo de caja es la diferencia entre los beneficios generados por la inversión realizada y los costos que esta conlleva por cada uno de los periodos.

Posteriormente se calcula la rentabilidad de la inversión que puede interpretarse como que tan representativo es el flujo de caja recibido en el primer periodo con respecto a la inversión realizada.

El valor obtenido como TIR puede ser comparado con la Tasa de retorno mínima (TRM) de una inversión similar dentro del sector si es el caso o puede ser establecida por la misma organización de acuerdo a sus propias pretensiones, de lo contrario se puede utilizar como referencia la tasa de interés obtenida mediante la inversión en un CDT actualmente, que tiene como referencia máxima una tasa de 4.84% efectivo anual.

La implementación de las propuestas realizadas puede generar muchos beneficios económicos, sin embargo, y para efectos del presente documento se mostrarán los beneficios correspondientes al ahorro y aumento de la eficiencia de la línea productiva, en el caso del plan de residuos sólidos los beneficios iniciales serán cuantificados de manera diferente.

**7.9.1 Análisis de factibilidad de Implementación de una maquina Volteadora de Guantes que unifique 2 elementos del proceso de fabricación del guante tipo ingeniero.** Mediante una simulación Montecarlo (ver Flujos de Caja) que

fusiona los procesos “metida de dedos” y “volteado de guantes” a través de la implementación de una maquina nueva podemos observar los beneficios obtenidos. Al considerar la opción de implementar la maquina volteadora de guantes la productividad de la empresa pasara de 150 docenas a 162 es decir 1.878 guantes por año con igual número de líneas productivas esto representa un aumento de un 4.38% en la productividad que equivale a 1.895 docenas por año este cambio se puede ver reflejado a lo largo de 10 periodos mediante el un flujo de caja que además muestra la rentabilidad de la inversión.

Para la realización del flujo de caja se han tenido en cuenta dos escenarios y en los resultados obtenidos por la simulación del proceso unificado (ver Flujos de Caja) Por lo tanto los resultados permitirán de acuerdo al promedio anual de la demanda y su variación a futuro desde una perspectiva optimista y otra pesimista si la inversión es rentable o no.

La siguiente tabla muestra los parámetros para la elaboración del flujo de caja para los escenarios propuestos

**Tabla 20. Parámetros de elaboración del flujo de caja.**

Parámetros		
Mejora en la Productividad	1.895	dna/anual
Utilidad por Docena	\$ 23.568,00	\$/dna
Porcentaje mantenimiento máquina	12%	Anual
Inversión	\$ 40.000.000,00	
Impuestos	33%	
TMR	30%	
Vida Útil Maquina	10	Años
Inflación	3%	Anual
Perdida de Rendimiento	5%	Anual
Incremento y Decremento Estimado de la Demanda	3% y 2,5%	Anual

## 7.9.2 Flujo de caja (escenario optimista)

El primer escenario planteado se estima por parte de la organización un aumento gradual de la demanda anual de un 3%. Los flujos pueden ser observados en el siguiente esquema. Los cálculos detallados pueden observarse en el anexo 7 en la hoja electrónica flujo de caja 1

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Optimista Incremento (3% anual)	Demanda (docenas)	55000	56650	58349,5	60100	61903	63760	65673	67643	69672	71763
Productividad		1.895	1.800	1.710	1.625	1.544	1.467	1.393	1.324	1.257	1.194
Utilidad por docena		23.568	24.157	24.761	25.380	26.015	26.665	27.332	28.015	28.715	29.433
Ingresos		\$ 44.667.237,06	\$ 43.494.722,09	\$ 42.352.985,63	\$ 41.241.219,76	\$ 40.158.637,74	\$ 39.104.473,50	\$ 38.077.981,07	\$ 37.078.434,07	\$ 36.105.125,17	\$ 35.157.365,64
Costos Operacionales y											
Mantenimiento		\$ 5.360.068,45	\$ 5.219.366,65	\$ 5.082.358,28	\$ 4.948.946,37	\$ 4.819.036,53	\$ 4.692.536,82	\$ 4.569.357,73	\$ 4.449.412,09	\$ 4.332.615,02	\$ 4.218.883,88
EBITDA		\$ 39.307.168,61	\$ 38.275.355,44	\$ 37.270.627,36	\$ 36.292.273,39	\$ 35.339.601,21	\$ 34.411.936,68	\$ 33.508.623,34	\$ 32.629.021,98	\$ 31.772.510,15	\$ 30.938.481,76
Depreciacion		\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00
Utilidad Operacional		\$ 35.307.168,61	\$ 34.275.355,44	\$ 33.270.627,36	\$ 32.292.273,39	\$ 31.339.601,21	\$ 30.411.936,68	\$ 29.508.623,34	\$ 28.629.021,98	\$ 27.772.510,15	\$ 26.938.481,76
Impuestos		\$ 11.651.365,64	\$ 11.310.867,29	\$ 10.979.307,03	\$ 10.656.450,22	\$ 10.342.068,40	\$ 10.035.939,10	\$ 9.737.845,70	\$ 9.447.577,25	\$ 9.164.928,35	\$ 8.889.698,98
Utilidad despues de impuesto		\$ 23.655.802,97	\$ 22.964.488,14	\$ 22.291.320,33	\$ 21.635.823,17	\$ 20.997.532,81	\$ 20.375.997,57	\$ 19.770.777,64	\$ 19.181.444,73	\$ 18.607.581,80	\$ 18.048.782,78
Flujo de caja bruto		27.655.803	26.964.488	26.291.320	25.635.823	24.997.533	24.375.998	23.770.778	23.181.445	22.607.582	22.048.783
Inversion	40.000.000										
Flujo de caja Libre	-40.000.000	27.655.803	26.964.488	26.291.320	25.635.823	24.997.533	24.375.998	23.770.778	23.181.445	22.607.582	22.048.783
<b>VPN Operacional</b>	<b>\$ 40.315.761,28</b>										

<b>TIR</b>	66,3%
------------	-------

5,5%	Mensual
------	---------

El flujo de caja del escenario optimista nos muestra que el resultado de la inversión en la maquina volteadora es completamente rentable ya que el VPN operacional de 40'315.761,28 en 10 años con una TIR > TMR es decir 66,3% > 30%, podemos observar que la demanda de guantes está por encima de los niveles de productividad de la empresa , este excedente se cubre con jornadas más extensas y turnos extras, que generan un costo adicional difícil de estimar ya que las horas extras son mezcladas con las de otros productos que ofrece la organización, pese a esto la inversión permitirá reducir este gasto adicional y sigue siendo más atractiva que la posibilidad de mejorar el proceso con la incorporación de 4 nuevos empleados, 2 para la primera parte del volteado y 2 para la segunda y 2 nuevas máquinas

volteadoras manuales, el costo total de esta inversión sería de \$ 3.358.000 iniciales, siendo 2.358.000 correspondientes a salarios, es decir constantes en el tiempo mes a mes con costo de 282.960.000 al final de los 10 años, estos valores contrastan con la opción de la máquina que generaría beneficios netos a partir del 3 mes, sin la necesidad de contratar nuevo personal. Cabe decir que los resultados obtenidos resultan más acertados ya que los incrementos en la productividad están basados en los resultados obtenidos por la simulación Montecarlo ver anexo 7.

### 7.9.3 Flujo de caja (escenario pesimista)

El Primer escenario planteado estima por parte de la organización un decremento gradual de la demanda anual de un 2,5%. Los flujos pueden ser observados en el siguiente esquema. Los cálculos detallados pueden observarse en el anexo 7 en la hoja electrónica flujo de caja 2

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Pesimista decremento (2,5% anual)											
Demanda (dna/anual)		55000	53625	52284	50977	49703	48460	47249	46068	44916	43793
Productividad		1.895	1.800	1.710	1.625	1.544	1.467	1.393	1.324	1.257	593
Utilidad por docena		23.568	24.157	24.761	25.380	26.015	26.665	27.332	28.015	28.715	29.433
Ingresos		\$ 44.667.237,06	\$ 43.494.722,09	\$ 42.352.985,63	\$ 41.241.219,76	\$ 40.158.637,74	\$ 39.104.473,50	\$ 38.077.981,07	\$ 37.078.434,07	\$ 36.105.125,17	\$ 17.468.010,95
Costos Operacionales y											
Mantenimiento		\$ 5.360.068,45	\$ 5.219.366,65	\$ 5.082.358,28	\$ 4.948.946,37	\$ 4.819.036,53	\$ 4.692.536,82	\$ 4.569.357,73	\$ 4.449.412,09	\$ 4.332.615,02	\$ 2.096.161,31
EBITDA		\$ 39.307.168,61	\$ 38.275.355,44	\$ 37.270.627,36	\$ 36.292.273,39	\$ 35.339.601,21	\$ 34.411.936,68	\$ 33.508.623,34	\$ 32.629.021,98	\$ 31.772.510,15	\$ 15.371.849,63
Depreciacion		\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00
Utilidad Operacional		\$ 35.307.168,61	\$ 34.275.355,44	\$ 33.270.627,36	\$ 32.292.273,39	\$ 31.339.601,21	\$ 30.411.936,68	\$ 29.508.623,34	\$ 28.629.021,98	\$ 27.772.510,15	\$ 11.371.849,63
Impuestos		\$ 11.651.365,64	\$ 11.310.867,29	\$ 10.979.307,03	\$ 10.656.450,22	\$ 10.342.068,40	\$ 10.035.939,10	\$ 9.737.845,70	\$ 9.447.577,25	\$ 9.164.928,35	\$ 3.752.710,38
Utilidad despues de impuesto		\$ 23.655.802,97	\$ 22.964.488,14	\$ 22.291.320,33	\$ 21.635.823,17	\$ 20.997.532,81	\$ 20.375.997,57	\$ 19.770.777,64	\$ 19.181.444,73	\$ 18.607.581,80	\$ 7.619.139,26
Flujo de caja bruto		27.655.803	26.964.488	26.291.320	25.635.823	24.997.533	24.375.998	23.770.778	23.181.445	22.607.582	11.619.139
Inversion	40.000.000										
Flujo de caja Libre	-40.000.000	27.655.803	26.964.488	26.291.320	25.635.823	24.997.533	24.375.998	23.770.778	23.181.445	22.607.582	11.619.139
<b>VPN Operacional</b>	<b>\$ 39.559.214,23</b>										
<b>TIR</b>		66,2%									
		5,5%	Mensual								

El flujo de caja del escenario pesimista nos muestra que el resultado de la inversión en la maquina volteadora de igual forma que en el escenario optimista es sigue siendo rentable al observar que el VPN operacional es de \$ 39'559.214,23 en 10 años con una TIR > TMR es decir 66,2% > 30%, sin olvidar que en el último periodo se observa un excedente de la capacidad utilizada al comparar la demanda esperada del año 10 con la productividad del mismo periodo que nos muestra un valor de solo 593 docenas más frente a las 1194 docenas que se estima puede producir la nueva máquina en ese periodo, es decir por existiría un sobrante de 601 docenas al final del último periodo de presentarse este escenario. Aun así sigue contrastando con la posibilidad de incorporar los 4 nuevos empleados del análisis del escenario anterior y los costos de operación que acarrearía. Cabe decir que los resultados obtenidos resultan más acertados ya que los incrementos en la productividad están basados en los resultados obtenidos por la simulación Montecarlo.

#### **7.9.4 Propuesta de diagnóstico y cambio de luminarias en el área de confección con el fin de mejorar la eficiencia energética generando ahorro:**

La implementación de una nueva configuración de luminarias fue aprobada como parte del proceso de reconfiguración del área de confección que ya estaba planificado, inicialmente se observó la configuración de luminarias fluorescentes era inadecuada y se propuso durante la elaboración del estudio el cambio de las mismas, el cambio fue aprobado al terminar la primera etapa del presente estudio y los resultados de la nueva configuración propuesta se muestran a continuación.

La configuración nueva está basada en los requerimientos en cuanto a niveles de iluminancia se refiere, para diferentes actividades dados en la RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público).

