



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**  
**PROCESADORA DE ALUMINIO.**  
**CASO: ALUMINIO DE CARABOBO S.A.**

Tutor:  
Prof.: Silvia Sira.

Elaborado por:  
Añez, Omairely  
Ponce, Erick

Valencia, Abril de 2008



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**  
**PROCESADORA DE ALUMINIO.**  
**CASO: ALUMINIO DE CARABOBO S.A.**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para optar por el título de Ingeniero Industrial.

Tutor:  
Prof.: Silvia Sira.

Elaborado por:  
Añez H. Omairely  
Ponce T. Erick de Jesús

Valencia, Abril de 2008



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA  
PROCESADORA DE ALUMINIO.CASO: ALUMINIO DE CARABOBO S.A.**

TUTOR:  
ING. SILVIA SIRA

AUTORES:  
AÑEZ, OMAIRELY. PONCE, ERICK.  
AÑO 2008

**RESUMEN**

El presente trabajo está orientado en proponer mejoras en el sistema de producción de la empresa Aluminio de Carabobo S.A. (CVG- ALUCASA), con el objeto de reducir el desperdicio o material reciclable generado por proceso en toda la planta y generar un ambiente seguro además de cumplir con la planificación estratégica de la Gerencia General. Se realizó un muestreo de trabajo en condiciones normales de producción, en los equipos donde existe remoción de material por encontrarse fuera de los parámetros deseados, arrojando que el equipo dobladora presenta material reciclable por encima del estándar en 0,97% y la separadora un excedente de corte considerado chatarra entre el 18% y 25% con respecto al peso de entrada en el producto techo. Las mejoras implantadas en estos equipos requieren de una inversión inicial de 113.798,31 Bs.F. generando un ahorro de 233.159,42 Bs.F/mes reduciendo en un 63,26% el material reciclable una vez implementando el dispositivo PLC en dobladora, aprovechando todo el material del producto techo y eliminando riesgos de lesiones en la separadora.

**PALABRAS CLAVES:** Mejoramiento Continuo, calidad, seguridad.





## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

### I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El reciclado interno es una de las opciones más usadas en la industria, sin embargo muestra claramente una serie de desventajas tal que, cuando el producto entra al proceso nuevamente, ya ha causado una serie de costos no recuperables (energía, mano de obra, maquinaria entre otros.); debido a los nuevos paradigmas que se establece en la empresa CVG-ALUCASA, como es la de crear sistemas enfocados en procesos orientados a realizar lo correcto y al mejoramiento continuo, a través de la eficiencia de cada una de los elementos que constituyen el sistema de empresa, se plantea reducir el material reciclable que se ocasiona durante el proceso de producción.

El material reciclable está segmentado en dos grupos, como chatarra debido a la calidad y debido al proceso, el cual oscila en aproximadamente un 6% y 30% respectivamente.

El sistema de producción de CVG-ALUCASA se basa en cuatro etapas, las cuales son: colada, laminación gruesa, laminación fina, acabado y empaque presentándose gran cantidad de material reciclable.

En la primera etapa del proceso que es la colada encontramos que de allí se generan bobinas con dimensiones estándares (anchos 1570 y 1370, espesor de 6000 micras y un peso de hasta 8 ton) según las necesidades de



producción, las cuales serán trasladadas a las áreas de acuerdo a la ruta establecida para cada producto.

A medida que estas bobinas de aluminio van pasando por cada área del proceso, se genera un porcentaje de chatarras que son necesarios para asegurar una calidad en el material, como es el caso de eliminar las grietas que se originan en los bordes del aluminio a través de cortes que se producen en el laminador primario, niveladora de tensión, dobladora y separadoras.

Una vez que las bobinas llegan a la separadoras o cortadoras, se generan los patrones de cortes de esa bobina según las especificaciones del cliente; generalmente aquí se produce gran cantidad de chatarra (actualmente se maneja el 8% de las TM procesadas por estos equipos) debido a que, si por ejemplo llega una bobina a la separadora con un ancho de entrada de 1254mm destinado para el producto Techo y un cliente solicita ese mismo producto con un ancho de 1012mm, de esa bobina solo saldrá un rollo de 1012mm y sobrarán 242mm, con el cual el operario jugará para establecerlo como trimel (separación entre hojillas de corte y los bordes), estos 242mm restantes representan un 19.298% de desperdicios lo cual se le suma un 1% que se le añade por *punta y cola* .

La punta y la cola es un porcentaje de chatarra que se produce en cada bobina a enrollar y en la que se está desenrollando, es decir, cuando la bobina sale de la colada y pasa al laminador primario para reducir el espesor de 6000micras a 2880micras, la primera parte que se va a embobinar en otro core no alcanza el espesor establecido a reducir, debido a que el laminador se está estabilizando. Esa nueva bobina que sale con un espesor de 2880micras es nuevamente pasada por el mismo laminador para llevar ese

espesor a 1320mm, la primera parte “*Punta*” es desprendida para garantizar una mejor calidad del producto y la parte del embobinado anterior que no logró alcanzar el espesor establecido, ahora va a representar la “*cola*” de esta bobina, cantidad que no se utiliza; ambas partes desprendidas tanto *punta* como la *cola* representa cerca de 1% en los laminadores, el 2% en la dobladora, 2% en la separadora y 2% en la cortadora de la cantidad de toneladas de aluminio en cada rollo. Así ocurre cada vez que una bobina ingresa a cada uno de estos equipos.

En las figuras N° 2 y 3 se refleja la actividad por parte de los operadores a la hora de remover material reciclable considerado punta y cola.



Figura N°2. Material reciclable Considerado “punta”.



Figura N° 3. Material reciclable Considerado “cola”

El proceso de estabilización del equipo es relativamente rápido y consiste en la unión de los rodillos internos que posee el laminador para la reducción del espesor de las láminas de aluminio; y al momento de alcanzar



el laminador el espesor deseado, ya ha generado material fuera de especificaciones.

Ahora si un cliente pide el producto denominado Jumbo con ciertas características de las cuales el ancho de cada bobina es de 450mm; tenemos que la bobina que llega a la separadora es de ancho 1254mm, de los cuales saldrá solo dos rollos de ancho 450mm y restará 354mm, el cual el operario utilizará para dejarlo como bordes. En este caso podemos observar que la cantidad de chatarra producida es de un 28.22% añadiéndole el 1% de *punta y cola*. Se puede observar que la cantidad de chatarra es mucho mayor a la anterior, a pesar de que salen dos rollos de 450mm una vez que se haya dejado la distancia de corte de bordes que normalmente es de 10mm (esta distancia de borde puede ser mucho menor hasta de 6mm pero requiere de una mayor inspección a la hora de separar y cortar el producto); este rollo restante que se origina, en su mayoría es chatarra porque no existe otro cliente que pida este producto con las especificaciones que ya posee, y en su defecto si lo hay normalmente son anchos superiores al restante.

Ambos ejemplos pueden observarse en la tabla N° 1, la cual indica claramente el porcentaje de utilización que se le da a cada rollo una vez que ingresan a las separadoras.



## CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA



**TABLA N°1** : Material Reciclable Generado Por Los Productos Mas Demandados en el 2008

PRODUCTO	ANCHO	ESPESOR	TM_Despachadas	%Utilizacion	TM_Chatarra
Techo	927	0,028	916	73,92344498	238,861244
Techo	927	0,03	0,5	73,92344498	0,130382775
Techo	912	0,03	194,68	72,72727273	53,09454545
Techo	912	0,038	50,89	72,72727273	13,87909091
Techo	1012	0,038	44,23	80,70175439	8,535614035
Techo	1020	0,04	52,61	81,33971292	9,817177033
Techo	960	0,04	49,9	76,55502392	11,69904306
Techo	1010	0,04	121,19	80,54226475	23,58082935
JUMBO	290	0,011	257,5	92,50398724	19,30223285
JUMBO	294	0,011	297,73	93,77990431	18,51909091
JUMBO	295	0,011	19,03	94,09888357	1,122982456
JUMBO	296	0,011	115,43	94,41786284	6,443460925
JUMBO	300	0,011	1985,83	95,6937799	85,51421053
JUMBO	400	0,011	18,76	95,6937799	0,80784689
JUMBO	450	0,011	141,46	71,77033493	39,93368421
JUMBO	290	0,012	10,05	92,50398724	0,753349282
JUMBO	298	0,012	1,63	95,05582137	0,080590112
JUMBO	300	0,012	190,62	95,6937799	8,208516746
JUMBO	305	0,012	40,06	97,28867624	1,0861563
JUMBO	290	0,0127	36,94	92,50398724	2,769027113
JUMBO	300	0,0127	400,59	95,6937799	17,25028708
JUMBO	290	0,013	41,31	92,50398724	3,096602871
JUMBO	300	0,013	12,21	95,6937799	0,525789474
JUMBO	450	0,013	12,21	71,77033493	3,446842105
JUMBO	300	0,014	220,82	95,6937799	9,508995215
JUMBO	300	0,0145	16,32	95,6937799	0,70277512
JUMBO	290	0,016	37,74	92,50398724	2,828995215
JUMBO	300	0,016	239,41	95,6937799	10,30952153
JUMBO	396	0,017	53,55	94,73684211	2,818421053

FUENTE: Elaboración Propia.



**CONTINUACIÓN TABLA N° 1: Material Reciclable Generado Por Los Productos Más Demandados en el 2008**

PRODUCTO	ANCHO	ESPESOR	TM_Despachadas	%Utilizacion	TM_Chatarra
Convertidor	600	0,008	6,34	95,6937799	0,273014354
Convertidor	610	0,008	11,45	97,2886762	0,310446571
Convertidor	615	0,008	3,54	98,0861244	0,067751196
Convertidor	480	0,009	2,77	76,5550239	0,649425837
Convertidor	560	0,009	0,63	89,3141946	0,067320574
Convertidor	580	0,009	4,53	92,5039872	0,339569378
Convertidor	630	0,009	15,56	50,2392344	7,74277512
Convertidor	650	0,009	7,96	51,8341308	3,83400319
Convertidor	700	0,009	1,77	55,8213716	0,781961722
Convertidor	760	0,009	1,07	60,6060606	0,421515152
Convertidor	810	0,009	5,54	64,5933014	1,9615311
Convertidor	1020	0,009	5,16	81,3397129	0,962870813
Convertidor	1080	0,009	0,38	86,1244019	0,052727273
Convertidor	990	0,012	0,72	78,9473684	0,151578947
Convertidor	990	0,016	8,06	78,9473684	1,696842105
Convertidor	610	0,017	2,07	97,2886762	0,056124402
Convertidor	480	0,021	10,99	76,5550239	2,576602871
Convertidor	520	0,021	18,35	82,9346093	3,131499203
Convertidor	560	0,021	20,67	89,3141946	2,208755981
Convertidor	615	0,021	16,98	98,0861244	0,324976077
Convertidor	645	0,021	22,89	51,4354067	11,11643541
Convertidor	410	0,025	1,49	98,0861244	0,028516746
Convertidor	480	0,025	20,95	76,5550239	4,911722488
Convertidor	520	0,025	25,83	82,9346093	4,407990431
Convertidor	535	0,025	23,4	85,3269537	3,433492823
Convertidor	560	0,025	22,32	89,3141946	2,38507177
Convertidor	580	0,025	3,4	92,5039872	0,254864434
Convertidor	610	0,025	0,54	97,2886762	0,014641148
Convertidor	1030	0,025	0,61	82,1371611	0,108963317
Convertidor	560	0,03	25,66	89,3141946	2,741977671
Convertidor	600	0,03	17,03	95,6937799	0,733349282

FUENTE: Elaboración Propia.



En la tabla anterior se puede observar el porcentaje de utilización que se le da a los productos mas demandados una vez que entran a las separadoras. Se indica el ancho de entrada de la bobina y de acuerdo a los requerimientos del cliente (en cuanto a ancho) se elaboran los diferentes cortes que puedan salir, reflejando el porcentaje de utilización y las Toneladas métricas de chatarra que se produce con respecto a los trimel (distancia que existe entre cada corte y bordes) y los sobrantes que no alcanza obtener el ancho requerido en cada una de los rollos de aluminios que ingresan al equipo.

A partir de la situación planteada surge la siguiente interrogante:  
¿Cómo CVG\_ALUCASA puede mejorar o mantener la Planificación y Control de la Producción de manera tal que logre reducir la cantidad de material reciclable?



## *CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA*



---

### **I.2. FORMULACION DE OBJETIVOS**

#### **I.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Proponer mejoras en la empresa CVG-ALUCASA con el objeto de minimizar el material reciclable en el proceso de producción y cumplir con los compromisos internos enfocados al mejoramiento continuo.

#### **I.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Diagnosticar la situación actual en el área de laminación fina.
2. Analizar la situación actual en el área de laminación fina.
3. Proponer mejoras en el área de laminación fina.
4. Justificación de las propuestas de mejoras establecidas.



### I.3. JUSTIFICACIÓN

En el siglo XXI, el continuo desarrollo tecnológico y la creciente globalización de los mercados, obligan al sector productivo a reducir el tiempo de acceso al mercado y a incrementar continuamente la productividad, la calidad y flexibilidad.

Para empresas que elaboran productos de consumo masivo, la optimización de sus procesos es un estudio y evaluación del proceso de producción, donde se analizan las propuestas para mejorar la calidad, reducir costos y obtener una cadena de valor óptima.

La empresa CVG-ALUCASA, en la actualidad presenta un total de 36% de material reciclable en todo su proceso productivo, de los cuales el 6% lo representa los defectos de calidad y el otro 30% es representado por el scrap generado por el proceso; por tal motivo se ha considerado una necesidad la disminución del material reciclable total en toda la planta.

El departamento de calidad, plantea entre sus estrategias, la reducción del material reciclable en todo el proceso de producción; y se ha trazado como meta para este año disminuir de un 36% a un 33% el porcentaje de material reciclable, estableciendo para tal fin, un riguroso análisis y evaluaciones pertinentes que darían lugar a cambios que permitirán optimizar el proceso de producción, mejorando el rendimiento, la eficiencia y la productividad realizando operaciones y actividades eficaces en todo el proceso de producción.

De tal manera se contribuirá a la empresa a desarrollar oportunidades de ideas que permita la reducción del y mejor aprovechamiento del material



reciclable, además de estudiar la viabilidad y factibilidad de las alternativas de mejoras propuestas. Finalmente se busca poner en práctica los conocimientos adquiridos en cuanto a evaluación técnica y mejoramiento de procesos de producción.

#### **I.4. ALCANCE Y LIMITACIONES**

El estudio se realizará en la empresa CVG\_ALUCASA, específicamente en el área de laminación fina y va dirigido al departamento de Planificación y control de la Producción y al Departamento de Ingeniería Industrial.

En el área de laminación fina los equipos que allí se encuentran, generan un porcentaje elevado de chatarra producto de punta y cola; en cada uno de ellos se determinará la cantidad de material reciclable que se origina a través de esta causa y se comparará con los estándares que maneja el Departamento de Ingeniería Industrial.

ALUCASA genera diversos productos con diferentes anchos y espesores, además de presentar una estructura de proceso continuo lo que dificulta un estudio de aprovechamiento del excedente de corte en todos los productos; por tal razón este trabajo de investigación se enfocará en el producto Techo, el cuales representa un 12% de las ventas y son los que generan mayor excedentes de cortes considerados chatarras.



La optimización del proceso de producción y por ende la disminución del material reciclable se encuentra dentro de la planificación estratégica de la empresa, las propuestas de mejoras, sólo alcanzarán la etapa de planificación, de modo que la implementación de la misma es decisión de la empresa.



## I.5. ANTECEDENTES

En la realización y presentación de esta investigación se han tomado como referencia los siguientes trabajos realizados:

- Castro (2003), Con el objetivo de caracterizar físico-químicamente los residuos industriales líquidos de la industria Cervecería Valdivia, en su estudio elaboró un diagrama de flujo de la elaboración de cerveza, seguido por la empresa Cervecería Valdivia, resaltando aquellas etapas donde se genera algún tipo de residuo, previa selección de los puntos de muestreo, procedió a la toma de las muestras para su respectivos análisis. Su aporte a esta investigación se enfoca a la manera cómo ataca el muestreo de los posibles equipos que arrojen desperdicio y las variables que considera a la hora de realizar el análisis.
- Silva (2005), el desarrollo de este trabajo se hace bajo el esquema Seis Sigma en el contexto DMAIC (definir, medir, analizar, implementar y controlar). Aplica herramientas ESIDE\_10 (Eliminación Sistemática del Desperdicio en 10 Pasos), Tormentas de Ideas, Diagrama de Pareto, Diagrama de flujos y Diagrama Causa-Efecto; con el propósito de conocer el nivel de variación, detectar rápidamente problemas en producción, como cuellos de botellas, productos defectuosos, pérdidas de tiempo y etapas críticas. Logrando la etapa de caracterización de un proyecto Seis Sigma dando una descripción además de las etapas de cierre de dicho proyecto y presentando el impacto económico que tiene para la empresa implantar las mejoras



propuestas. Aportando la puesta en práctica de herramientas útiles que conllevan al afloro del origen del material reciclable y el deslumbramiento de ideas para la propuesta de mejoras.

- López y Vilacha (2004); en su estudio buscan aumentar la calidad y la productividad de una ensambladora de autobuses (ENCAVA C.A.); en sus comienzos conocen el proceso y buscan identificar las operaciones críticas, cuellos de botellas, para esto, realizaron un muestreo de trabajo durante un mes de producción y observaron los defectos de mayor aparición en las piezas, analizan los defectos y realizan Diagramas Causa –Efecto de cada defecto, posteriormente proponen mejoras que de implementarse disminuyen en un 90% la aparición de los defectos. Procedimientos y herramientas puestas en práctica en esta investigación.
- Ávila y Vázquez (2005); proponen mejoras en las áreas de fundición y mecanizado en la empresa RUALCA C.A., que contribuyen a la disminución de los tiempos de producción, mejorar la calidad de los productos, disminuir el esfuerzo físico que emplean los operarios y ofrecer un mejor ambiente de trabajo. Ellos para generar propuestas usan tormenta de ideas en la cual se idearon una serie de alternativas para solucionar la situación, herramienta considerada en este trabajo de investigación para la generación de propuestas.
- López y Orta (1999); en su estudio, consideran importante la búsqueda de las causas evidentes así como de las no evidentes que influyen en la improductividad del área de conversión en una industria papelera, buscando disminuir y controlar el desperdicio. Hacen un



estudio detallado de las causas empleando el Diagrama Causa-Efecto, Diagrama de Pareto, herramientas importantes y puestas en práctica en esta investigación.

## **I.6. BASES TEÓRICAS**

### ***I.6.1. Aplicación del Análisis de la Operación Como Parte de la Ingeniería de Métodos.***

Burgos (1995), señala que “Es un procedimiento empleado por el Ingeniero de Métodos para investigar las actividades que agregan y las que no agregan valor a una tarea, con la finalidad de tratar de eliminar o reducir al mínimo aquellas que no agregan valor y mejorar aquellas que lo agregan; buscando la eliminación de todas forma de desperdicios” (pág. 53).