De acuerdo al reglamento tenemos que los niveles de luminancia para los recintos de costura de cuero están entre 500lx y 1000 lx, con un valor medio de 750 lx por lo tanto de acuerdo al tamaño del recinto (250 m<sup>2</sup>) y la cantidad de lúmenes por luminaria tenemos.

$$N = \frac{750 \text{ lx} * 176 \text{ m}^2}{4600 \text{ lumens}} = 28.69 \approx 29 \text{ Luminarias}$$

Utilizando luminarias T8 WattMisser de 58W serían necesarias 29 luminarias de acuerdo a la dimensión del recinto y los lúmenes requeridos por la norma (750 como valor medio). La lámpara T8 WattMisser fue elegida con base en las ventajas que

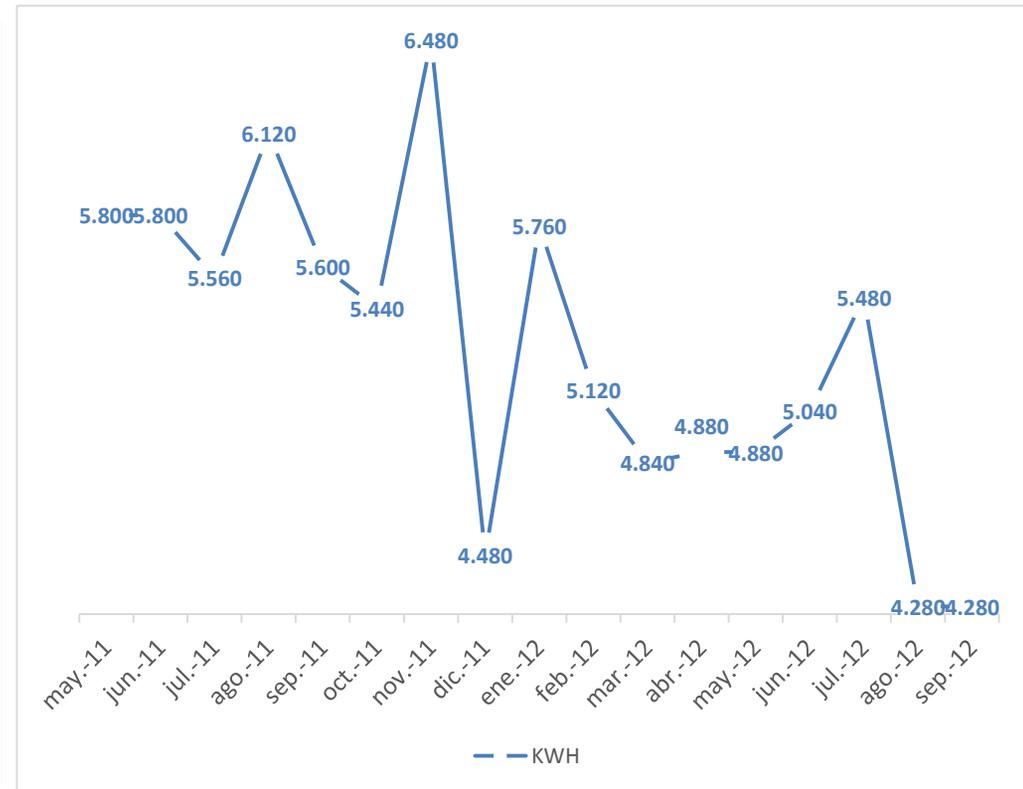
presenta en su ficha técnica frente a una luminaria T8 ordinaria y la T12 entre las que se encuentran:

- Consumo hasta un 10% menos de energía que las lámparas T8 ordinarias
- Utiliza las luminarias y equipos de control existentes; consumo de energía reducido con balastos a corriente constante, luz adicional con balastos de potencia constante.
- Excelente calidad de los colores –índice de reproducción cromática (IRC) de 85
- Mantenimiento lumínico excepcional (no pierde luminancia)
- Vida útil de 23.000 horas en un ciclo de 12 horas con balasto electrónico
- Amortización en un plazo inferior a un año

La siguiente gráfica muestra una disminución en el consumo de energía a partir del mes de noviembre de 2011, se debe aclarar que las luminarias fueron cambiadas de manera gradual desde octubre hasta diciembre completando el cambio de las luminarias el 12 de diciembre. El consumo promedio de los 7 primeros meses es de 5.829 KWH y el de los últimos 10 meses es de 4.904 KWH, mostrando un sensible cambio en los consumos por mes.

**Tabla 21. Consumo en kW/h de los años 2011 y 2012**

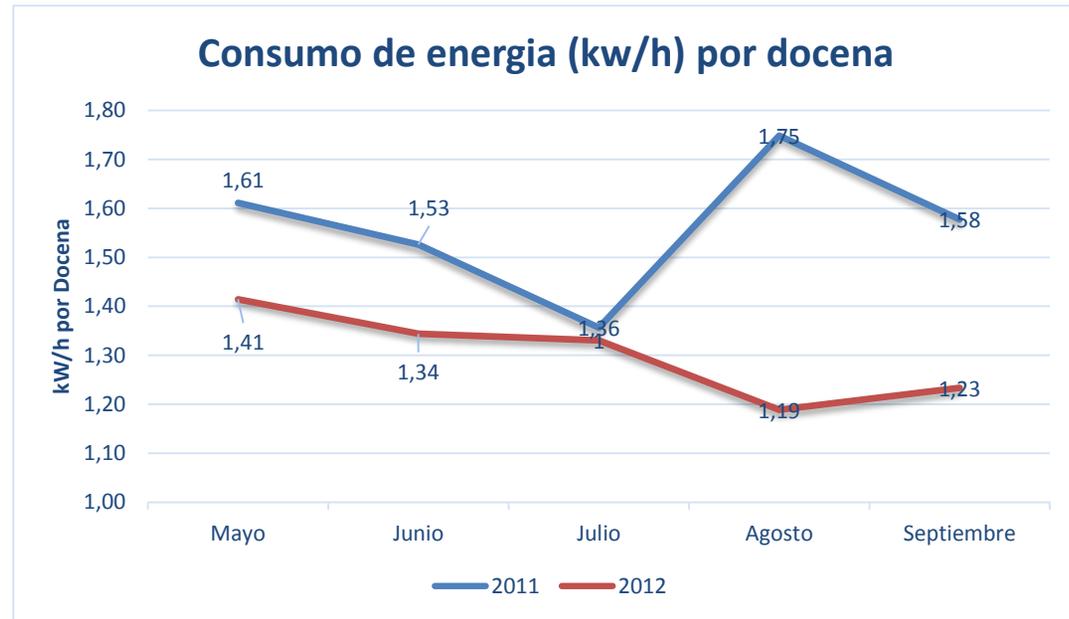
Periodo facturado	Mes	KWH	Costo \$/KW
16 May a 15 Jun	May-2011	5.800	353,07
15 Jun a 15 Jul	Jun-2011	5.800	342,29
15 Jul a 15 Ago	Jul-2011	5.560	338,50
15 Ago a 15 Sep	Ago-2011	6.120	345,26
15 Sep a 15 Oct	Sep-2011	5.600	350,45
15 Oct a 15 Nov	Oct-2011	5.440	332,63
15 Nov a 15 Dic	Nov-2011	6.480	344,45
15 Dic a 15 Ene	Dic-2011	4.480	347,90
15 Ene a 15 Feb	Ene-2012	5.760	351,38
15 Feb a 15 Mar	Feb-2012	5.120	358,41
16 Mar a 15 Abr	Mar-2012	4.840	365,57
16 Abr a 15 May	Abr-2012	4.880	367,40
16 May a 15 Jun	May-2012	4.880	369,24
15 Jun a 15 Jul	Jun-2012	5.040	330,47
15 Jul a 15 Ago	Jul-2012	5.480	345,42
15 Ago a 15 Sep	Ago-2012	4.280	352,32
15 Sep a 15 Oct	Sep-2012	4.280	359,37



A continuación se muestra la variación del Comparativo de consumos en KWH por docena de los años 2011 y 2012

**Tabla 22. Consumo en kW/h por docena**

Mes	Año	
	2011	2012
Mayo	1,61	1,41
Junio	1,53	1,34
Julio	1,36	1
Agosto	1,75	1,19
Septiembre	1,58	1,23



En este gráfico es evidente la disminución en el consumo del periodo, durante un mismo periodo con la nueva configuración de luminarias en función de la producción por mes. Esta disminución es posible traducirla en pesos calculando el consumo de las luminarias actuales (T8 WattMisser) vs el consumo de las luminarias anteriores (incandescentes), es decir la potencia y los kilovatios hora por mes consumido por ambas configuraciones y el ahorro por mes de cada configuración.

**Tabla 23.**Comparativa consumo de luminarias.

	# Luminarias x Potencia por luminaria	Potencia (Vatios)	Horas (mes)	Energía (Kilo vatios/hora- mes)	Tarifa promedio (\$)
luminarias existentes antes del cambio (incandescentes de 75 W)	69 x 75	5.175	260	1242	343,81
luminarias existentes después del cambio (Fluorescente tipo T8 WattMisser de 58 watts)	58 x 29	1.682	260	437.32	354,75

El consumo teórico mensual lo obtenemos multiplicando los kW/h por mes por la tarifa promedio de acuerdo al periodo de tiempo en el que cada configuración de luminarias estuvo activa. Es decir el consumo teórico mensual en pesos de las luminarias existentes es de \$ 155.139,27 frente a los \$ 427.012,02 consumidos con la configuración anterior, generando un ahorro promedio de \$ 271.872,75 por mes. Los costos comparativos de mantenimiento estimados entre la lámpara incandescente y la fluorescente (T8 WattMisser), con vida útil en horas de 18000 y 1000 respectivamente se muestran a continuación:

#### Lámpara T8 WattMisser Incandescente

Costo mantenimiento (1000 hr)      \$ 22.369.00      \$ 63.741.00

Costo Anual de Mantenimiento      \$ 69.778.00      \$ 198.871.00

Se asumen fallas en aproximadamente 3 lámparas de cada tipo, por lo cual el ahorro estimado por mantenimiento será de 129.093 anuales. Tomando un ahorro promedio constante, en 6 meses se recuperaría la inversión estimada de \$ 1'580.000, \$ 1'025.000 en luminarias y \$530.000 por instalación y mano de obra sin tener en cuenta el ahorro por mantenimiento de las mismas. Es importante mencionar que además del ahorro en consumo y mantenimiento por la nueva configuración de luminarias, al disminuir el consumo de electricidad se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero es decir CO2 emitido a la atmosfera, involucrando a la empresa como organización eco-responsable, partiendo de la ejecución de proyectos que reducen el consumo energético sin afectar las condiciones laborales de la organización y generando ahorro.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sector de guantes requiere un aporte documental mayor para poder estandarizar las actividades, las revisiones y los datos recabados sirven como parámetro inicial y su comportamiento indica en muchas ocasiones variaciones menores pero también muestran cambios drásticos en menor medida, cambios que deben ser tenidos en cuenta al momento de implementar alternativas que busquen el aumento de la eficiencia del proceso, es necesario establecer manuales de procedimiento para cada una de las labores desarrolladas durante el proceso de fabricación del guante tipo ingeniero, los procedimientos permitirán normalizar el desarrollo de cada actividad.

Es claro que la fabricación de guantes posee muchos procesos adicionales dependiendo del producto que por representatividad del mismo y alcance de este estudio no fueron tenidos en cuenta, los productos adicionales como las polainas y otros tipos de guantes deben tener especial atención puesto que casos de baja demanda de guante tipo ingeniero, sostienen el proceso y las líneas, estos procesos deben formar parte de futuros proyectos dentro de la empresa, todo en función de los beneficios generados y los posibles cambios que se puedan llevar a cabo en cada uno de ellos.

Los tiempos obtenidos durante las observaciones presentan generalmente variaciones pequeñas ya que son en su mayoría muy mecánicos, en el caso del área de confección, la experticia de cada uno de los operarios hace que el proceso sea muy ágil y la colaboración de los operarios del área fue primordial para generar datos confiables y certeros. El proceso de troquelado es de acuerdo a los resultados obtenidos el mayor generados de residuos (carnaza y vaqueta) esta generación difícilmente puede ser reducida debido a las características propias del proceso y a los cambios que a lo largo del tiempo el gerente y dueño de la empresa ha implementado, el proceso es meticuloso, el troquelado es llevado a cabo mediante un proceso de agrupación de piezas y mezcla de las mismas para poder obtener el mayor rendimiento por piel procesada, inicialmente se pensó en mejorar el proceso en cuanto a la reducción de los residuos, pero la asimetría de las pieles, la variedad de los troqueles y los defectos propios del cuero hicieron que el problema se saliera del alcance del proyecto, sin embargo es recomendable como estudio posterior el diseño de un modelo matemático basado a través de las técnicas usadas en el denominado “Nesting and Guillotine Cutterproblem” con el uso de redes neuronales, que permite generar las combinaciones óptimas para el aprovechamiento del cuero en el troquelado del mismo.

Se pudo confirmar que los residuos de cuero provenientes de la manufactura del guante son aprovechables como materia prima para el proceso de aglomerado de cueros, el proceso permite recuperar el cuero molido para así poder ser reutilizado a través de la generación de placas de cuero. Como parte del proceso de selección y clasificación de los residuos necesario para la reutilización y reciclaje del mismo se diseñó un plan de residuos que en primer instancia trae el beneficio de poder recuperar 75 metros cuadrados de espacio que actualmente ocupan dentro de la empresa, junto con una reducción de \$ 200.000 mensuales por manejo de los residuos por parte de la empresa prestadora del servicio de aseo, partiendo de la premisa de que estos residuos serían utilizados como materia prima en las actividades ya mencionadas, por otro lado la gerencia estudia proyectos de generación de nuevos productos a partir del reciclaje del cuero sobrante, uno de los proyectos es la fabricación de ladrillos y tejas compactando el cuero, esto sustenta la elaboración del plan de manejo de residuos sólidos.