La aplicación de las distintas herramientas que proporciona la Ingeniería de Métodos, permite a través de estudios optimizar los recursos de cualquier operación, analizando (dependiendo la importancia que tenga el trabajo a estudiar) primordialmente su proceso, luego las operaciones para proseguir con el estudio de movimiento, lo cual facilita escoger los movimientos físicos más adecuados, identificar los desperdicios presentes en cada operación, las herramientas y los dispositivos para realizar cada actividad según lo amerite, de esta manera lograr un sistema eficiente y por ende aumentar la productividad.

Para la aplicación del Análisis de la Operación, el primer paso es recabar toda la información concerniente al trabajo: volumen de producción esperado, posibilidad de repetir la orden, duración del trabajo, posibilidades



de cambio de diseño y contenido de trabajo, para determinar cuánto tiempo y esfuerzo debería emplearse para hacer el estudio.

Posteriormente se procede a aplicar a cada una de las actividades del proceso, en lo posible, los diez Criterios del Análisis de la Operación:

1. Propósito de la Operación.
2. Diseño de las Partes.
3. Tolerancia y Especificaciones.
4. Materiales.
5. Proceso de Manufactura.
6. Equipos, Herramientas y Tiempo de Preparación.
7. Condiciones de Trabajo.
8. Manejo de Materiales.
9. Distribución en Planta.
10. Principios de Economías de Movimientos.

### ***1.6.2. Aplicación de los Pasos para Realizar un Estudio de Muestreo de Trabajo.***

Burgos (1995), señala que “Es una técnica en la cual se realiza un gran número de observaciones a un grupo de máquinas, procesos u operarios durante un período de tiempo. Cada observación registra lo que está ocurriendo en ese instante, y el porcentaje de observaciones registradas para una actividad particular o demora es una medida del porcentaje de tiempo durante el cual esa actividad o demora ocurren” (pág. 233).



El Muestreo de Trabajo no representa un fin por sí mismo; es solamente una técnica que nos permitirá lograr ciertas conclusiones. Si la misma resulta ser la más adecuada para medir el trabajo propuesto, deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Definir el Problema; es importante especificar claramente los objetivos del estudio.
2. Obtener la Aprobación del Supervisor del Departamento en donde se va a realizar el Estudio.
3. Establecer el Nivel de Confianza deseado y la Precisión que deberán tener los resultados finales.
4. Hacer una estimación preliminar del porcentaje de ocurrencia del evento que se va a medir.
5. Diseñar el Estudio.
6. Hacer las observaciones de acuerdo con el plan y el programa y resumir los datos.

### **1.6.3. Diagrama Causa –Efecto:**

Un diagrama causa – efecto es una representación grafica de varios elementos (causas) de un sistema que puede contribuir a un problema (efecto). Es una herramienta que permite identificar, clasificar y organizar las posibles causas de un problema. Se utiliza en las fases de diagnostico con el fin de identificar las posibles causas de un problema específico. Este tipo de diagrama permite que los grupos de trabajo organicen gran cantidad de información sobre el problema y determinen exactamente las posibles causas debido a que hace posible reunir diversas ideas para su estudio desde diferentes puntos de vista.



El diagrama causa – efecto también pueden ser usados para el análisis de un evento exitoso con el fin producir una lista de cosas para hacer e incluir en cualquier otro evento.

#### **I.6.3.1.Ventajas del Diagrama Causa-Efecto:**

- 1 Ayuda a determinar las causas principales de un problema o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- 2 Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene del proceso.
- 3 Incrementa el grado de conocimiento sobre el proceso, ya que permite visualizar con claridad las relaciones existentes entre los efectos y sus causas.
- 4 Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.
- 5 Cuando se esta realizando un control de calidad a un producto, los Diagramas de Causa – Efecto sirven para identificar las causas que originan problemas de calidad en el producto.



#### **I.6.4. Sistema de mejora continua: Kaizen**

Kaizen es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva.

El sistema al cual hacemos referencia se denomina kaizen, lo cual significa “mejora continua que involucra a todos”.

Es pues un sistema integral y sistémico destinado a mejorar tanto a las empresas, como a los procesos y actividades que las conforman, y a los individuos que son los que las hacen realidad. El objetivo primero y fundamental es mejorar para dar al cliente o consumidor el mayor valor agregado, mediante una mejora continua y sistemática de la calidad, los costes, los tiempos de respuestas, la variedad, y mayores niveles de satisfacción.

Entre características específicas del Kaizen tenemos:

- Trata de involucrar a los empleados a través de las sugerencias. El objetivo es que los trabajadores utilicen tanto sus cerebros como sus manos.
- Cada uno de nosotros tiene sólo una parte de la información o la experiencia necesaria para cumplir con su tarea. Dado este hecho, cada vez tiene más importancia la red de trabajo. La inteligencia social tiene una importancia inmensa para triunfar en un mundo donde el trabajo se hace en equipo.



- Genera el pensamiento orientado al proceso, ya que los procesos deben ser mejorados antes de que se obtengan resultados mejorados.
- Kaizen no requiere necesariamente de técnicas sofisticadas o tecnologías avanzadas. Para implantarlo sólo se necesitan técnicas sencillas como las siete herramientas del control de calidad.
- La resolución de problemas apunta a la causa-raíz y no a los síntomas o causas más visibles.
- Construir la calidad en el producto, desarrollando y diseñando productos que satisfagan las necesidades del cliente.
- En el enfoque Kaizen se trata de “Entrada al mercado” en oposición a “Salida del producto”.



## I.7. MARCO METODOLÓGICO

El grado de profundidad que aborda el estudio se sustenta bajo las investigaciones de tipo factible, ya que se realizaron propuestas con miras a ser implantadas por la empresa, a través del cumplimiento de los objetivos planeados; e investigaciones Descriptivas y de Campo. Al respecto la Universidad Experimental Libertador (1998) manifiesta que “El proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. La propuesta debe tener apoyo, bien sea en una investigación de tipo documental y debe referirse a la formulación de políticas, programas, métodos y procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.

### I.7.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la obtención de la información se utilizaron dos fuentes:

- Primaria, basadas en las técnicas de observación directa simple del sistema en estudio y encuestas dirigidas al personal que labora en las distintas áreas de la planta, a través de entrevistas con la finalidad de percibir el enfoque, orientación, desarrollo, oportunidades e inquietudes del mismo hacia su labor.
- Secundaria, basadas en registros y datos históricos tomados y procesados por la empresa.



## **I.7.2. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

La información recopilada que sirvió para el desarrollo de la investigación fué sometida a metodologías y técnicas de análisis, que comprimirá los datos en tablas, diagramas, cuadros, gráficos, entre otros, teniendo de ellos un registro y clasificación útil que ayudó en la toma de decisiones para la reducción del material reciclable en el proceso de producción de la empresa CVG\_ALUCASA.

## **I.8. FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

En lo referente al diseño de la investigación se desglosaron en 4 Fases, en las cuales se observaron el desarrollo del estudio antes mencionado de las fuentes técnicas de recolección de la información.

FASE I: Diagnosticar la Situación Actual.

- Análisis de las fuentes primarias y secundarias.
- Revisión de las técnicas de procesamiento y análisis de la información.
- Recopilación de reseña histórica y estructura organizacional.
- Mapeo del proceso.
- Lista de equipos y herramientas necesarios.
- Definición de las variables involucradas en el estudio.
- Descripción del proceso de laminación.
- Descripción del área de trabajo.
- Descripción de la situación actual de los equipos.
- Análisis de los equipos involucrados.



---

FASE II: Análisis Crítico de la Situación Actual.

- Aplicación de los criterios del análisis de la operación.

FASE III: Propuestas de Mejoras.

FASE IV: Justificación de las Mejoras Planteadas.

FASE V: Conclusiones y recomendaciones.



---

# **CAPÍTULO I**

## **LA EMPRESA**

### **I.1. UBICACIÓN DE LA EMPRESA**

CVG Aluminio de Carabobo, S.A. (CVG ALUCASA), se encuentra ubicada en la Urbanización Industrial Caribe, Carretera Nacional Guacara–San Joaquín, Guacara, Estado Carabobo, a diecinueve kilómetros aproximadamente de Valencia Estado Carabobo.

### **I.2. RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA**

CVG Aluminio de Carabobo, S.A. (ALUCASA)

### **I.3. RESEÑA HISTÓRICA**

Las instalaciones que actualmente pertenecen a la empresa datan del año 1967, con las actividades productivas de Aluminio del Caroní, S.A (ALCASA), bajo un control operativo de Aluminio Reynolds de Venezuela, en un terreno de 13.764 m<sup>2</sup>.

Estas operaciones no eran más que la continuación de trabajo que realizaba la empresa Aluminios Nacionales, S.A (ALNASA) en la Ciudad de Maracaibo Estado Zulia, la cual fue adquirida por Aluminio Reynolds de Venezuela, en fecha previa a 1967. En aquella época la planta contaba con 42 trabajadores produciendo 1.000 Toneladas de Foil o Papel de aluminio



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



---

anualmente. En el año 1973 se lleva a cabo la Nacionalización de la Industria del Aluminio en Venezuela pasando a manos de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG). Posteriormente, en 1980, se efectúa un proceso de reorganización mediante el cual la Planta se convirtió en la División de Laminación Guacara, de la casa matriz CVG- ALCASA.