Se identificaron las configuraciones de luminarias durante las visitas a la empresa, fueron cuantificadas y comparadas con una configuración probable, este cambio que generaba ahorros palpables fue aprobado rápidamente por la gerencia, el equipo de trabajo participo en el cambio de las luminarias antiguas y se pudo constatar el beneficio energético y ambiental que trajo el uso de las nuevas luminarias, que además de los beneficios económicos y ambientales también trajo beneficios a nivel ocupacional ya que la nueva configuración mantiene la cantidad de luz necesaria para realizar las labores de cerrado del guante, ribeteado, resortado, y unión de piezas dentro del área de confección. Es recomendable realizar un análisis y estudio de condiciones de las instalaciones eléctricas para garantizar el funcionamiento de las luminarias y comprobar si existen posibles fluctuaciones fruto de daños o redes en malas condiciones.

Se propone modificar proceso de volteado y metida de dedos al fusionarlos con el uso de una nueva máquina volteadora que permitirá incrementar la productividad de la empresa en un 4.38% y eliminar el desabastecimiento del área de empaque. Este cambio generaría un aumento en la disponibilidad del producto cuando es solicitado es decir un aumento en el nivel de servicio, este aumento podría estar acompañado de un cambio de estatus por el incremento en la capacidad de la organización de responder a variaciones de la demanda si es complementado con un cambio en la gestión de los stocks dentro de la empresa con la aplicación de un modelo de inventarios probabilísticos y un control conjunto de ítems.

Es importante mencionar algunas de las opciones de que no fueron tenidas en cuenta y pueden hacer parte de un estudio posterior entre estas se destaca, la

propuesta de un nuevo modelo de gestión de inventarios, la generación de un proyecto empresarial para la fabricación de aglomerados de cuero, como parte de un proceso de reutilización de los residuos, como complemento de un plan de gestión global basado en la aplicación de las 3'Rs que junto con un proyecto para el reciclaje del cuero por medio de la generación de ladrillos y tejas artesanales, a través de la compactación de los residuos del cuero.

Es recomendable que la organización desarrolle y construya los indicadores de gestión pertinentes para cada área, estos indicadores son la herramienta de la organización para monitorear y controlar el comportamiento de los procesos productivos y administrativos de la organización, además de que permitirá el seguimiento de las opciones de PML que se implementen y su posterior evaluación frente a los posibles beneficios mencionados en este documento. Por otro lado es necesario establecer procedimientos para la toma de datos y evaluar la posibilidad de invertir en un sistema de información integral que permita conocer el comportamiento de las variables críticas dentro del proceso productivo.

## BIBLIOGRAFIA

ACERCAR, Unidad de Asistencia Técnica Ambiental para la Pequeña y Mediana Empresa, (2000). Curtiembres – Planes de Acción Para Mejoramiento Ambiental – Manual Para Empresarios de la Pyme. Artepel Impresores, Colombia.

ALLENBY, Branden. Industrial Ecology. New Jersey. Prentice Hall. 1999.

BLANCO cordero, Martha; Gestión Ambiental: Camino al desarrollo Sostenible, edit. Euned, 2004, 44p. ISBN: 9789968312738.

CNPMYTA. Guía Sectorial de Producción más Limpia: Hospitales, Clínicas y Centros de Salud. Medellín: Publicación CNPMYTA, et al. 2002. p. 9.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, Guía para el control y prevención de la contaminación industrial, Santiago, 1999, p.4.

CRPML, Centro Regional de Producción más Limpia, (2003). Informes de avance, Proyecto producción más limpia en las Curtiembres de El Cerrito y Cartago, Colombia.

CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, (2001). Plan de Acción Trienal 2001 – 2003: Construyendo Una Cultura Ambiental Para el Valle del Cauca, Colombia.

EL ESPECTADOR. Bogotá D.C. 04, mayo, 2011, Redacción vivir.

ENVIRONMENTAL Performance Index. Fecha de consulta: Mayo 29 de 2011. Disponible en: <http://epi.yale.edu/CountryScores>.

FARRÁS GUASCH, Juan. Iluminación riesgos generales Cap. 46, p.2-19.

FERNÁNDEZ D., Daniel y VARSAVSKY, Alicia L. Prevención de la Contaminación, Producción más Limpia y Ecoeficiencia: Desde la remediación hacia la prevención. AIDIS – Argentina, Fundación NEXUS, 2005. 7p.

FÚQUENE Retamoso, Carlos Eduardo; Producción limpia, contaminación y gestión ambiental, Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, 2007. 16p.

GUERRERO e., jhoniers; RAMIREZ f., Ignacio; manejo ambiental de residuos en mataderos de pequeños municipios En:Scientia Et Technica. vol.10, no.26, pp.199-204

HERRERO, Yayo. El movimiento ecologista ante el deterioro global: retos y utopías. *Intervención Psicosocial*, España, vol. 15, núm. 2, 2006, pp. 149-166, ISSN: 1132-0559.

JARAMILLO, A y VASQUEZ, P. Conferencia Internacional Usos Múltiples del Agua: Para la Vida y el Desarrollo Sostenible. Universidad del valle, instituto Cinara P. 19-22.

MEJIA Reátiga, Camilo Antonio. Mecanismo de Desarrollo limpio, una debilidad convertida en oportunidad En: *Pensamiento y gestión*. Julio, 2005, no. 18, Barranquilla-Colombia, pp.138-150, ISSN: 1657-6276.

MERCADO, Alexis y CÓRDOBA, karenia. Desarrollo sustentable-industria: mas controversias, menos respuestas. En: *ambiente y sociedad*. Junio, 2005, vol.8, no.001, p2-21.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Política de Producción más Limpia. Bogotá, D.C. 1997. 17p.

PÉREZ S., Germán. Desarrollo y Medio Ambiente: Una mirada a Colombia. En: *Economía y Desarrollo Volumen 1. Número 1*. Fundación Universidad Autónoma de Colombia, 2002. 81p.

Revista científica iberoamericana de comunicación y educación *Comunicar*. Desarrollo Sostenible y solidario. GAONA, Alejandro; España. Octubre, 200, no. 15, ISSN 1134-478.

Revista de Ciencias Venezuela. Sociales Responsabilidad ambiental: factor creador de valor agregado en las organizaciones, Vol. XIII, no.3, septiembre-diciembre, 2007, pp.484-494.

Revista de Ingeniería. Hoof, Bart van; Herrera, Carlos Manuel, La evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia, no. 26, noviembre, 2007, pp. 101-120 Universidad de los Andes Bogotá, Colombia. ISSN: 0121-4993.

Revista EIA, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia), Diciembre, 2010, ISSN 1794-1237, no. 14, p. 23-38.

Revista Interciencia. Caracas Venezuela. Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura, mayo 2003. Vol 28, no.005 ISSN: 0378-1844.

Revista Theomai, tecnología y desarrollo sustentable. Una perspectiva europea, 2003. ISSN 1515-6443.

TORRES, B; la cuestión del medio ambiente en la agenda bilateral (1991-1992) México, p74. UNEP. Changing Production Patterns: Learning from the experience of National Cleaner Production Centres. Publicación de las Naciones Unidas. Francia, 2002. <http://www.uneptie.org>

VAN HOOFF, Bart; MONROY, Néstor y SAER, Alex. Producción más limpia: Paradigma de la gestión ambiental. Universidad de los Andes 2008

CPTS. Documento de Trabajo DT-1. para PML. Bolivia, 2006. p.1. <http://www.cpts.org>

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 10ª Edición. Editorial Alfa-Omega. p. 1, 3.

CPTS. Documento: Guía Técnica General de PML. Bolivia, 2005. p.46-48. <http://www.cpts.org>

Taha H. Investigación de Operaciones una introducción. Ed. Prentice Hall. 6ª edición. 1998.

Hillier F, Lieberman G. Introducción a la Investigación de Operaciones. McGraw-Hill Editores. 1997.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Información estadística referente al estudio de tiempos.

Las siguientes Tablas presentan la información estadística que fue utilizada para la obtención de los tiempos promedios de observación en las actividades correspondientes a los Elementos de troquelado, doceneo, Confección y terminado del guante, además de los consumos de materia prima durante la fabricación del guante tipo ingeniero.

Los elementos que conforman la operación de troquelado son: troquelado de mariposa, pulgar, tres dedos y palma. Los elementos que conforman la operación de confección son: Resortado, unión palma pulgar, unión mariposa palma, unión 3 dedos, ribeteado y cerrado del guante. Los elementos que conforman la operación de terminado son: Metida de dedos, volteado y empacado.

La información fue recaba durante las visitas en ambas jornada al finalizar la recolección de los datos se utilizó la Ecuación, lo que nos permitió obtener un tiempo estándar que fue corroborado con la toma de datos adicionales durante la realización del estudio la necesidad de tomar tiempos adicionales surgió frente a la para obtener un tiempo promedio observado que fuera realmente representativo de cada actividad. Para la prueba piloto y los datos conjuntos se calcularon la desviación la media, la desviación estándar y el estadístico de la distribución t para el numero de observaciones así como los valores correspondientes de k.

Tabla 24. Consumo de materias primas por fabricación de guantes (par)

MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO APROX	VALOR PARCIAL
Cuero (Camaza y/o Vaqueta)	Pies <sup>2</sup>	4 aprox	\$ 900,00	\$ 3.600,00
Hilo Champion #120	gramos	0,05	\$ 9.000,00	\$ 450,00
Resorte (puño)	gramos	0,24	\$ 9.000,00	\$ 2.160,00
Ribete	gramos	4,59	\$ 44.400,00	\$ 203.796,00
Hilo Técnico de Nylon	gramos	1,39	\$ 13.636,00	\$ 18.954,04
Hilo Polipropileno	metros	1,3	\$ 5,00	\$ 6,50

**Tabla 25. Suplementos constantes y variables.**

Suplementos Constantes	Hombres %	Mujeres%	Suplementos Constantes	Hombres%	Mujeres%
A. Necesidades Personales	5	7	B. Básico por Fatiga	4	4
Suplementos Variables	Hombres%	Mujeres%	Suplementos Variables	Hombres%	Mujeres%
A. Por Trabajar de Pie	5	7	F. Tensión visual - Trabajos sin gran precisión - Trabajos de precisión - Trabajos de gran precisión	0 2 5	0 2 5
B. Por Postura Anormal - Ligeramente incomoda - Incomoda (inclinado) - Muy incómoda (tendido)	0 2 7	1 3 7	G. Tensión Auditiva - Sonido Continuo - Intermitente y fuerte - Intermitente y muy fuerte - Estridente y fuerte	0 2 5 5	0 2 5 5
C. Uso de fuerza muscular + 5 Kg. + 10 Kg. + 15 Kg. + 20 Kg. + 25 Kg. + 30 Kg. + 40 Kg. + 50 Kg.	1 3 6 10 14 19 33 58	2 4 9 15 -- -- --	H. Tensión Mental - Proceso bastante complejo - Proceso complejo - Proceso muy compleja	1 4 8	1 4 8
D. Intensidad de luz - Adecuada - Menor a la adecuada - Inadecuada	0 2 5	0 2 5	I. Monotonía mental - Trabajo algo monótono - Trabajo bastante monótono - Trabajo muy monótono	0 1 4	0 1 4
E. Calidad de aire - Buena ventilación - Mala, pero sin tóxicos - Proximidad de hornos	0 5 15	0 5 15	J. Monotonía física - Trabajo algo aburrido - Trabajo aburrido - Trabajo muy aburrido	0 2 5	0 2 5

Fuente. NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS AndrisAndris. Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 10ª Edición. Editorial Alfa-Omega. p. 386

**Tabla 26.** Tiempos observados en la operación de troquelado

OPERACIÓN	1				2				3				4			
DESCRIPCIÓN	Troquelado (Palma)Seg				Troquelado (Mariposa)Seg				Troquelado (Pulgar)Seg				Troquelado (Tres Dedos)Seg			
1	3,98	5,28	5,36	2,72	2,73	3,13	3,21	2,93	3,42	3	3,92	3,47	3,34	3,56	3,9	3,3
2	3,7	5,44	7,86	2,76	2,61	5,94	6,26	4,04	3,45	4,99	5,02	3	3,36	3,18	3,67	2,94
3	4,17	1,76	2,87	3,18	3,49	6,17	3,94	3,26	3,65	4,18	2,86	3,01	4,29	2,9	4,2	2,64
4	4,14	3,345	3,9	2,32	3,24	3,18	6,22	3,01	3,45	2,75	2,37	5,41	2,46	3,2	2,72	3,45
5	3,68	7,728	2,98	4,3	2,93	2,04	2,98	2,95	2,75	3,34	3,04	4,42	3,15	5,17	2,63	3,21
6	4,58	2,456	4,55	2,89	3,68	7,09	3,66	4,23	2,45	4,39	4,32	3,46	4,09	4,04	2,85	2,91
7	4,2	4,48	4,06	5,02	3,18	3,51	3,64	4,74	4,25	3,21	3,79	3,17	3,68	3,79	2,93	2,54
8	4,5	4,75	4,2	5,289	3,22	3,1	5,83	3,48	4,14	3,56	3,52	2,91	2,77	3	2,64	2,82
9	4,98	4,1	3,74	3,925	3,52	3,21	3,68	3,53	3,45	3,99	3,46	3,27	3,31	5,46	2,79	2,97
10	5,75	7,92	4,65	8,09	3,02	4,65	3,27	2,95	3,58	4,33	3,98	4,43	3,9	2,8	2,82	3,17
Valoración	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Total	4,368	4,7259	4,417	4,0494	3,162	4,202	4,269	3,512	3,459	3,774	3,628	3,655	3,435	3,71	3,115	2,995
Media	4,4				3,8				3,6				3,3			
Desviación Estándar	1,5				1,2				0,7				0,7			
Grados de Libertad	9,00				9,00				9,00				9,00			
Valor de K	0,06				0,05				0,06				0,07			
Distribución t=	2,15				2,33				2,10				2,10			
Numero Observaciones	26				25				26				29			

**Tabla 27.** Tiempos observados en la operación de “doceneo” y confección

OPERACIÓN	5				6				7				8				9			
DESCRIPCIÓN	Doceneo				Resortado				Unión Mariposa-Palma				Unión Palma-Pulgar				Unión 3 dedos			
1	14,23	13,53	14,8	10,25	5,17	4,95	3,43	3,3	13,13	23,9	14,16	15,26	15,59	14,77	14,57	21,71	21,41	18,55	19,23	18,75
2	17,4	15,24	19,53	9,51	4,56	4,57	5,69	4,55	14,38	16,35	15,28	11,45	17,28	14,73	17,53	16,92	17,49	20,42	15,81	23,11
3	16,6	15,43	26,01	10,69	6,12	4,18	6,13	5,5	14,28	15,64	15,82	14,93	13,84	15,43	17,94	18,36	23,33	21,78	15,27	17,42
4	15,97	12,7	21,97	10,5	5,73	4,5	5,62	3,76	19,75	19,05	20,07	15,67	12,52	19,95	20,7	18,85	21,52	21,74	15,4	19,42
5	15,41	17,2	16,5	11,7	5,22	3,82	4,59	5,07	16,5	15,04	19,05	15,29	18,65	18,56	20,44	19,58	20,69	19,3	19,95	21,75
6	16,64	16,5	23,9	10,33	5,63	4,71	6,5	6,66	13,9	15,23	16,93	14,44	15,07	20,46	18,25	22,04	20,57	19,13	18,69	22,3
7	15,88	14,24	27,87	10,98	4,53	5,26	4,35	3,95	13,8	15,55	14,52	13,47	19,49	25,08	22,47	19,43	15,92	21,01	21,87	22,59
8	15,61	20,65	18,73	10,37	6,01	3,95	6,18	4,71	13,7	14,99	15,34	13,84	17,22	17,04	21,78	18,83	20,59	20,75	17,3	21,71
9	15,31	19,85	18,16	15,21	3,94	5,62	4	4,69	13,66	12,59	25,27	14,84	21,25	15,75	20,89	21,16	17,12	22,33	18,74	21,24
10	18,43	18,16	18,6	10,8	3,95	7,34	4,05	4,35	13,54	15,72	13,83	13,87	16,17	16,33	17,85	21,45	21,52	21,94	22,52	18,55
Valoración	100%	100%	100%	100%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Total	16,15	16,35	20,61	11,034	4,832	4,646	4,801	4,421	13,93	15,59	16,18	13,59	15,87	16,92	18,28	18,84	19,02	19,66	17,55	19,65
Media	16,0				4,9				15,6				18,4				20,00			
Desviación Estándar	4,3				1,0				2,8				2,8				2,2			
Grados de Libertad	9,00				9,00				9,00				9,00				9,00			
Valor de K	0,04				0,07				0,06				0,07				0,05			
Distribución t=	2,48				2,10				2,20				2,10				2,26			
Numero Observaciones	27				26				30				26				28			

**Tabla 28.** Tiempos observados en la operación de confección y terminado

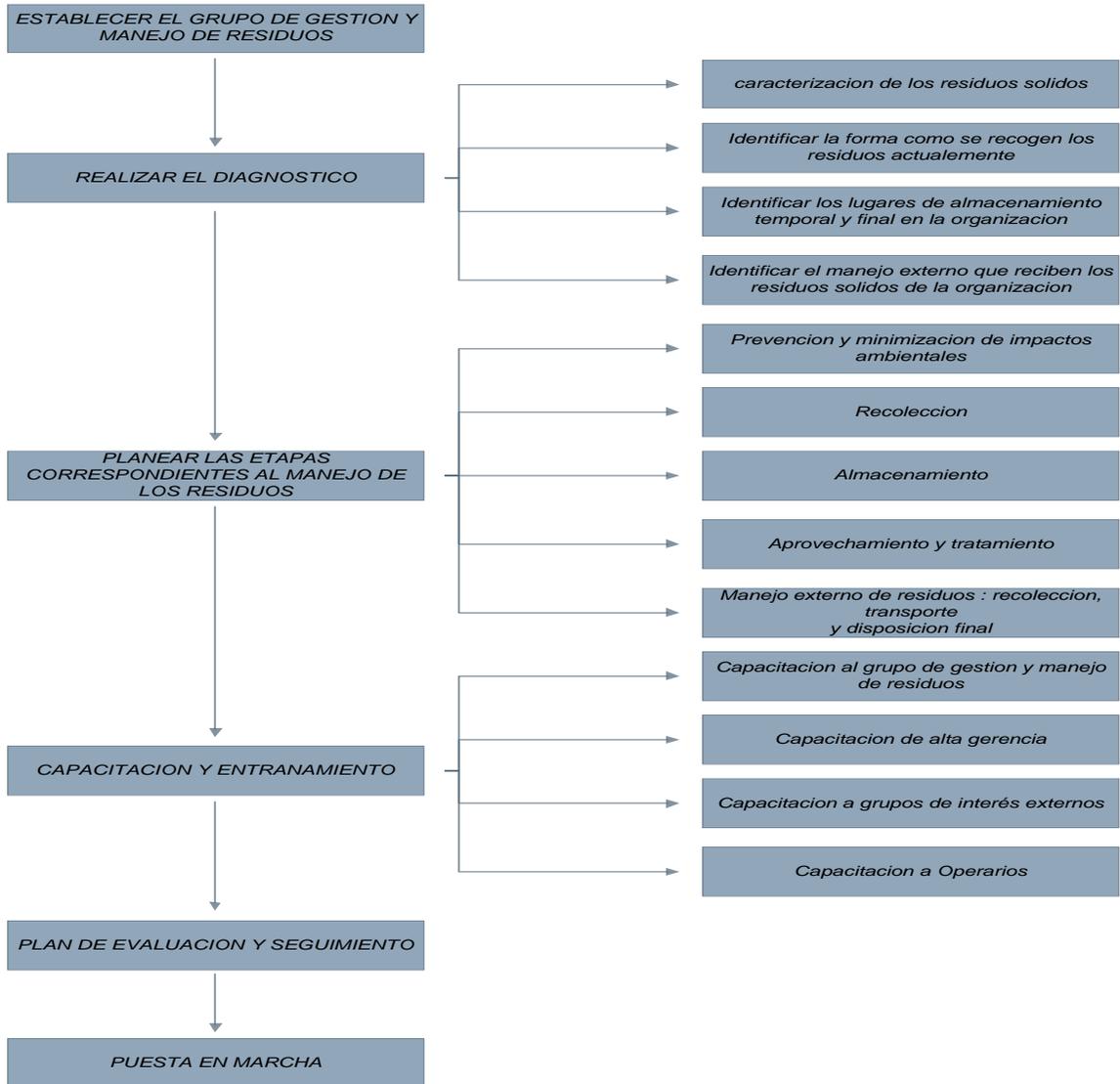
OPERACIÓN	10				11				12				13				14			
DESCRIPCIÓN	Ribeteado				Cerrado del Guante				Metida de Dedos				Volteado				Empacado			
1	7,75	6,14	6,76	6,64	34,59	33,97	33,21	32,14	9,9	6,99	10,97	9,87	13,41	14,15	17,71	13,87	52,49	56,21	57,71	53,325
2	7,22	6,24	6,73	6,6	32,88	32,65	34,14	33,41	10,45	12,4	9,88	11,24	16,4	12,72	15,3	15,33	55,21	55,26	55,3	58,71
3	6,74	6,24	6,03	6,78	26,33	30,34	30,2	31,14	13,29	10,35	10,57	13,36	14,41	17,27	10,53	13,2	82,62	60,12	60,53	73,112
4	6,7	6,02	6,23	6,72	31,62	36,1	28,56	29,14	10,78	12,1	8,51	9,25	13,35	13,35	13,8	13,12	77,24	73,35	63,8	59,622
5	6,3	6,28	7,00	6,68	29,31	31,6	26,54	28,7	8,09	14,08	11,19	9,99	11,08	16,26	15,93	15,92	59,63	66,26	55,23	65,821
6	6,68	7,00	6,28	6,3	32,68	31,47	30,45	31,41	12,73	10,58	10,47	12,34	11,1	13,79	12,42	11,62	58,24	63,79	69,44	52,954
7	6,72	6,23	6,02	6,7	33,45	31,11	31,25	31,62	10,28	12,33	10,36	13,22	13,2	18,37	13	11,15	77,21	58,37	57,21	53,431
8	6,78	6,03	6,24	6,74	33,21	31,29	27,71	29,89	10,64	8,74	9,1	10,57	13,07	13,83	11,27	11,06	58,36	73,83	61,59	61,187
9	6,6	6,73	6,24	7,22	32,88	30,75	28,54	32,96	14,12	7,19	11,34	10,91	15,64	13,32	11,19	13,84	59,65	73,32	53,69	64,21
10	6,64	6,76	6,14	7,75	27,33	25,53	28,94	31,13	10,62	10,11	12,32	9,87	13,3	17,81	10,81	18,32	54,36	57,81	58,39	55,677
Valoración	80%	80%	80%	80%	90%	90%	90%	90%	75%	75%	75%	75%	95%	95%	95%	95%	80%	80%	80%	80%
Total	5,45	5,0936	5,094	5,4504	28,29	28,33	26,96	28,04	8,318	7,865	7,853	8,297	12,82	14,33	12,54	13,06	50,8	51,07	47,93	47,844
Media	6,66				31,0				10,8				13,90				61,8			
Desviación Estándar	0,40				2,4				1,70				2,2				7,08			
Grados de Libertad	9,00				9,00				9,00				9,00				9,00			
Valor de K	0,03				0,04				0,07				0,06				0,07			
Distribución t=	2,57				2,3				2,10				2,20				2,06			
Numero Observaciones	25				27				27				19				26			

**Tabla 29.** Cálculo del tiempo normal y estándar para los elementos del proceso de fabricación de guantes en la empresa Suramericana de Guantes Ltda.

OPERACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Resumen observaciones	Troquelado (Palma)	Troquelado (Mariposa)	Troquelado (Pulgar)	Troquelado (Tres Dedos)	Doceneo	Resortado	Unión Mariposa-Palma	Unión Palma-Pulgar	Unión 3 dedos	Ribeteado	Cerrado del Guante	Metida de Dedos	Volteado	Empacado
1	4,87	3,02	3,45	3,60	14,19	4,52	17,06	14,98	19,73	6,88	24,59	9,29	15,09	55,47
2	5,67	4,94	4,49	3,40	17,39	4,94	15,34	16,51	17,91	6,73	22,88	10,91	14,81	55,26
3	2,93	4,53	3,56	3,80	19,35	5,48	15,25	15,74	20,13	6,34	26,33	11,40	14,07	67,76
4	3,80	4,21	2,86	2,79	16,88	5,28	19,62	17,72	19,55	6,32	21,62	10,46	13,50	71,46
5	4,80	2,65	3,04	3,65	16,37	4,54	16,86	19,22	19,98	6,53	29,31	11,12	15,76	60,37
6	3,86	5,39	3,72	3,66	19,01	5,61	15,35	17,93	19,46	6,84	22,68	11,26	12,45	63,82
7	4,34	3,35	3,73	3,47	19,33	4,90	14,62	22,29	19,60	6,48	23,45	10,99	15,79	67,79
8	4,63	3,16	3,85	2,80	18,13	4,98	14,68	17,13	19,55	6,41	23,21	9,69	13,45	66,10
9	4,54	3,37	3,72	3,85	17,58	4,78	17,17	18,50	19,73	6,67	22,88	10,66	14,48	66,49
10	6,84	3,84	3,96	3,35	18,30	5,65	14,36	16,25	21,73	6,70	27,33	10,37	15,56	56,09
Promedio (seg)	4,63	3,84	3,64	3,44	17,65	5,07	16,03	17,63	19,74	6,59	24,43	10,61	14,49	63,06
Valoración	95%	95%	95%	95%	90%	90%	95%	95%	95%	95%	90%	90%	95%	95%
Tiempo normal	4,40	3,65	3,46	3,27	15,89	4,56	15,23	16,74	18,75	6,26	21,99	9,55	13,77	59,91
Suplementos	19%	19%	19%	19%	16%	15%	22%	22%	22%	22%	20%	9%	9%	12%
Tiempo Estándar	5,23	4,35	4,11	3,89	18,43	5,24	18,58	20,43	22,87	7,64	26,38	10,41	15,01	67,10

## Anexo 2. Plan de manejo de residuos sólidos para la fabricación del guante tipo ingeniero

Esquema para el desarrollo de la guía para el Manejo de Residuos



El anterior esquema es una adaptación de la figura elaborada por el grupo de Investigaciones Ambientales de la UPB (Universidad Pontificia Bolivariana) basados en visitas a diferentes organizaciones del gremio de plásticos y cueros.