Finalmente, el 29 de Diciembre de 1993 se cerró una operación mediante la cual se capitalizó una deuda de la CVG-ALCASA con un total de 16 entidades financieras, dando origen a una nueva compañía denominada Aluminio de Carabobo, S.A (ALUCASA), conformada con los activos de la División de Laminación Guacara.

Para ello, los bancos en cuestión constituyeron una empresa denominada Tenedora Aluholding, C.A, la cual mantiene la propiedad de 51% de las acciones de ALUCASA, mientras que el 49% restante pertenece al Fondo de Inversiones de Venezuela (FIV) y/o CVG-ALCASA.

En el año 2004, la empresa pasó a ser tutelada de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG).

CVG ALUCASA es una empresa líder en producción de láminas y foil de aluminio, con un alto valor agregado nacional, con excelencia en la calidad de sus productos y con la prestación de un servicio rápido y oportuno, razones que constituyen la clave para satisfacer a sus clientes en Venezuela y el resto del mundo. Para mantener este liderazgo, sus trabajadores y directivos, no descansan en la búsqueda de la excelencia de los procesos y de sus métodos de trabajo.



---

#### **I.4. MISIÓN**

Empresa básica, dedicada a la fabricación y comercialización de productos laminados de aluminio de bajo espesor con alto valor agregado, teniendo como principios la calidad de nuestros productos, la satisfacción de nuestros clientes nacionales e internacionales, y brindar bienestar social para una alta calidad de vida de nuestros trabajadores y la comunidad, apoyados en un recurso humano altamente competente, orientados a la excelencia, al mejoramiento continuo y la innovación constante de nuestros procesos y productos con la participación de todos los trabajadores.

#### **I.5. VISIÓN**

Ser reconocida nacional e internacionalmente como la empresa básica líder promotora y desarrolladora de empresas de producción social; de más alto desempeño del sector transformador nacional, con productos laminados de aluminio de alto valor agregado y excelente calidad, que satisface las necesidades de sus clientes y contribuye al desarrollo social, para generar bienestar y garantizar una alta calidad de vida de sus trabajadores y la comunidad, siguiendo los lineamientos del Estado Venezolano.

#### **I.6. VALORES:**

- Honestidad
- Respeto
- responsabilidad
- Participación
- Responsabilidad social responsabilidad social
- Equidad



- Innovación y creatividad

### **I.7. POLÍTICA DE CALIDAD**

En Alucasa, empresa dedicada a la manufactura y comercialización de laminados de Aluminio de bajo espesor, garantizamos la satisfacción de nuestros clientes mediante la entrega oportuna de los productos, en términos de cantidad, tiempo y calidad, a través del mejoramiento continuo del sistema de gestión de la calidad, teniendo como base un capital humano competente.

### **I.8. OBJETIVOS DE LA CALIDAD**

- Mantener y mejorar el nivel de satisfacción de nuestros clientes.
- Realizar nuestras entregas a tiempo, en cantidad y con la calidad requerida.
- Mantener y mejorar un Sistema de Gestión de la Calidad bajo los requisitos de la norma ISO 9001:2000.
- Asegurar la competencia de nuestro capital humano.

### **I.9. CERTIFICACIÓN ISO**

CVG Alucasa obtuvo su primera certificación de calidad en el Año 2004; Posteriormente en el mes de Abril 2004 se obtuvo la certificación ISO 9001:2000, la cual se encuentra vigente hasta el momento.

A partir del mes de Octubre del 2005 la empresa empezó a realizar actividades es miras a la certificación ambiental ISO 14.001:2004, la cual tiene como objetivo la mejora continua en el impacto medioambiental de las empresas.



## **I.10. RETO ALUCASA**

Convertirnos en el proveedor exclusivo de Foil de aluminio de bajo micraje en el mercado Nacional. Logrando que el Capital Humano actúe, sienta y modele, los estándares de confianza requeridos por nuestros socios de negocios, en un período de dos años.(2004).

## **I.11. OBJETIVOS DE LA EMPRESA**

- Alcanzar un nivel óptimo de producción, respondiendo a las exigencias del mercado en cuanto a calidad, volumen y oportunidades asegurando las mejores condiciones de productividad y rentabilidad.
- Optimizar las ventas de la empresa para cumplir oportunamente los requerimientos y necesidades del mercado, prestando a los clientes un servicio confiable, de buena calidad y de precios competitivos.
- Alcanzar el desarrollo del proceso tecnológico del aluminio de tal manera que permita satisfacer las exigencias de la empresa.
- Establecer y mantener una estructura financiera equilibrada para la empresa.
- Optimizar la administración de la empresa para lograr la mayor eficiencia.
- Asegurar la disponibilidad, desarrollo y efectiva utilización de los recursos humanos en la empresa.



- 
- Ser una empresa efectiva, eficiente y socialmente responsable y proyectar una imagen como tal.

## I.12. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA

Aluminio de Carabobo, S.A presenta una estructura organizativa descrita en el Gráfico N°1, integrado por un staff de 450 personas altamente capacitadas en el marco del mejoramiento continuo y la sana competencia, siempre firmes en el cumplimiento de sus políticas de calidad. Es una estructura donde existe una definición clara de las responsabilidades de cada nivel organizacional en la búsqueda de niveles competitivos que les aseguren un lugar en el mercado de laminados de aluminio.

Aún y cuando presenta una estructura piramidal, todos, desde el nivel organizacional más bajo constituido por los operarios, hasta la alta gerencia mantiene una relación constante basada en la búsqueda de alcanzar las metas y objetivos de la empresa. El alucasio, comprometido con los valores de la organización tiene la oportunidad de participar de manera indirecta, a través de sus Jefes, en las decisiones y cambios que se generen en la empresa.

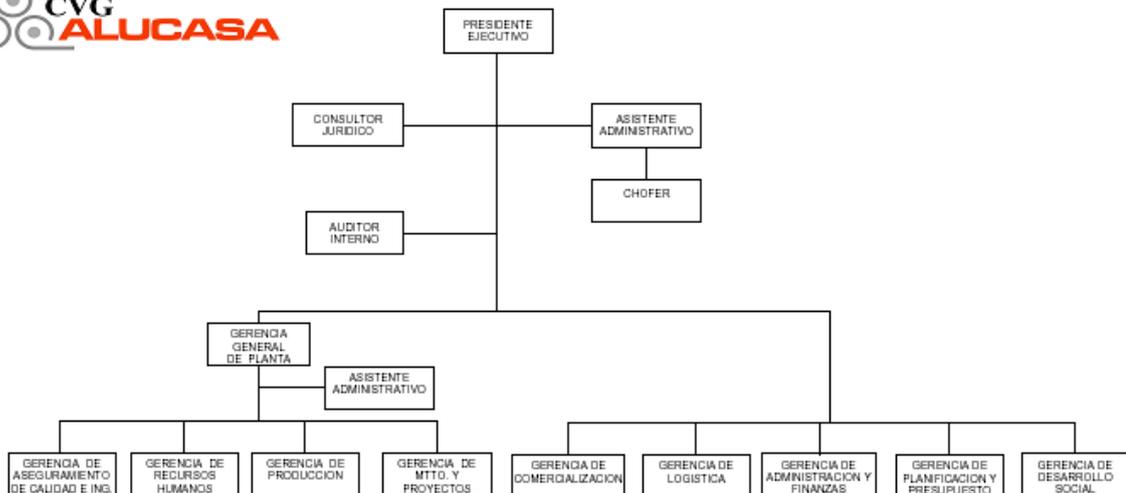


Diagrama I-1. Organigrama General de CVG Aluminio de Carabobo, S.A (ALUCASA). Tomado del Manual de Normas y Procedimientos, Gerencia de Administración y Finanzas 2.005 de ALUCASA. Carabobo.

### I.13. DESCRIPCIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS

a) Presidencia. Planificar, dirigir y controlar la gestión Administrativa y Operativa de la Empresa, formulando los indicadores necesarios a fin de garantizar el cumplimiento de los resultados esperados y establecidos en los planes y programas presentados a la Junta Directiva de ALUCASA.

Funciones:

- Presentar mensualmente ante la junta directiva los resultados operativos y financieros de la empresa con el fin de dar a conocer el balance general de la misma.



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



- 
- Fijar lineamientos a seguir a cada una de las gerencias, con el fin de garantizar el cumplimiento de las decisiones tomadas.
  - Autorizar la venta de productos que elabora la empresa fijando sus precios, términos y condiciones.
  - Orientar la planificación estratégica de cada una de las gerencias, que conforman la estructura organizativa de la empresa, con el fin de garantizar el cumplimiento de los programas.

b) Gerencia de Producción. Planificar, dirigir y controlar el cumplimiento eficiente de las actividades productivas, conducentes a obtener la producción y transformación de productos laminados, así como también apoyar en el desarrollo de nuevos productos, con el fin de garantizar y responder a la demanda del mercado, en función a la capacidad de planta, dentro de los parámetros de costos, calidad y volúmenes de producción determinados por la Presidencia Ejecutiva según Plan Operativo aprobado en la Empresa.

Funciones:

- Dirigir, coordinar y controlar el desarrollo de la producción anual y mensual de la planta en función de las pautas fijadas por presidencia.
- Dirigir, coordinar y controlar la ejecución de las diferentes fases del proceso de Laminación, Acabado y Empaque a fin de garantizar los niveles de Producción, estándares de Calidad y costos previstos.
- Coordinar y dirigir la gestión de Ingeniería Industrial y Proceso, a fin de mantener parámetros de medición que permitan optimizar el proceso productivo.



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



---

c) Gerencia de Comercialización. Dirigir, planificar y controlar la gestión de ventas, mercadeo y despacho de los productos industriales y de consumo masivo, con el fin de asegurar la consecución de las políticas de comercialización, en función a los lineamientos emanados por la Presidencia Ejecutiva.