## **Objetivo general**

Establecer los procedimientos necesarios para el adecuado Manejo de Residuos Sólidos generados durante la manufactura del guante tipo ingeniero frente a su posible reciclaje y/o reutilización apelando a su disposición como materia prima de otra empresa, todo al interior de las instalaciones de suramericana de Guante Ltda.

## **Objetivos específicos**

- Describir brevemente el proceso productivo que involucra la fabricación del guante tipo ingeniero.
- Identificar los residuos generados por cada una de las áreas involucradas en la fabricación del guante tipo ingeniero.
- Desarrollar los pasos necesarios para establecer y desarrollar un adecuado manejo de Residuos Sólidos generados durante el proceso productivo en función de su reciclaje y/o reutilización en otros procesos productivos.

## **Metas y alcances de la guía Manejo de Residuos**

La presente guía tiene como meta que dentro de las instalaciones de suramericana de Guante Ltda., manejen adecuadamente sus residuos sólidos y reporten las cantidades generadas, especificando su manejo interno y externo.

El alcance de la presente guía es describir paso a paso los elementos necesarios para elaborar y poner en marcha el Manejo de Residuos al interior de las instalaciones de suramericana de Guante Ltda.

## **Materias primas utilizadas**

Las materias primas utilizadas durante el proceso de fabricación de guantes, corresponden a todos los artículos que allí se utilizan como son: pieles carnaza y vaqueta, recipientes para almacenamiento, hilos, resortes y ribetes y elementos para mantenimiento de los equipos como aceites, paños de limpieza, grasas y energía eléctrica.

**Tabla 30.** Materias primas utilizadas Proceso de fabricación de guante tipo ingeniero

Proceso de fabricación de guante tipo ingeniero			
Materia prima	Proceso	Residuos	Características
Piezas cortadas en cuero, hilos, energía, plantillas y troqueles, Hilo, Resorte, Ribetes, agujas, etc.	Troquelado y confección	Hilos, restos de textiles ( resorte, ribetes)	Residuos no aprovechables.
		Agujas metálicas quebradas	Residuos no aprovechables
		Retazos de Cuero (carnaza y vaqueta)	Residuos aprovechables
		Solido particulado de cuero (polvillo)	Residuos aprovechables
cintas, zunchos, cabuyas, etc.	Embalaje.	Trozos de cabuya, zunchos, cintas, etc.	Residuos aprovechables

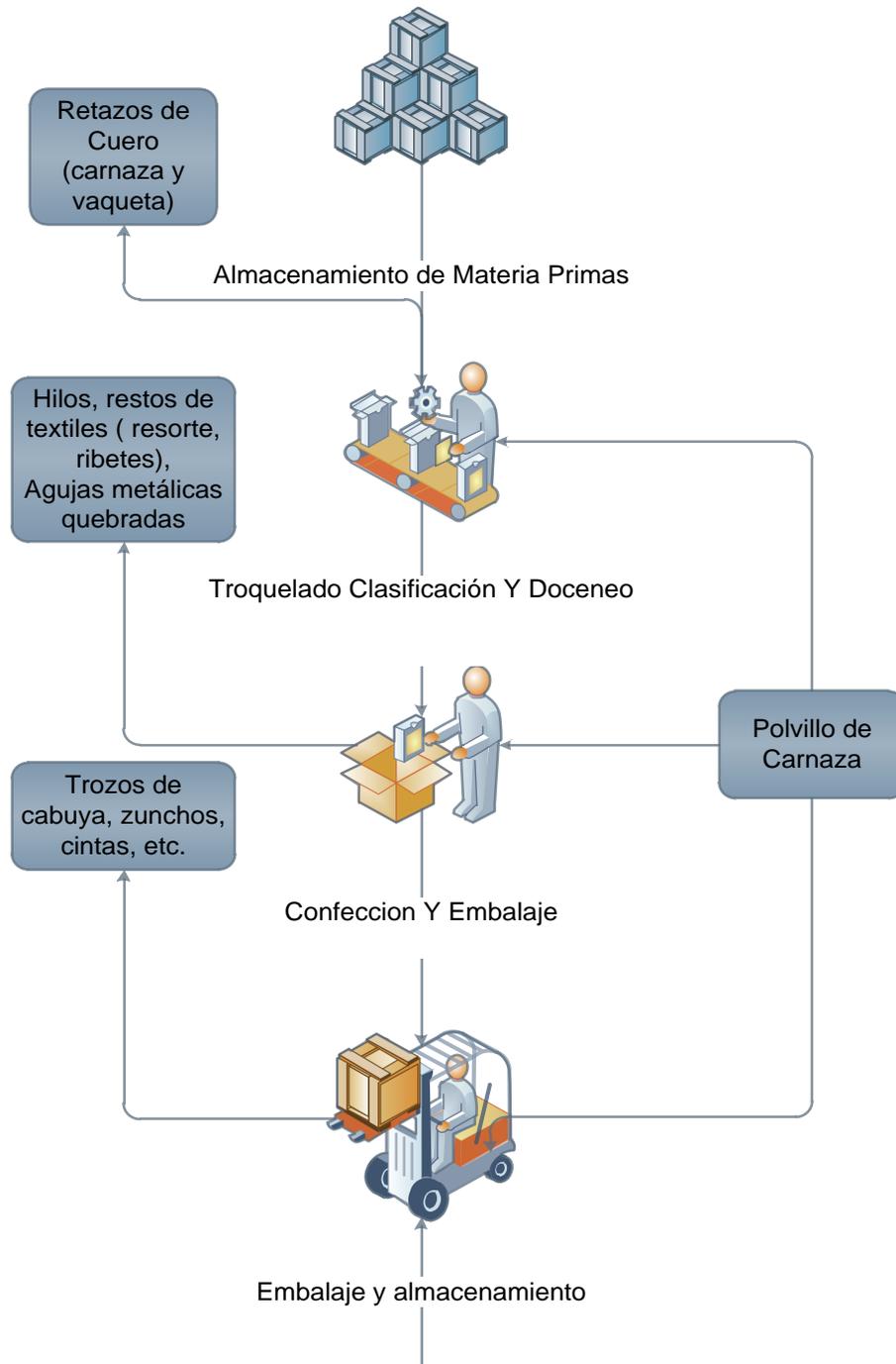
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31.** Residuos generados en la fabricación de guante tipo ingeniero

Residuos Reciclables	Residuos no reciclables
Agujas metálicas quebradas	Hilos, restos de textiles (resorte, ribetes)
Retazos de Cuero (carnaza y vaqueta)	
cabuya, zunchos, cintas, etc.	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 9.** Presenta un diagrama de flujo de los residuos generados durante el proceso de fabricación de guante tipo ingeniero



Fuente: Elaboración propia

### Almacenamiento

El almacenamiento de los residuos de cuero generados durante la Producción de guantes se hace generalmente en costales donde se mezclan los residuos, en cuanto a los residuos del área de confección y embalajes estos son arrojados al suelo y posteriormente barridos y acumulados en cestas de basura.

### Transporte

En general sus residuos han sido manipulados como ordinarios, y de esta forma, entregados a las empresas prestadoras del servicio de aseo, independientemente del área que los produzca.

### Tratamiento y aprovechamiento

Los residuos sólidos generados durante la manufactura de los guantes especialmente los retazos de cuero no son tratados antes de su disposición final. Sólo una porción de los residuos generados son aprovechados: en el sector del cuero existen empresas que venden retazos de cuero a empresas que recuperan el cuero por medio del aglomerado del mismo. Pero en la actualidad no se tiene un plan encaminado al aprovechamiento de este tipo de residuos debido principalmente 2 factores; dificultad de triturarlo en función del tratamiento que haya tenido durante el proceso de curtido, es decir al costo que genera triturarlo para después poder manipularlo más fácilmente y la no existencia de un plan que permita agrupar y clasificar los residuos.

### Disposición final

Para la disposición final de los residuos sólidos generados durante la manufactura de guantes, se cuenta con dos rellenos sanitarios, el presidente de Buga y el localizado en Guabal-Yotoco.

Actualmente es reconocido por parte de las organizaciones del mismo sector (fabricación de guantes) que no tienen una cultura para manejar sus residuos, los cuales van sin ninguna discriminación o clasificación a los sitios de disposición final mencionados en el párrafo anterior.

Un relleno sanitario es una obra de ingeniería que debe presentar para su aprobación un diseño y el respectivo Estudio de Impacto Ambiental que debe ser aprobado previo a su puesta en marcha. Este tipo de sitios permite la disposición segura de residuos sólidos; allí se incluyen sistemas de prevención, control y

tratamiento de lixiviados como parte del denominado depósito controlado de residuos.

**Tabla 32.** Acciones para reducción en la fuente

Proceso de fabricación de guantes tipo ingeniero		
Etapa del Proceso	Posibles residuos generados	Acciones Preventivas
Troquelado	Retazos de cuero,( carnaza y vaqueta)	Mejorar la distribución de los cortes durante el troquelado tratando de aprovechar al máximo toda el área del cuero.
Confección	Hilos, restos de textiles (resorte, ribetes) Agujas metálicas quebradas	Optimizar el corte de tal forma que las costuras puedan tener un terminado más fino y una reducción de material utilizad, además de facilitar la costura de los ribetes y del resorte del guante.
Embalaje	cabuya, zunchos, cintas, etc.	Implementar el uso de dispensadores para reducir el desperdicio de material utilizado a la hora de atar y organizar los guantes ya terminados.

La Tabla 31, Muestra acciones para reducción en la fuente, Fuente: Adaptación de la tabla elaborada por el grupo de Investigaciones Ambientales de la UPB

Posible aprovechamiento (valorización) de residuos

Algunos trozos de cuero de áreas apreciables, pueden ser aptos para confeccionar artesanías, pero proceso es netamente manual es decir artesanal, y no todos los trozos son de características aceptables, para un artículo de valor, por otro lado está

el ya mencionado proceso de aglomerado de cuero que permite recuperar completamente el cuero a partir de trozos del mismo que son triturados y posteriormente tratados para su recuperación con aglutinantes y aditivos para su manejo y compactación hasta llegar a producir placas de cuero recuperado con características muy similares o incluso mejores que las del cuero puro.

### Pasos para el Manejo de Residuos sólidos

Para poder poner en marcha la guía para el manejo de residuos es necesario concienciar a todo los operarios sobre las actividades que deben desarrollarse para todas las actividades de manejo puedan ser llevadas a buen fin y que los objetivos inicialmente planteados puedan cumplirse deben tenerse en cuenta las actividades realizadas en el puesto de trabajo, con un enfoque de mejoramiento continuo de los procesos y en función de prevenir y minimizar el impacto ambiental que estos pueden generar.

La implementación de la guía tendrá como cimiento la utilización de materias primas y procedimientos más eficientes que permitan evitar y/o minimizar la generación de residuos durante la fabricación del guante tipo ingeniero para así lograr una efectiva separación de los residuos, consiguiendo beneficios más altos, procurando garantizar una apropiada disposición final de los residuos.

La estructura está enfocada en lograr disminuir la generación y maximizar los beneficios, de tal manera que siempre se disponga de la menor cantidad de residuos al final y en caso de tenerlos disponer de la mejor manera posible.

Puesto que la organización no cuenta con un personal extenso trabajara entonces con un Gestor o Coordinador de gestión y manejo de residuos el cual debe tener conocimientos básicos en temas ambientales para poder direccionar adecuadamente las actividades correspondientes al Manejo de Residuos sólidos. En este documento de Manejo de Residuos deben quedar establecidas las funciones del coordinador o gestor elegido.