Funciones:

- Dirigir y controlar la gestión comercial, orientada a la satisfacción de las políticas de ventas, distribución, despacho y servicio al cliente con el fin de lograr la mayor rentabilidad, además una mayor competitividad en los mercados nacionales e internacionales.
- Dirigir y controlar los programas de tráfico y despacho de los productos con el objeto de garantizar el sentido de oportunidad en la entrega de productos a los clientes.
- Coordinar la evaluación del comportamiento del mercado del Aluminio a nivel nacional e internacional, a fin de definir nuevas políticas comerciales que generen mejores niveles de rentabilidad y mayor competitividad para la empresa.

d) Gerencia de Aseguramiento de calidad e Ingeniería. Planificar, organizar, controlar y hacer seguimiento a los aspectos técnicos asociados a la producción, atención al cliente y el desarrollo de nuevos productos, de acuerdo con los lineamientos del Presidente Ejecutivo.



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



Funciones:

- Planificar, organizar y hacer seguimiento a los procesos de producción y estándares de fabricación de productos.
- Dirigir, coordinar y participar en la definición de estándares de calidad de producto y de proceso, a fin de verificar su cumplimiento, certificando la calidad ante el cliente.
- Planificar, organizar y controlar el desarrollo de nuevos productos y procesos.

e) Gerencia de Administración y Finanzas. Dirigir, coordinar y controlar la función de administración y finanzas, logística, compras y almacén a fin de asegurar la disponibilidad y óptima utilización de los recursos financieros de la Empresa y garantizar el oportuno soporte a las operaciones de acuerdo con los lineamientos de la Presidencia Ejecutiva.

Funciones:

- Dirigir, coordinar y controlar la gestión de Tesorería, a fin de asegurar los recursos financieros necesarios para la continuidad operativa de la empresa.
- Dirigir, coordinar y supervisar la gestión de la Contabilidad General, a fin de asegurar la oportunidad y veracidad del registro de las operaciones.
- Dirigir y controlar la contabilidad de costo y presupuesto, a fin de asegurar la disponibilidad de información veraz y oportuna, sobre los costos para el apoyo en la toma de decisiones.



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



---

f) Gerencia de Recursos Humanos. Dirigir, coordinar y controlar las funciones de Recursos Humanos, Relaciones Industriales y Seguridad de Planta, a fin de asegurar la captación, desarrollo y motivación del personal requerido para el logro de los objetivos de la Empresa, en un medio de trabajo seguro, de acuerdo a los lineamientos emanados de la Presidencia Ejecutiva.

Funciones:

- Desarrollar, proponer, dirigir y controlar la implantación de políticas de Recursos Humanos.
- Coordinar y controlar la gestión de Recursos Humanos, a fin de asegurar el cumplimiento de las normas y procedimientos.
- Dirigir y coordinar programas de capacitación orientados hacia el mejoramiento personal.

h) Gerencia de Mantenimiento y Proyectos. Planificar, organizar, controlar y hacer seguimiento al mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de la planta mediante la administración de los recursos materiales y humanos que se utilicen en la ejecución del mantenimiento y los servicios industriales, a fin de conservar las instalaciones y equipos productivos en óptimas condiciones, garantizando su mayor disponibilidad, confiabilidad, operatividad y seguridad.

Funciones:

- Asegurar la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo en las instalaciones y equipos de producción y/o servicio a fin de garantizar su operatividad.



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



- Establecer planes y programas de mantenimiento aplicados en las superintendencias bajo su supervisión y velar por la ejecución de los mismos.
- Asegurar la prestación de servicios de electricidad, agua, gas, aire comprimido, etc., a los equipos e instalaciones, a objeto de permitir el normal desarrollo de las actividades de la planta.

i) Gerencia de Desarrollo social: Fortalecer y construir alianzas entre las Empresas Básicas de la C.V.G, Gobiernos Locales, Regionales y Nacional a través de sus instituciones para dar sustento a las políticas sociales, integrales necesarias, que permitan promover la mayor participación y corresponsabilidad entre todas las personas que integran tanto a nuestra empresa como a la comunidad.

Funciones:

- Desarrollar proyectos dirigidos a la comunidad con el objetivo principal de establecer nexos Alucasa – comunidad para el logro de beneficios de ambas partes

j) Gerencia de Planificación y presupuesto: Formular el presupuesto de cada año en escala y controlar partidas de gastos establecidas en dicho presupuesto y por todas la áreas de la planta. El Departamento de Presupuesto, por ser fundado recientemente, no cuenta con una descripción de sus características y funciones en el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa; por ésta razón se decidió tomar por parte de Ingeniería Industrial



(para efectos de éste Trabajo de Investigación) la breve descripción descrita con anterioridad.

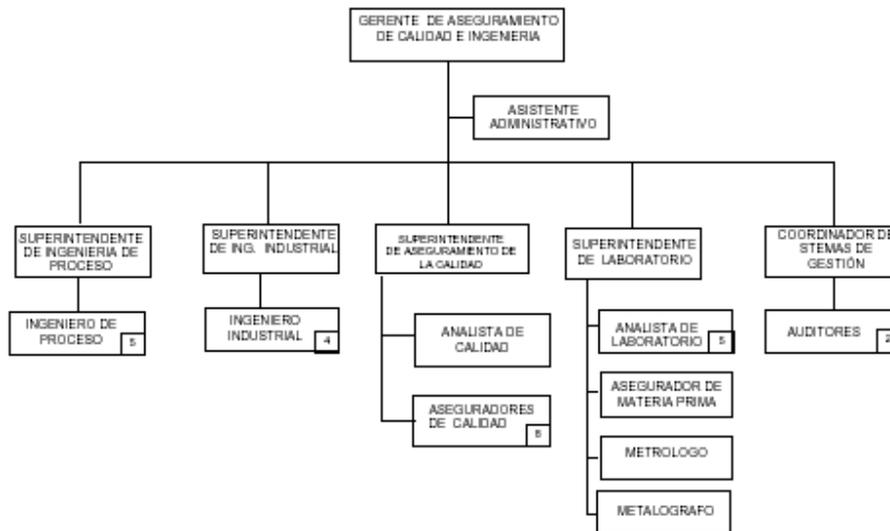


Diagrama I-II. Organigrama de la Gerencia de Ingeniería de CVG Aluminio de Carabobo, S.A (ALUCASA). Fuente: Sistema de Gestión de la Calidad

### Departamento de Ingeniería Industrial

**Misión:** Apoyar los procesos medulares de CVG Alucasa, manteniendo un enfoque hacia la optimización del uso de los recursos y gestión de procesos mediante la implementación de mejoras, estándares, métodos, indicadores y controles, orientando a la organización hacia la mejora continua según los lineamientos del sistema de gestión de la Calidad.

**Visión:** Ser reconocidos como una unidad de apoyo altamente competente, líder en la mejora continua de los procesos, evidenciando la satisfacción de nuestros clientes y orientados de forma permanente a incrementar los niveles



---

de calidad y productividad de CVG Alucasa; donde el enfoque de excelencia abarque todo el contexto de nuestra Organización.

**Objetivos:**

- Impulsar la mejora continua de la calidad y productividad, mediante la eliminación o reducción de desperdicios y mejor utilización de recursos.
- Establecer y evaluar herramientas de control de gestión tales como estándares e indicadores generando las alertas en caso de incumplimiento.
- Establecer los métodos de trabajo que maximicen el aprovechamiento de mano de obra, equipo, facilidades y ofrecer servicios oportunos y de calidad las áreas que lo requieran.

**I.14. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

El proceso de producción en CVG ALUCASA, ilustrado en el gráfico I-III, se inicia en los hornos de fusión, donde el Aluminio Primario en Lingote, los elementos Aleantes y el Aluminio Secundario recuperado en planta, son fundidos dándole la composición química según la aleación requerida. El metal líquido fundido en los Hornos de Fusión, es trasvasado a los hornos de retención, con el objetivo de estabilizar la temperatura del metal fundido.

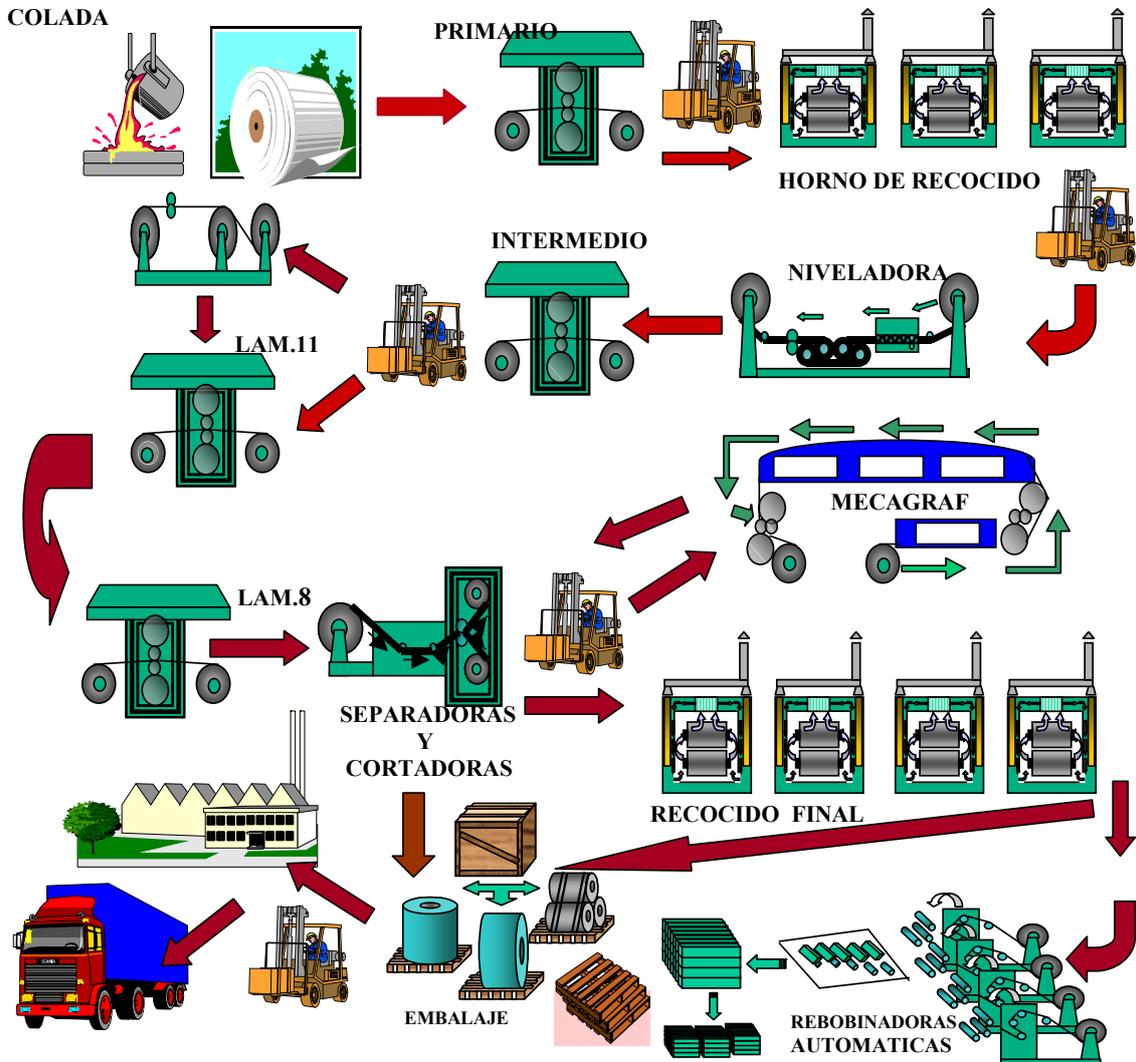


Figura N°1. Proceso de Elaboración de Laminados de Aluminio CVG Aluminio de Carabobo, S.A (ALUCASA). Tomado del Departamento de Ingeniería Industrial 2.005 de CVG ALUCASA. Carabobo.

Debido a que el aluminio viene con partículas sólidas y gases disueltos (básicamente Hidrógeno), debe ser pasado a través de unos filtros, donde



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



---

por la inyección de gas Argón dentro del metal, al desgasificarse hace que floten las impurezas y que puedan ser extraídas por un filtro mecánico.

El metal líquido filtrado, es trasvasado desde los filtros, hasta las unidades de Colada Continua, ahí es inyectado por medio de boquillas a unos rodillos internamente enfriados por agua, donde ocurre la solidificación homogénea del material, formándose una banda continua de aluminio del ancho determinado por las boquillas y de un espesor aproximado de 6 mm. Esta banda de aluminio se enrolla automáticamente sobre un mandril formando rollos de hasta 8 toneladas según las necesidades de producción.

Las bandas de aluminio una vez enrolladas y enfriadas, pasan luego a alimentar al Laminador Primario, en el cual mediante varios pases de laminación en frío se reduce el espesor del material según las exigencias de los clientes (desde 6 mm hasta 0.18 mm), luego es llevado a los Hornos de Recocido Intermedio.

Durante la laminación el metal cambia sus propiedades mecánicas, por esta razón, los rollos de aluminio laminado, son introducidos en los Hornos de Recocido Intermedio, para que recupere sus propiedades mecánicas y se pueda continuar con el proceso de la Laminación. Después de estos procesos de Laminación y Recocido, los rollos de aluminio son pasados por la Niveladora de Tensión, donde se realiza un nivelado de la lámina y un corte de bordes. Hasta esta fase del proceso, se obtienen productos terminados (láminas) para ser enviados a la línea de empaque, y productos semielaborados.

En el Laminador Intermedio, al igual que en el Laminador Primario, se continúa reduciendo el espesor del material por medio de varios pases de



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



---

laminación en frío, hasta llegar a espesores que oscilan entre (0,250 y 0,060 mm.), de aquí los rollos son enviados a la Dobladora.

La Dobladora es un equipo cuya función es el de tomar dos rollos de aluminio y enrollarlos en uno solo, creando de esta manera un rollo con dos bandas de aluminio, este proceso tiene la finalidad de dar diferente acabado al material cuando sea procesado por los laminadores de foil, quedando las caras de las bandas de aluminio que entran en contacto con los rodillos de laminación con un acabado brillante, mientras que las caras internas presentaran un acabado mate.

Los Laminadores de foil (8 y 11), reducen el espesor de rollos doblados en rangos que van desde 0.040 mm hasta 0.008 mm. La producción por hora, depende de la velocidad aplicada a los rollos y de las exigencias de espesor de los clientes.

De los Laminadores de foil, el material pasa a las Separadoras, donde el rollo es separado y rebobinado, efectuándose los cortes en los anchos comerciales requeridos. La etapa de separación la realiza la Separadora Cuatro, Cinco y Seis.

De las Separadoras, los rollos pasan a los Hornos de Recocido Final, donde el material se hornea para eliminar el aceite de laminación y componentes químicos, adicionalmente ajusta las propiedades mecánicas, dándole el temple, dureza y elasticidad requerida por los clientes. Al finalizar este proceso, se obtienen productos terminados (Jumbo - Convertidor - Techo Liso Natural) que serán enviados a las líneas de empaque, y productos semielaborados (Foil de uso Domestico - Techos liso para ser



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



---

laqueado y/o gofrado - Semirígido - Fin Stock - Membrana), que continuarán su proceso en el área de acabado.

El foil de uso doméstico, es procesado en las Líneas Automáticas, aquí es enrollado en cores de cartón a los largos requeridos y empaçado en los estuches que identifican el producto para el mercado. Luego se empaça en presentaciones de 6, 12, 24 o 50 estuches.

Coloreadoras, en este equipo se realiza un proceso de Laqueado y aplicación de lubricante, a los productos láminas para techo, Membranas y Semirígido. Aquí obtenemos productos terminados (Techo Liso Laqueado) para ser enviados a la Línea de Empaque, y Semielaborados (Techos coloreados para ser procesados en las gofradoras, Semirígido y Membranas para ser procesados en las Cortadoras).

Las cortadoras, son equipos donde se corta el Semirígido y la Membrana a los anchos exigidos por los Clientes, de aquí pasan a la LÍNEA DE EMPAQUE.

Las Gofradoras, son equipos que dan un acabado rugoso al Techo Natural o Laqueado, aquí son empaçados ya como producto terminado.

Línea de Empaque, en esta área se embalan los productos terminados, este embalaje puede ser en cajones de madera o cartón dependiendo de las condiciones especiales de manejo del material.

Por otra parte los modernos procesos y maquinarias con los que cuenta ALUCASA ofrecen productos laminados de aluminio de bajo espesor, utilizados en otras industrias como materia prima, tales como:



- Industria de Alimentos.
- Industria Automotriz.
- Industria Refrigeración.
- Industria Construcción.
- Industria del Empaque y Uso Doméstico.

En el área de productos de consumo masivo ALUCASA mantiene un 95% de participación del mercado nacional y en el área de refrigeración doméstica y automotriz cubre la demanda local en su totalidad. Un 50% de la producción de foil y láminas son destinados a la exportación para los mercados de Estados Unidos, México, el Caribe, América del Sur y la Comunidad Europea con el propósito de expandir aun más su mercado y satisfacer a todos los clientes con productos de calidad en un constante empeño por proyectar la empresa hacia el futuro. La estratégica posición geográfica de Venezuela ofrece las condiciones para una variada y dinámica comercialización con todos los países del mundo.

Aluminios de Carabobo, S.A (ALUCASA) es la primera y única empresa venezolana que ofrece productos laminados y de foil de aluminio para consumo masivo e industrial, a nivel nacional e internacional.

### **I.15. PRODUCTOS ELABORADOS POR CVG ALUCASA**

Convertidor: hoja delgada de aleación de aluminio, suministrada en cintas o rollos embobinada en tubos de aluminio, la cual es utilizada como componente de laminado sobre papel, polietileno, etc., y que luego es impreso y utilizado como material de empaque.



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



---

Doméstico: foil de aluminio, enrollada en tubos generalmente de cartón, cuyo uso es para fines domésticos (envoltura de alimentos en congeladores, neveras, alimentos que han de ser preparados al horno, protección de hornillas de cocinas, etc.).

Jumbo: hoja delgada de aluminio, utilizada con fines domésticos pero despachados en rollos de tamaño industrial.

Semirígido: hoja de aluminio, suministrada en cintas o rollos embobinados en tubos de aluminio, cuyo uso final es la elaboración de envases de alimentos, debido a la resistencia a las altas temperaturas y a su maleabilidad lo cual facilita el proceso de embutido.

Fin Stock: foil de aluminio, suministrada en cintas o rollos embobinados en tubos de cartón, hierro o aluminio, cuyo uso es para la fabricación de rejillas disipadoras de calor y/o aletas de refrigeración.

Techo: foil de aluminio lisa o gofrada, laqueada o no, suministrada en rollos embobinados en tubos de cartón, hierro o aluminio, cuyo uso es únicamente como elemento componente en la fabricación de láminas acanaladas climatizadas.