A continuación se muestran las funciones del coordinador de manejo de residuos sólidos

### Funciones del Coordinador de gestión y manejo de residuos sólidos

- Formular la política de gestión manejo de residuos sólidos
- Asignar deberes dentro de la organización a lo largo de la línea productiva de la fabricación de guante tipo ingeniero

- Capacitarse, y realizar procesos de capacitación para todos los integrantes de la organización.
- Verificar el cumplimiento de la legislación vigente aplicable a los residuos generados por la organización en la actualidad.
- Desempeñar eficientemente el papel de acompañamiento en la ejecución de la gestión y el manejo de residuos sólidos generados durante la fabricación del guante tipo ingeniero.
- Gestionar apropiadamente los recursos destinados al manejo y gestión de residuos sólidos generados durante la fabricación del guante tipo ingeniero.
- Elaborar un informe de gestión y manejo de residuos sólidos mensualmente

### Diagnostico

Durante el diagnostico debe establecerse toda la información acerca del funcionamiento general del proceso de fabricación del guante tipo ingeniero. En la siguiente tabla, se puntos claves a determinar.

**Tabla 33.** Pasos para desarrollar el correspondiente diagnostico

Paso	Elemento de diagnostico	Descripción
1	Información General	Operaciones Involucradas, numero de operarios, Descripción de los residuos generados, medición de los residuos por parte de cada elemento del proceso de fabricación de guante tipo ingeniero
2	Identificación de fuentes generadoras de residuos	Identificar los puntos críticos de generación de residuos sólidos, troquelado, confección, almacenamiento de materia prima y producto terminado, Clasificación de los residuos sólidos de acuerdo a su naturaleza en este caso residuos no peligrosos.
3	Determinación de puntos de Almacenamiento de residuos	Identificación de las áreas usadas actualmente para almacenar los residuos; bodegas, almacenes, planta de producción etc. Describir cómo y cuándo son realizadas las actividades de recolección y manejo de residuos sólidos del proceso de fabricación de guante tipo ingeniero
4	Caracterización de y cálculo de volumen de residuos generados.	Realizar la clasificación de los residuos generados en un período de tiempo determinado correspondiente a los procesos productivos de fabricación de guante ingeniero Realizar la caracterización física de los residuos sólidos en un período de tiempo determinado. Elaborar un informe sobre la caracterización
5	Clasificación por tipo y volumen	Clasificar a la organización como generadora de residuos sólidos de acuerdo con el decreto 838 de 2005 Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
6	Alternativas de Manejo externo	Describir las posibilidades de los residuos frente a su posible: Reciclaje, Incineración, Reutilización entre Otras.
7	Registro y conclusiones	Levantar un registro fotográfico sobre el diagnóstico realizado Analizar y concluir.

La Tabla 32. Muestra los pasos para desarrollar el correspondiente diagnóstico; Adaptación de la tabla elaborada por el grupo de Investigaciones Ambientales de la UPB.

Los datos obtenidos durante el diagnóstico permitirán definir los lineamientos iniciales sobre el manejo de los residuos sólidos, visualizando un panorama cualitativo y cuantitativo de los residuos generados durante la fabricación del guante tipo ingeniero y cuál es su manejo actual. Esta información es clave para determinar metas y planes de mejora y plazos de ejecución con el objetivo de minimizar la generación y aumentar el aprovechamiento de los residuos.

### Información general

Se debe realizar una descripción general de la organización a través del uso del siguiente formato de encuesta.

### **Situación actual del manejo de los residuos en la planta de producción**

Es necesario realizar una observación previa para conocer la forma como se están manejando los residuos en la empresa, como se recolectan, recipientes utilizados, separación si es que existe, dificultades en el manejo y la disposición de los mismos, posibles usos externos.

- Además debe verificarse la existencia de un lugar para la consolidación de residuos de acuerdo con lo dictado en el Decreto 1713 de 2002 cumpliendo los siguientes requisitos.
- Los acabados deberán permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general.
- Tendrán sistemas que permitan la ventilación como rejillas o ventanas; y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje.
- Serán construidas de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores e impida el ingreso de animales domésticos.
- Deberán tener una adecuada accesibilidad para los usuarios.
- La ubicación del sitio no debe causar molestias e impactos a la comunidad.
- Deberán contar con cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuada presentación.

## Transporte y manejo

Se deben conocer la forma como se están manipulando los residuos sólidos y como es su recolección al interior de la organización por esta razón deben tenerse en cuenta algunos aspectos como:

### A nivel Interno

- Rutas de recolección
- Horarios y frecuencias de recolección
- Se realiza una recolección selectiva

### A nivel Externo

- ¿Cumplen con el decreto 1713 de 2002 los camiones recolectores de residuos sólidos?
- ¿Existen horarios y frecuencias de recolección?

Igualmente se deben verificar y establecer las oportunidades de aprovechamiento de los residuos sólidos, determinar qué tipo de residuos son aptos, las actividades que se desarrollan para recuperarlos o reciclarlos y el producto que puede obtenerse a partir de ellos, además de quienes están desarrollando estas actividades, legalidad de los tratamientos y posibles beneficios para la empresa.

En su defecto debe conocerse y verificarse los lugares y la forma que se dispone de estos residuos finalmente y qué tipo de garantías brinda el mismo frente a los impactos ambientales generados.

## Capacitación y Entrenamiento

Es Necesario como parte del proceso de concienciación el establecimiento de planes de capacitación y entrenamiento del personal, que permitan al personal tener una visión más clara de las actividades implicadas en el manejo de residuos sólidos, procedimientos, funciones de los líderes y por supuesto la normatividad vigente acerca del manejo de residuos, este proceso de capacitación y entrenamiento debe desarrollar los siguientes temas:

Divulgación de los programas y demás actividades relacionadas con el manejo de residuos sólidos durante la producción del guante tipo ingeniero.

- Reglamentación ambiental vigente

- Reducción, reciclaje y reutilización de residuos (cuando sea aplicable)
- Clasificación de residuos sólidos
- Recolección y acopio de residuos sólidos
- Disposición final

Adicionalmente debe establecerse un cronograma de actividades, que estructure un proceso ya sea continuo o periódico de capacitación que contenga las actividades relacionadas para cumplir con el propósito: Talleres, seminarios, carteleras y charlas.

### Reducción en la fuente

Es necesario establecer mecanismo de reducción de residuos en la fuente ya que esta es la manera más efectiva de disminuir la cantidad final de residuos a manejar por parte de la empresa al final del proceso productivo

- La utilización de mejores practica productivas que permitan optimizar el proceso productivo, evaluación de materias primas utilizadas e innovación tecnológica
- Control de calidad de materias primas recibidas y evaluación de desempeño de las mismas a lo largo de la línea productiva.
- Reciclaje y reutilización de residuos generados, retroquelado de piezas, combinación de elementos o materias primas de productos hermanos.
- Reemplazar materias primas por otras de mejor calidad o más fácil reciclaje por ejemplo (Pielés con curtidos bajos en cromo o curtidos vegetales)
- Mejorar el control de inventarios de producto en proceso para evitar la saturación de los estantes y la invasión de espacios destinados al tránsito del personal.

De igual manera la empresa debe plantear un horizonte frente a los resultados que desea obtener con objetivos claros y medibles en función de insumos utilizados, residuos reciclados, reducción de impactos ambientales, beneficios obtenidos por venta de residuos y posterior reintegración a la cadena productiva, utilización de materias primas más amigables con el ambiente, obviamente estos objetivos deben ir enmarcados dentro de la planeación estratégica que la organización ya tenga establecida, decisiones estratégicas, tácticas y operativas.

La separación y clasificación de los residuos debe obedecer por supuesto a las características propias del residuo en este caso los residuos sólidos generados de mayor volumen corresponden al cuero por lo que su manejo y separación (carnaza y vaqueta) debe ser de manera diferenciada con respecto a los residuos de otra naturaleza, enfocándose en su: forma, tamaño, condiciones del residuo; está limpio

o sucio, deteriorado, inservible, dureza) todo este proceso debe ser realizado posterior a la reducción en la fuente, con el fin de facilitar la separación de los envases o recipientes se propone la utilización de los siguientes recipientes.

**Figura 10.** Clasificación de los recipientes para la separación de residuos por color y tipo. Fuente: GTC-024



Cuero



### Unificación de residuos

Consiste en el diseño de una ruta de recolección en función de las áreas que generan los residuos determinando horario y frecuencia de recolección aclarando:

1. Lugar de recipientes de recolección y capacidad de cada uno
2. Naturaleza del residuo (color del recipiente)
3. Localización de almacenamiento madre o unificado
4. Ruta de tránsito o desplazamiento
5. horarios de recolección externa

Nota: debido al desarrollo de un estudio de localización de áreas dentro de la planta, la definición de las rutas dentro del plano de la planta se definirán al momento de tener la nueva configuración de la planta.

### Disposición y aprovechamiento

Como parte de la gestión de residuos sólidos dentro de la planta debe quedar consignado el tipo de aprovechamiento y/o disposición al que está sujeto el residuo dependiendo de sus características de este modo se podrá determinar las posibilidades de la organización de minimizar los impactos ambientales que estos puedan generar además de los beneficios que pueden conseguir con su posterior aprovechamiento bien sea a través del reciclaje o de la reutilización

**Tabla 34.** Métodos de aprovechamiento de residuos.

Método de Aprovechamiento	Descripción
Reciclaje	El concepto reciclaje se define como el sometimiento de un residuo en el ciclo de producción para convertirlo en algo útil, objetos como por ejemplo, plásticos, vidrios, cartones, son reciclables
Reutilización	Se habla de reutilización de productos cuando se le da una nueva utilidad a un producto residual, sin necesidad de cambiar la estructura total.
Compostaje	El compostaje es un proceso de descomposición aerobia micro bacteriana de materiales orgánicos hasta alcanzar la estabilidad.
Incineración	La incineración es un método de gestión de residuos que involucra la combustión de los residuos ordinarios a altas temperaturas. La incineración y otros sistemas de tratamiento a altas temperaturas son descritos como "tratamiento térmico". La dificultad radica en incinerarla bien, a elevadas temperaturas y cumpliendo la reglamentación, con todos los controles previos.
Vertederos	La disposición en los vertederos o rellenos sanitarios es el método más tradicional de recogida de residuos ordinarios, y se mantiene como una práctica común en la mayor parte de países. Históricamente, los vertederos eran establecidos en canteras en desuso, minas abandonadas, entre otras. En los rellenos sanitarios se generan lixiviados que son los líquidos producto de la desintegración de los residuos orgánicos y la inclusión de las aguas lluvias.

Fuente: Elaboración propia

### Disposición externa

El manejo o disposición externa de los residuos sólidos incluye todas las acciones que se realizan con los residuos cuando salen de la empresa. Se debe identificar y detallar en el Manejo de Residuos la información de la empresa contratada y el tipo de manejo que se le da a los residuos al fuera de la empresa, como se recolectan, la frecuencia con que se hace, y toda la información asociada a este proceso.

### Informe de seguimiento

El informe de Seguimiento, permite la comprobación del cumplimiento de las actividades planteadas en el Manejo de Residuos en cuestión. Se pueden utilizar herramientas como formatos de verificación, que pueden ser diligenciados por el gestor o coordinador de manejo de residuos o por personal que se encuentre directamente relacionado con el manejo de los residuos, como el de aseo o de oficios generales.

El informe de seguimiento debe contener aspectos relacionados con la:

- Verificación de la consecución de las capacitaciones.
- Verificación de la adecuada separación los residuos generados en cada sector de la organización
- Revisión de los sitios de almacenamiento en cuanto a su cumplimiento con los requerimientos Establecidos
- Verificación de la entrega pertinente de los residuos a los entes externos encargados de su tratamiento. y/o disposición en vertederos
- Establecimiento de los pesos de los residuos entregados, así como los cambios que puedan generarse.
- Confirmación de rutas de recolección interna y de horarios establecidos para la misma además de los totales de: residuos separados por tipo, residuos tratados, residuos dispuestos en relleno sanitario y de residuos reciclados y/o reutilizados.

### Establecimiento de Indicadores de gestión de residuos

Los indicadores de gestión de residuos deben ser analizados y verificados ya que permiten determinar los cambios presentados en cada área generadora, ya sean positivos o negativos frente a la gestión y manejo de residuos que se está realizando actualmente, además permiten conocer la eficiencia de la organización frente al uso de los recursos disponibles para finalmente realizar un proceso de retroalimentación y mejoramiento continuo.