Membrana: hoja delgada de aluminio, utilizada para sellar herméticamente envases de alimentos porque actúa como una barrera, suministrada en cintas embobinadas en tubos de cartón o aluminio.



## CAPÍTULO I: LA EMPRESA



---

Lámina: rollos laminados de aluminio, de espesor mayor a 0.30mm, que son considerados productos semielaborados; que luego serán sometidos a procesos tales como: Laminado, Conformado, Doblado, o Corte de Láminas.

Alu-Blist (Blister): láminas de aluminio recubiertas con una capa de laca Termosellable y otra de laca Nitrocelulosa. Son de suma importancia en la organización ya que esta familia de productos representa un alto valor agregado.

Laminados: productos de alto valor agregado y compuestos por una hoja de aluminio, un sustrato y un adhesivo el cual se encarga de unir la lámina con dicho sustrato.



---

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

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

El reciclado interno es una de las opciones más usadas en la industria, sin embargo muestra claramente una serie de desventajas tal que, cuando el producto entra al proceso nuevamente, ya ha causado una serie de costos no recuperables (energía, mano de obra, maquinaria entre otros.); debido a los nuevos paradigmas que se establece en la empresa CVG-ALUCASA, como es la de crear sistemas enfocados en procesos orientados a realizar lo correcto y al mejoramiento continuo, a través de la eficiencia de cada una de los elementos que constituyen el sistema de empresa, se plantea reducir el material reciclable que se ocasiona durante el proceso de producción.

El material reciclable está segmentado en dos grupos, como chatarra debido a la calidad y debido al proceso, el cual oscila en aproximadamente un 6% y 30% respectivamente.

El sistema de producción de CVG-ALUCASA se basa en cuatro etapas, las cuales son: colada, laminación gruesa, laminación fina, acabado y empaque presentándose gran cantidad de material reciclable.

En la primera etapa del proceso que es la colada encontramos que de allí se generan bobinas con dimensiones estándares (anchos 1570 y 1370, espesor de 6000 micras y un peso de hasta 8 ton) según las necesidades de



## CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA



---

producción, las cuales serán trasladadas a las áreas de acuerdo a la ruta establecida para cada producto.

A medida que estas bobinas de aluminio van pasando por cada área del proceso, se genera un porcentaje de chatarras que son necesarios para asegurar una calidad en el material, como es el caso de eliminar las grietas que se originan en los bordes del aluminio a través de cortes que se producen en el laminador primario, niveladora de tensión, dobladora y separadoras.

Una vez que las bobinas llegan a la separadoras o cortadoras, se generan los patrones de cortes de esa bobina según las especificaciones del cliente; generalmente aquí se produce gran cantidad de chatarra (actualmente se maneja el 8% de las TM procesadas por estos equipos) debido a que, si por ejemplo llega una bobina a la separadora con un ancho de entrada de 1254mm destinado para el producto Techo y un cliente solicita ese mismo producto con un ancho de 1012mm, de esa bobina solo saldrá un rollo de 1012mm y sobrarán 242mm, con el cual el operario jugará para establecerlo como trimel (separación entre hojillas de corte y los bordes), estos 242mm restantes representan un 19.298% de desperdicios lo cual se le suma un 1% que se le añade por *punta y cola* .

La punta y la cola es un porcentaje de chatarra que se produce en cada bobina a enrollar y en la que se está desenrollando, es decir, cuando la bobina sale de la colada y pasa al laminador primario para reducir el espesor de 6000micras a 2880micras, la primera parte que se va a embobinar en otro core no alcanza el espesor establecido a reducir, debido a que el laminador se está estabilizando. Esa nueva bobina que sale con un espesor de



## CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA



2880micras es nuevamente pasada por el mismo laminador para llevar ese espesor a 1320mm, la primera parte “*Punta*” es desprendida para garantizar una mejor calidad del producto y la parte del embobinado anterior que no logró alcanzar el espesor establecido, ahora va a representar la “*cola*” de esta bobina, cantidad que no se utiliza; ambas partes desprendidas tanto *punta* como la *cola* representa cerca de 1% en los laminadores, el 2% en la dobladora, 2% en la separadora y 2% en la cortadora de la cantidad de toneladas de aluminio en cada rollo. Así ocurre cada vez que una bobina ingresa a cada uno de estos equipos.

En las figuras N° 2 y 3 se refleja la actividad por parte de los operadores a la hora de remover material reciclable considerado punta y cola.



Figura N°2. Material reciclable Considerado “punta”.



Figura N° 3. Material reciclable Considerado “cola”

El proceso de estabilización del equipo es relativamente rápido y consiste en la unión de los rodillos internos que posee el laminador para la reducción del espesor de las láminas de aluminio; y al momento de alcanzar



## CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA



---

el laminador el espesor deseado, ya ha generado material fuera de especificaciones.

Ahora si un cliente pide el producto denominado Jumbo con ciertas características de las cuales el ancho de cada bobina es de 450mm; tenemos que la bobina que llega a la separadora es de ancho 1254mm, de los cuales saldrá solo dos rollos de ancho 450mm y restará 354mm, el cual el operario utilizará para dejarlo como bordes. En este caso podemos observar que la cantidad de chatarra producida es de un 28.22% añadiéndole el 1% de *punta y cola*. Se puede observar que la cantidad de chatarra es mucho mayor a la anterior, a pesar de que salen dos rollos de 450mm una vez que se haya dejado la distancia de corte de bordes que normalmente es de 10mm (esta distancia de borde puede ser mucho menor hasta de 6mm pero requiere de una mayor inspección a la hora de separar y cortar el producto); este rollo restante que se origina, en su mayoría es chatarra porque no existe otro cliente que pida este producto con las especificaciones que ya posee, y en su defecto si lo hay normalmente son anchos superiores al restante.

Ambos ejemplos pueden observarse en la tabla N° 1, la cual indica claramente el porcentaje de utilización que se le da a cada rollo una vez que ingresan a las separadoras.



## CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA



**TABLA N°1** : Material Reciclable Generado Por Los Productos Mas Demandados en el 2008

PRODUCTO	ANCHO	ESPESOR	TM_Despachadas	%Utilizacion	TM_Chatarra
Techo	927	0,028	916	73,92344498	238,861244
Techo	927	0,03	0,5	73,92344498	0,130382775
Techo	912	0,03	194,68	72,72727273	53,09454545
Techo	912	0,038	50,89	72,72727273	13,87909091
Techo	1012	0,038	44,23	80,70175439	8,535614035
Techo	1020	0,04	52,61	81,33971292	9,817177033
Techo	960	0,04	49,9	76,55502392	11,69904306
Techo	1010	0,04	121,19	80,54226475	23,58082935
JUMBO	290	0,011	257,5	92,50398724	19,30223285
JUMBO	294	0,011	297,73	93,77990431	18,51909091
JUMBO	295	0,011	19,03	94,09888357	1,122982456
JUMBO	296	0,011	115,43	94,41786284	6,443460925
JUMBO	300	0,011	1985,83	95,6937799	85,51421053
JUMBO	400	0,011	18,76	95,6937799	0,80784689
JUMBO	450	0,011	141,46	71,77033493	39,93368421
JUMBO	290	0,012	10,05	92,50398724	0,753349282
JUMBO	298	0,012	1,63	95,05582137	0,080590112
JUMBO	300	0,012	190,62	95,6937799	8,208516746
JUMBO	305	0,012	40,06	97,28867624	1,0861563
JUMBO	290	0,0127	36,94	92,50398724	2,769027113
JUMBO	300	0,0127	400,59	95,6937799	17,25028708
JUMBO	290	0,013	41,31	92,50398724	3,096602871
JUMBO	300	0,013	12,21	95,6937799	0,525789474
JUMBO	450	0,013	12,21	71,77033493	3,446842105
JUMBO	300	0,014	220,82	95,6937799	9,508995215
JUMBO	300	0,0145	16,32	95,6937799	0,70277512
JUMBO	290	0,016	37,74	92,50398724	2,828995215
JUMBO	300	0,016	239,41	95,6937799	10,30952153
JUMBO	396	0,017	53,55	94,73684211	2,818421053

FUENTE: Elaboración Propia.