**Tabla 35.** Indicadores de gestión y manejo de residuos

Indicador	Formula
Reducción de residuos	$\% \text{ reduccion} = \frac{\text{Cant RG periodo 2} - \text{Cant RG periodo 1}}{\text{Cant R periodo 2}} \times 100$
Generación de Residuos	$\% \text{ produccion} = \frac{\text{Cant RG periodo n}}{\text{Produccion total periodo n}} \times 100$
Tratamiento y Aprovechamiento	$\% \text{ reciclado} = \frac{\text{Cant R. Reciclados periodo n}}{\text{Cant RG periodo n}} \times 100$ $\% \text{ Incinerado} = \frac{\text{Cant R. Incinerados periodo n}}{\text{Cant RG periodo n}} \times 100$ $\% \text{ otros aprovechamientos} = \frac{\text{Can R. otro aprov. periodo n}}{\text{Cant RG periodo n}} \times 100$
Disposición Final	$\% \text{ destinado a rellenos} = \frac{\text{Cant R. Ord o inertes periodo n}}{\text{Cant RG periodo n}} \times 100$
Efectividad Capacitación y Entrenamiento	$\% \text{ Desarrollo en C y E} = \frac{\text{Nº Actividades Realizadas}}{\text{Nº Actividades Programadas}} \times 100$

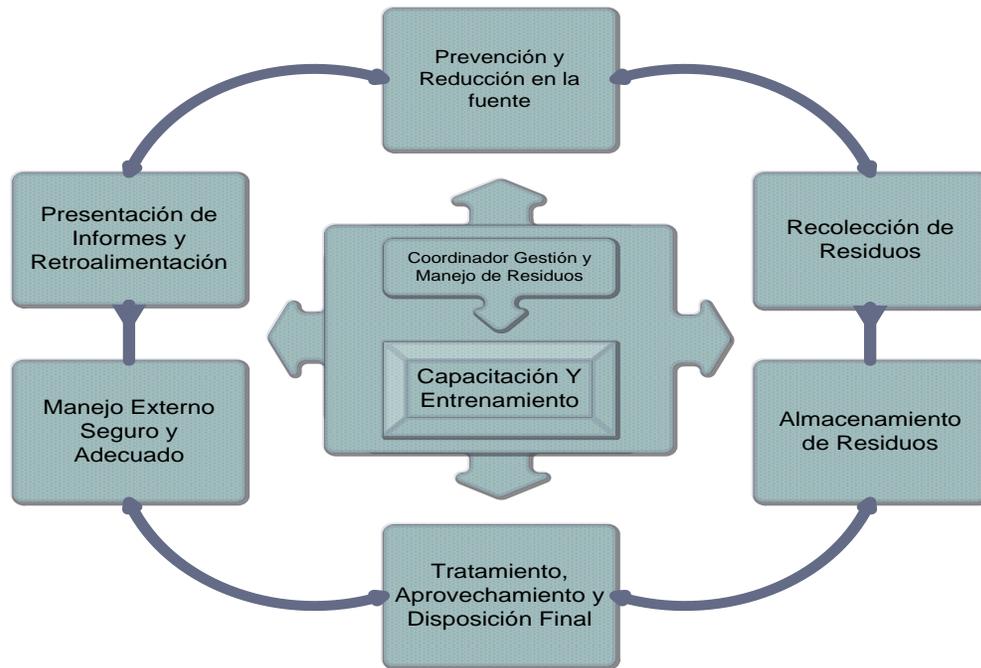
Fuente: Elaboración propia

### Puesta en Marcha del manejo de residuos sólidos

Esta etapa consiste en desplegar cada uno de los procesos definidas durante la elaboración del Manejo de Residuos (ver Figura 6). Durante esta fase se deben tener en cuenta aspectos que permitan la duración, estabilidad y efectividad del

Manejo de Residuos a lo largo del tiempo, con elementos que favorezcan su retroalimentación y por consiguiente su mejoramiento continuo

**Figura 11.** Esquema de puesta en Marcha del manejo de residuos sólidos



La Figura 11. Es un Esquema de puesta en marcha del manejo de residuos sólidos Adaptación esquema elaborado por el grupo de Investigaciones Ambientales de la UPB.

### **Anexo 3. Metodología para la generación de indicadores de gestión**

#### **Primer Paso: Definición del Objeto de estudio**

Definir el área y proceso motivo de evaluación señalando

- Actividad a evaluar
- Unidad de análisis
- Intervalo de tiempo del análisis

Se debe realizar un diagnóstico de la unidad para generar los indicadores

Tabla 36. Diagnóstico de la cada unidad

PARÁMETRO A EVALUAR	
Área objeto de estudio	
Misión del indicador	
Objetivo del área o proceso	

Luego es necesario identificar los grupos de interés externos (proveedores, cliente, competencia)

**Tabla 37.** Identificación grupos de interés externos

CLIENTES	
Nombre o denominación	
Bienes que demandan	
PROVEEDORES	
Nombre o denominación	
Bienes que demandan	
COMPETENCIA	
Nombre o denominación	

Posteriormente se debe Identificar los procesos o elementos a evaluar

**Tabla 38.** Identificación de procesos o elementos a evaluar

PARAMETRO A MEDIR		
Insumos		
Productos		
Proceso productivo de la unidad objeto de la evaluación	Insumo	
	Proceso	
	Producto	
	Actividades preliminares	

### **Segundo Paso: Producción de Variables**

Partiendo de la unidad de análisis y utilizando el modelo de la “caja negra” se formularan un número determinado de variables, estas variables servirán para elaborar los indicadores de gestión necesarios por cada unidad. Es necesario formular tantas variables como sea posible por cada una de las relaciones de entrada, producto, proceso, efecto, e impacto generado, como resultado de este proceso se obtendrá un listado de variables diferenciadas por cada elemento correspondiente a la “caja negra”.

**Tabla 39.** Producción de variables

Nº	VARIABLES
----	-----------

1		Física
2	DEMANDAS	Económica
3		Cronológica
4		Física
5	INSUMOS	Económica
6		Cronológica
7		Física
8	PROCESOS	Económica
9		Cronológica
10		Física
11	PRODUCTOS	Económica
12		Cronológica
13		Física
14	EFECTOS	Económica
15		Cronológica
16		Física
17	IMPACTOS	Económica
18		Cronológica

### **Tercer Paso: Definición y descripción de variables**

Este apartado especifica la reafirmación de los elementos que conforman cada unidad especificando su significado y la relación dependiente entre las variables.

Básicamente la descripción de las variables representa la delimitación de las fronteras en la que se encuentra cada una de ellas, haciendo mención en si a los tanto de componentes que la incluyen como de los que excluye, con el fin de dar uniformidad a la variable a la hora de ser utilizada.

El resultado final de este proceso será un “diccionario de variables” que constituye el manual de referencia para conocer los conceptos de cada variable establecida.

### **Cuarto Paso: Jerarquización de Variables**

Se deben listar las variables definidas a partir de la producción de variables en este caso considerando los parámetros de eficiencia y eficacia de la unidad de análisis. Partiendo de esta premisa se define una matriz de resultados donde se debe ponderar cada variable en función de los criterios establecidos para cada una, con el fin de obtener una escala para las variables de acuerdo a su jerarquía.

**Tabla 40.** Parámetros para la definición de criterios de jerarquización de las medidas.

CRITERIO	PARAMETRO	CONDICION
Economía	Productos	
	procesos	
Eficiencia	Insumos	
	Activos	
	Tiempos	
	Residuos	
Eficacia	Capacitaciones	
	Demanda	

**Tabla 41.** Criterios de jerarquización de los indicadores

Nº	Criterio general	Condición específica de cada criterio
1	Economía en la generación de productos	
2	Economía en la realización de procesos	
3	Eficiencia en la selección de los insumos	
4	Eficiencia en la utilización de los activos	
5	Eficiencia en el uso de los recursos	
7	Eficacia en la satisfacción de las demandas	
8	Eficacia de las capacitaciones	

**Tabla 42.** Calificación y/o ponderación de los criterios de jerarquización basados en la vinculación de las personas seleccionadas con la unidad de análisis objeto de estudio.

Nº	Criterio de Valoración (condición específica de cada criterio )	Calificación									
		1	2	3	4	5	7	8	9	10	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											

Una vez obtenidos los resultados por medio de la calificación se ponderan los criterios de jerarquización de acuerdo a la puntuación promedio de cada uno.

**Tabla 43.** Jerarquización de criterios de acuerdo a la puntuación

Nº	CRITERIO	RESULTADOS	
		Puntos	Orden
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Luego son ordenan sucesivamente de acuerdo a un factor de ponderación correspondiente a cada uno de ellos en función de la calificación obtenida

previamente, del mismo modo se recomienda establecer un código que identifique cada uno de los criterios.

**Tabla 44.** Ponderación de criterios y codificación

ORDEN	CRITERIO	PESO	CODIGO
1			
2			
n...			

Una vez listadas y definidas las variables mediante los parámetros y criterios establecidos se jerarquiza cada una definiendo interrogantes en función de los criterios establecidos.

**Tabla 45.** Respuestas a interrogantes para cada criterio establecido

Nº	Respuesta	DESCRIPCION DE LA RESPUESTA
1	Muy Relevante	Cuando la materialización de los hechos expresados en el criterio está determinada principalmente por la condición de la variable o viceversa
2	Relevante	Cuando la materialización de los hechos expresados en el criterio está determinada principalmente por la condición de la variable o viceversa así como por otros factores de peso que también pueden afectar la misma
3	Poco Relevante	Cuando la materialización de los hechos expresados en el criterio está determinada principalmente por la condición de la variable o viceversa aunque existen otros factores de peso que también afectan la misma
4	Irrelevante	Cuando la materialización de los hechos expresados en el criterio no está determinada principalmente por la condición de la variable o viceversa

Al concluir esta etapa se tabulan los resultados en un cuadro según la puntuación obtenida por cada variable.

**Tabla 46.** Valores tabulados para cada variable

Nº	Criterio (código)	VARIABLES																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			

Se multiplica la puntuación obtenida por cada variable en función de los criterios de ponderación establecidos lo que resulta en una calificación para cada variable que a su vez define finalmente el orden de las variables ya jerarquizadas.

**Tabla 47.** Variables jerarquizadas

Nº	Criterio		Variables																	
	Código	Peso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Puntuación			Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
Posición			Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ

(\*) Indican la puntuación obtenida por cada variable

(Σ) Indican la sumatoria de los puntos obtenidos por cada variable

(Δ) Indica la Numeración de cada posición es decir su orden dentro del total

**Quinto Paso: Cuestionario de preguntas para la formulación de indicadores**

A partir de las variables de mayor jerarquía, se formulan preguntas a cada uno de los criterios elegidos anteriormente, estas interrogantes deben ser enunciadas de tal forma que su respuesta pueda ser expresada en términos medibles en otras palabras deben poder cuantificarse con un valor numérico

**Tabla 48.** Cuestionario para la formulación de los indicadores.

Nº	Denominación del indicador	Pregunta
1	Eficacia en el cumplimiento de los pedidos	¿Cuántos (as) ordenes fueron solicitadas por los clientes frente a las cumplidas?
2	Eficacia de las actividades de capacitación	¿Cuáles fueron las competencias adquiridas frente a las requeridas?
3	Eficiencia en la selección de los insumos	¿Cuál es la cantidad de los insumos usados frente a los requeridos?
4	Eficiencia en el uso de los activos	¿En qué nivel está siendo utilizados los equipos frente a la disponibilidad total?
5	Eficiencia en el uso del tiempo	¿Cuál es la cantidad de productos terminados por intervalo de tiempo frente a la meta establecida
6	Economía en la realización de procesos	¿Cuál es la proporción de procesos realizados frente a los costos asumidos?
7	Economía en la realización de producto	¿Cuál es la proporción de productos realizados frente a los costos asumidos?

Las respuestas a las preguntas que se formulen proporcionaran los indicadores determinantes en el sistema. No debe olvidarse la jerarquía de cada indicador con el fin de descartar los indicadores de menor relevancia. De esta forma se generaran los indicadores partiendo de una formulación coherente.

**Tabla 49.** Indicadores formulados

Nº	PREGUNTA	INDICADOR	JERARQUIA DE LAS VARIABLES
1	¿Cuántos (as) ordenes fueron solicitadas por los clientes frente a las cumplidas?	<i>Xi /Xn Variables jerarquizadas</i>	<i>Xi / Xn (posiciones)</i>
2	¿Cuáles fueron las competencias adquiridas frente a las requeridas?	.....	.....
3	¿Cuál es la cantidad de los insumos usados frente a los requeridos?	.....	.....
4	¿En qué nivel está siendo utilizados los equipos frente a la disponibilidad total?	.....	.....
5	¿Cuál es la cantidad de productos terminados por intervalo de tiempo frente a la meta establecida	.....	.....
6	¿Cuál es la proporción de procesos realizados frente a los costos asumidos?	.....	.....
7	¿Cuál es la proporción de productos realizados frente a los costos asumidos?	.....	.....

Luego de la formulación se presentan los indicadores producidos.

**Tabla 50.** Indicadores establecidos.

Nº	NOMBRE DEL INDICADOR	FORMULA DEL INDICADOR
1		$X1 = \frac{\text{Variable Jerarquizada } X1}{\text{Variable Jerarquizada } Xn}$
2		$X2 =$
n...		$X3 =$

**Sexto Paso:** Elaboración de perfiles de los indicadores se elabora un perfil completo de cada indicador, esto permitirá su fácil descripción y clasificación.

**Tabla 51. Perfiles de los indicadores**

Título						
Numero		Código		Tipo		
Formula						
Jerarquía de Variables	1º Variable	2º Variable		Categoría de la Variable		Tendencia
Pertinencia						
Rangos de desempeño						
Causas de variación						
Correctivos						
Niveles de desagregación						
Comparación con otros indicadores						
Fuente de información del indicador						
Periodicidad de la toma de datos						
Periodicidad de Uso						

**Anexo 4. Procedimiento para Evaluación de aspectos ambientales**

Objetivo

Describir el proceso productivo de la fabricación de guantes y evaluar los aspectos ambientales relacionados con las actividades y los productos, a través de los elementos de cada uno, con el fin de determinar aquellos que tienen o puedan tener efectos significativos sobre el entorno.

### Alcance

Este procedimiento es de aplicación a todas las actividades que forman parte del proceso de fabricación de guantes y que tienen impacto sobre el entorno que los rodea. Se incluyen las actividades asociadas a la actividad normal, así mismo este documento es compatible con las demás actividades y puede ser utilizado como guía para determinar los efectos significativos sobre el entorno de otras actividades de la empresa.

### Definiciones:

**Aspecto Ambiental (AA):** Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización, que puede interactuar con el medio ambiente.

**Aspecto Ambiental Significativo (AAS):** Aspecto ambiental que califica como significativo de acuerdo a los criterios enunciados en este procedimiento, debido a que tiene o puede tener un impacto ambiental significativo.

**Condiciones de Operación Normal:** corresponde a una actividad, subproceso o equipo operando en condiciones esperadas.

**Condiciones de Operación Anormal:** corresponde a una actividad, subproceso o equipo que se aparta de las condiciones esperadas.

**Condiciones de Operación en Emergencia:** hecho fortuito que ocurre de manera imprevista, interrumpiendo el normal funcionamiento del sistema y que exige una rápida atención (condiciones de alerta, como incendios, sismos, derrames, roturas producto de acciones de terceros o agotamiento de material, etc.).

**Impacto Ambiental:** La alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

### Identificación de Aspectos Ambientales

Para la identificación de aspectos ambientales dividimos nuestras actividades en procesos, operaciones o actividades más sencillas que nos faciliten su análisis

desde el punto de vista de su interacción con el medio ambiente y en base a aquellos sobre los que se pueda actuar o controlar en cierta medida.

La identificación se realizará amparándose en los aspectos en las siguientes categorías:

- Emisiones (Hacia la atmósfera, ruido, etc.)
- Vertidos (Red de saneamiento, terreno, etc.)
- Residuos (Sólidos, líquidos, etc.)
- Consumos (Utilización del suelo, agua, combustibles, energía eléctrica, etc.)
- Situaciones de emergencia.

Especificando por cada uno las condiciones de funcionamiento en las que tiene lugar:

**Aspecto Directo:** Cuestiones sobre las que se tiene control de la gestión, pueden ser:

- Emisiones atmosféricas.
- Vertidos de agua.
- Producción de residuos, tanto lo producidos de forma habitual como esporádicamente.
- Utilización y contaminación del suelo.
- Empleo de recursos naturales, materias primas y energía.
- Cuestiones locales, como el ruido, apariencia visual, etc.

**Aspecto Indirecto:** Cuestiones sobre las que no se tiene pleno control de la gestión, pueden ser:

El comportamiento ambiental y las prácticas de contratistas, subcontratistas y proveedores.

Y si es de Naturaleza, positiva o negativa, según sean considerados su efectos como beneficiosos o perjudiciales, respectivamente. Una tercera posibilidad es considerar la naturaleza del aspecto como indiferente.

Y cada vez que se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

- Inicio o cambio de un procedimiento, actividad, servicio, instalación, equipo, etc.
- Cambio en la legislación o reglamentación aplicable, o en los requisitos no legales suscritos voluntariamente por la empresa.

- Como resultado del análisis y evaluación de comunicaciones internas o externas de la empresa
- Metodología para la Identificación del Aspecto Ambiental

a) Identificación de áreas en los layout (planos) de cada recinto del proyecto de la empresa. El proceso de identificación de los aspectos ambientales se realiza de forma colectiva por un equipo de trabajo y en el mismo participan operarios de las áreas involucradas, que tengan suficiente experiencia y conocimientos en las actividades de la organización, de manera que no se omita ningún aspecto ambiental que interactúe con el medio ambiente o posea potencial para ello.

b) Identificación de las actividades realizadas en cada área definida y elaboración de sus respectivos diagramas de bloque con sus entradas y salidas. A partir de los elementos de entrada y salida se identifican los aspectos ambientales (reales, potenciales) dentro del alcance del procedimiento a los procesos, actividades, productos y servicios, considerando condiciones de operación normales y anormales, de parada y arranque; así como cualquier situación razonablemente previsible de emergencia. No es necesario considerar cada entrada de materias primas, materiales o recursos de forma individual, sino que se pueden agrupar por categorías.

c) Preparar un listado de los aspectos ambientales identificados por área del recinto para su posterior evaluación. Los aspectos ambientales se pueden identificar más extensamente partir de los grupos y que se muestran a continuación junto con las mencionadas en el apartado de identificación de aspectos ambientales:

- Consumo de materias primas no peligrosas.
- Consumo de sustancias o productos peligrosos (si las hay)
- Consumo de agua.
- Consumos energéticos (energía eléctrica, combustibles, etc.)
- Generación y descargas al suelo de residuos:
- Generación de residuos sólidos.
- Generación de residuos industriales inertes (si los hay).
- Generación de residuos peligrosos (si los hay).
- Generación de emisiones a la atmósfera:
- Emisiones gaseosas.
- Olores.
- Sólidos en suspensión (material partículas, cenizas, etc.)
- Generación de aguas residuales y vertidos.

- Generación de ruido, vibración, energía térmica, radiaciones.
- Afecciones al suelo.
- Situaciones potenciales y de emergencia
- Fugas y derrames (si los hay).
- Incendio y/o explosión (si los hay).
- Vertidos accidentales no controlados.
- Emisiones accidentales no controladas.

Matriz de Evaluación de Aspectos Ambientales.

Una vez identificados los AA, se debe llenar la Matriz de Evaluación de AA considerando los siguientes criterios:

	DESCRIPCION
Actividad	Actividad, Producto o servicio involucrado con el aspecto
Aspecto Ambiental (ejemplos)	Generación de residuos Escombros Generación de ruidos Emisión de olores
Impacto Ambiental	Daño Personal de la empresa
	Daño a la Comunidad
	Contaminación de cuerpos de aguas (estero, río, lago, aguas subterráneas o mar)
	Contaminación de Suelo
	Contaminación del Aire
	Uso de Recursos Naturales
	Daño a la flora o fauna
	Daño a la infraestructura o medio construido (propiedad de terceros y de la empresa)
Tiempo de Ocurrencia	Pasado: Actividades efectuadas anteriormente y que pueden o tienen consecuencias ambientales actuales.
	Presente: Impactos ocasionados por actividades, productos y servicios actualmente realizadas por la organización.

	Futuro: Impactos Ambientales derivados de futuras actividades, productos y servicios de la organización.
Responsabilidad	Directa: Actividad, producto o servicio que es directamente controlado por la empresa
	Indirecta: Actividad, producto o servicio que solo puede ser influenciada o recomendada por la empresa.
Tipo de Impacto	Benéfico: Mejora la condición del medio ambiente
	Adverso: Daña al medio ambiente
Amplitud Geográfica	Puntual : Afecta solamente el área o áreas de estudio sin alterar a las vecinos
	Local : Afecta al rarea de estudio y además a sus vecinos
	Regional
Situación Operacional	Normal: Actividades propias del proceso, que ha sido planificadas y son frecuentes.
	Anormal: Situación que ha sido prevista y que es una desviación típica del proceso.
	Emergencias: Situación que exige la interrupción inmediata de las actividades de los procesos, derivadas de situaciones como: accidentes con troqueles, explosiones o incendios, inundaciones, y otros.

**Criterios utilizados en la evaluación del riesgo asociado a un aspecto ambiental identificado:**

CRITERIO	DESCRIPCION	VALOR
Probabilidad (P)	Frecuente: Existen antecedentes que un caso similar ocurrió a lo menos una vez en la última semana en la empresa, El efecto se manifiesta de manera continua (constante en el tiempo). El aspecto ambiental se materializará con su efecto o daño siempre.	9
	Moderado: Existen antecedentes que un caso similar ocurrió a lo menos una vez en los últimos 4 semanas en la empresa. El efecto se manifiesta de manera periódica (cíclica o recurrente).pero no de manera frecuente en un periodo de tiempo determinado.	7

	<p>Ocasional: Existen antecedentes que un caso similar ocurrió a lo menos una vez en el último mes en la empresa. El efecto se manifiesta de manera periódica (cíclica o recurrente). El aspecto ambiental se materializará con su efecto o daño en algunas ocasiones.</p>	5
	<p>Remoto: Existen antecedentes que un caso similar ocurrió a lo menos una vez desde la operación de las instalaciones como empresa. El aspecto ambiental se materializará con su efecto o daño raras veces.</p>	3
	<p>Improbable: No se tienen antecedentes de que un caso similar haya ocurrido en otras empresas similares de la región. El efecto se manifiesta de forma irregular (impredecible). El aspecto ambiental se materializará con su efecto o daño en situaciones anómalas.</p>	1
Consecuencia (C)	<p>Muy Grave Cumplimiento de la legislación: No cumplir con la legislación ambiental vigente y/o no cumplir con la Política Ambiental de empresa. Magnitud del efecto: Puede causar daño a la salud de las personas y/o puede causar la muerte de flora o fauna. Escala del efecto: El daño es muy importante o tiene un efecto regional. Reversibilidad del efecto: el daño es potencialmente irreversible. Preocupación de terceras partes interesadas: Existe obligación legal de informar a la autoridad en forma sistemática y hay sanciones por no cumplimiento. Impacto sobre la opinión pública: Aparecer, por efectos negativos al medio ambiente, en la televisión de cobertura nacional por más de 1 semana, en la prensa escrita de circulación nacional durante más de 1 semana y/o en las radios por más de un mes.</p>	7

Consecuencia (C)	<p>Grave</p> <p>Cumplimiento de la legislación: Existe legislación aplicable, pero no hay evidencia de su cumplimiento.</p> <p>Magnitud del efecto: No hay daño a la salud de las personas, pero puede causar daño en los demás medios receptores.</p> <p>Escala del efecto: El daño es importante o tiene un efecto local.</p> <p>Reversibilidad del Impacto: El daño es difícilmente reversible.</p> <p>Preocupación de terceras partes interesadas: Existe obligación legal de informar a la autoridad en forma sistemática, sin probabilidad de sanciones.</p> <p>Impacto sobre la opinión pública: Aparecer, por efectos negativos al medio ambiente, en la televisión de cobertura nacional durante 1 a 5 días, en la prensa escrita de circulación nacional durante 3 a 5 días y/o en la radio durante 3 semanas.</p>	5
	<p>Media</p> <p>Cumplimiento de la legislación: Existe legislación aplicable y se cumple.</p> <p>Magnitud del efecto: Se ocasiona sólo molestia al personal de empresa y/o comunidad, puede haber daño menor a los demás medios receptores.</p> <p>Escala del efecto: El daño tiene una importancia media o tiene un efecto sólo sobre los vecinos inmediatos.</p> <p>Reversibilidad del Impacto: El daño es reversible.</p> <p>Preocupación de terceras partes interesadas: Se recomienda informar a la autoridad.</p> <p>Impacto sobre la opinión pública: Aparecer, por efectos negativos al medio ambiente, en la televisión regional por 1 día o más, en la prensa escrita de circulación regional por 1 día o más y/o en la radio por 5 días o más.</p>	3
	<p>Insignificante</p> <p>Cumplimiento de la legislación: No existe legislación aplicable.</p> <p>Magnitud del efecto: El efecto no es perceptible por las personas, ni causa daños a los otros medios receptores.</p> <p>Escala del efecto: El daño es insignificante y/o tiene un efecto sólo al interior de las instalaciones de empresa.</p> <p>Reversibilidad del Impacto: El daño es reversible en forma inmediata cuando se suspende la actividad.</p> <p>Preocupación de terceras partes interesadas: No es necesario informar a la autoridad</p>	1



cumplimiento de la legislación, que por el sólo hecho de no cumplir con la legislación ambiental vigente, le asigna al aspecto la calificación de AAS.

#### Clasificación de los Aspectos Ambientales.

El proceso de evaluación se realiza para poder discernir entre todos los aspectos ambientales identificados, cuáles de ellos son significativos y requieren establecer objetivos, metas y un programa para lograr mejoras permanentes, controles operacionales y planes de emergencias.

Para realizar la evaluación se aplica una “Matriz” que permite relacionar la probabilidad que se presente cada aspecto ambiental específico y la severidad potencial que tendría el efecto.

Si I es igual o mayor a 15 el aspecto es calificado como AAS.