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



### CONTINUACIÓN TABLA N° 1: Material Reciclable Generado Por Los Productos Más Demandados en el 2008

PRODUCTO	ANCHO	ESPESOR	TM_Despachadas	%Utilizacion	TM_Chatarra
Convertidor	600	0,008	6,34	95,6937799	0,273014354
Convertidor	610	0,008	11,45	97,2886762	0,310446571
Convertidor	615	0,008	3,54	98,0861244	0,067751196
Convertidor	480	0,009	2,77	76,5550239	0,649425837
Convertidor	560	0,009	0,63	89,3141946	0,067320574
Convertidor	580	0,009	4,53	92,5039872	0,339569378
Convertidor	630	0,009	15,56	50,2392344	7,74277512
Convertidor	650	0,009	7,96	51,8341308	3,83400319
Convertidor	700	0,009	1,77	55,8213716	0,781961722
Convertidor	760	0,009	1,07	60,6060606	0,421515152
Convertidor	810	0,009	5,54	64,5933014	1,9615311
Convertidor	1020	0,009	5,16	81,3397129	0,962870813
Convertidor	1080	0,009	0,38	86,1244019	0,052727273
Convertidor	990	0,012	0,72	78,9473684	0,151578947
Convertidor	990	0,016	8,06	78,9473684	1,696842105
Convertidor	610	0,017	2,07	97,2886762	0,056124402
Convertidor	480	0,021	10,99	76,5550239	2,576602871
Convertidor	520	0,021	18,35	82,9346093	3,131499203
Convertidor	560	0,021	20,67	89,3141946	2,208755981
Convertidor	615	0,021	16,98	98,0861244	0,324976077
Convertidor	645	0,021	22,89	51,4354067	11,11643541
Convertidor	410	0,025	1,49	98,0861244	0,028516746
Convertidor	480	0,025	20,95	76,5550239	4,911722488
Convertidor	520	0,025	25,83	82,9346093	4,407990431
Convertidor	535	0,025	23,4	85,3269537	3,433492823
Convertidor	560	0,025	22,32	89,3141946	2,38507177
Convertidor	580	0,025	3,4	92,5039872	0,254864434
Convertidor	610	0,025	0,54	97,2886762	0,014641148
Convertidor	1030	0,025	0,61	82,1371611	0,108963317
Convertidor	560	0,03	25,66	89,3141946	2,741977671
Convertidor	600	0,03	17,03	95,6937799	0,733349282

FUENTE: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se puede observar el porcentaje de utilización que se le da a los productos más demandados una vez que entran a las



## *CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA*



---

separadoras. Se indica el ancho de entrada de la bobina y de acuerdo a los requerimientos del cliente (en cuanto a ancho) se elaboran los diferentes cortes que puedan salir, reflejando el porcentaje de utilización y las Toneladas métricas de chatarra que se produce con respecto a los trimel (distancia que existe entre cada corte y bordes) y los sobrantes que no alcanza obtener el ancho requerido en cada una de los rollos de aluminios que ingresan al equipo.

A partir de la situación planteada surge la siguiente interrogante:  
¿Cómo CVG\_ALUCASA puede mejorar o mantener la Planificación y Control de la Producción de manera tal que logre reducir la cantidad de material reciclable?



## *CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA*



---

### **II.2. FORMULACION DE OBJETIVOS**

#### **II.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Proponer mejoras en la empresa CVG-ALUCASA con el objeto de minimizar el material reciclable en el proceso de producción y cumplir con los compromisos internos enfocados al mejoramiento continuo.

#### **II.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Diagnosticar la situación actual en el área de laminación fina.
2. Analizar la situación actual en el área de laminación fina.
3. Proponer mejoras en el área de laminación fina.
4. Justificación de las propuestas de mejoras establecidas.



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



### II.3. JUSTIFICACIÓN

En el siglo XXI, el continuo desarrollo tecnológico y la creciente globalización de los mercados, obligan al sector productivo a reducir el tiempo de acceso al mercado y a incrementar continuamente la productividad, la calidad y flexibilidad.

Para empresas que elaboran productos de consumo masivo, la optimización de sus procesos es un estudio y evaluación del proceso de producción, donde se analizan las propuestas para mejorar la calidad, reducir costos y obtener una cadena de valor óptima.

La empresa CVG-ALUCASA, en la actualidad presenta un total de 36% de material reciclable en todo su proceso productivo, de los cuales el 6% lo representa los defectos de calidad y el otro 30% es representado por el scrap generado por el proceso; por tal motivo se ha considerado una necesidad la disminución del material reciclable total en toda la planta.

El departamento de calidad, plantea entre sus estrategias, la reducción del material reciclable en todo el proceso de producción; y se ha trazado como meta para este año disminuir de un 36% a un 33% el porcentaje de material reciclable, estableciendo para tal fin, un riguroso análisis y evaluaciones pertinentes que darían lugar a cambios que permitirán optimizar el proceso de producción, mejorando el rendimiento, la eficiencia y la productividad realizando operaciones y actividades eficaces en todo el proceso de producción.

De tal manera se contribuirá a la empresa a desarrollar oportunidades de ideas que permita la reducción del y mejor aprovechamiento del material



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



reciclable, además de estudiar la viabilidad y factibilidad de las alternativas de mejoras propuestas. Finalmente se busca poner en práctica los conocimientos adquiridos en cuanto a evaluación técnica y mejoramiento de procesos de producción.

### II.4. ALCANCE Y LIMITACIONES

El estudio se realizará en la empresa CVG\_ALUCASA, específicamente en el área de laminación fina y va dirigido al departamento de Planificación y control de la Producción y al Departamento de Ingeniería Industrial.

En el área de laminación fina los equipos que allí se encuentran, generan un porcentaje elevado de chatarra producto de punta y cola; en cada uno de ellos se determinará la cantidad de material reciclable que se origina a través de esta causa y se comparará con los estándares que maneja el Departamento de Ingeniería Industrial.

ALUCASA genera diversos productos con diferentes anchos y espesores, además de presentar una estructura de proceso continuo lo que dificulta un estudio de aprovechamiento del excedente de corte en todos los productos; por tal razón este trabajo de investigación se enfocará en el producto Techo, el cuales representa un 12% de las ventas y son los que generan mayor excedentes de cortes considerados chatarras.



## *CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA*



---

La optimización del proceso de producción y por ende la disminución del material reciclable se encuentra dentro de la planificación estratégica de la empresa, las propuestas de mejoras, sólo alcanzarán la etapa de planificación, de modo que la implementación de la misma es decisión de la empresa.



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



---

### II.5. ANTECEDENTES

En la realización y presentación de esta investigación se han tomado como referencia los siguientes trabajos realizados:

- Castro (2003), Con el objetivo de caracterizar físico-químicamente los residuos industriales líquidos de la industria Cervecería Valdivia, en su estudio elaboró un diagrama de flujo de la elaboración de cerveza, seguido por la empresa Cervecería Valdivia, resaltando aquellas etapas donde se genera algún tipo de residuo, previa selección de los puntos de muestreo, procedió a la toma de las muestras para su respectivos análisis. Su aporte a esta investigación se enfoca a la manera cómo ataca el muestreo de los posibles equipos que arrojen desperdicio y las variables que considera a la hora de realizar el análisis.
- Silva (2005), el desarrollo de este trabajo se hace bajo el esquema Seis Sigma en el contexto DMAIC (definir, medir, analizar, implementar y controlar). Aplica herramientas ESIDE\_10 (Eliminación Sistemática del Desperdicio en 10 Pasos), Tormentas de Ideas, Diagrama de Pareto, Diagrama de flujos y Diagrama Causa-Efecto; con el propósito de conocer el nivel de variación, detectar rápidamente problemas en producción, como cuellos de botellas, productos defectuosos, pérdidas de tiempo y etapas críticas. Logrando la etapa de caracterización de un proyecto Seis Sigma dando una descripción además de las etapas de cierre de dicho proyecto y presentando el



## CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA



impacto económico que tiene para la empresa implantar las mejoras propuestas. Aportando la puesta en practica de herramientas útiles que conllevan al afloro del origen del material reciclable y el deslumbre ideas para la propuesta de mejoras.

- López y Vilacha (2004); en su estudio buscan aumentar la calidad y la productividad de una ensambladora de autobuses (ENCAVA C.A.); en sus comienzos conocen el proceso y buscan identificar las operaciones criticas, cuellos de botellas, para esto, realizaron un muestreo de trabajo durante un mes de producción y observaron los defectos de mayor aparición en las piezas, analizan los defectos y realizan Diagramas Causa –Efecto de cada defecto, posteriormente proponen mejoras que de implementarse disminuyen en un 90% la aparición de los defectos. Procedimientos y herramientas puestas en práctica en esta investigación.
- Ávila y Vázquez (2005); proponen mejoras en las áreas de fundición y mecanizado en la empresa RUALCA C.A., que contribuyen a la disminución de los tiempos de producción, mejorar la calidad de los productos, disminuir el esfuerzo físico que emplean los operarios y ofrecer un mejor ambiente de trabajo. Ellos para generar propuestas usan tormenta de ideas en la cual se idearon una serie de alternativas para solucionar la situación, herramienta considerada en este trabajo de investigación para la generación de propuestas.
- López y Orta (1999); en su estudio, consideran importante la búsqueda de las causas evidentes así como de las no evidentes que influyen en la improductividad del área de conversión en una industria



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



papelera, buscando disminuir y controlar el desperdicio. Hacen un estudio detallado de las causas empleando el Diagrama Causa-Efecto, Diagrama de Pareto, herramientas importantes y puestas en práctica en esta investigación.

### II.6. BASES TEÓRICAS

#### II.6.1. *Aplicación del Análisis de la Operación Como Parte de la Ingeniería de Métodos.*

Burgos (1995), señala que “Es un procedimiento empleado por el Ingeniero de Métodos para investigar las actividades que agregan y las que no agregan valor a una tarea, con la finalidad de tratar de eliminar o reducir al mínimo aquellas que no agregan valor y mejorar aquellas que lo agregan; buscando la eliminación de todas forma de desperdicios” (pág. 53).

La aplicación de las distintas herramientas que proporciona la Ingeniería de Métodos, permite a través de estudios optimizar los recursos de cualquier operación, analizando (dependiendo la importancia que tenga el trabajo a estudiar) primordialmente su proceso, luego las operaciones para proseguir con el estudio de movimiento, lo cual facilita escoger los movimientos físicos más adecuados, identificar los desperdicios presentes en cada operación, las herramientas y los dispositivos para realizar cada actividad según lo amerite, de esta manera lograr un sistema eficiente y por ende aumentar la productividad.

Para la aplicación del Análisis de la Operación, el primer paso es recabar toda la información concerniente al trabajo: volumen de producción esperado, posibilidad de repetir la orden, duración del trabajo, posibilidades



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



de cambio de diseño y contenido de trabajo, para determinar cuánto tiempo y esfuerzo debería emplearse para hacer el estudio.

Posteriormente se procede a aplicar a cada una de las actividades del proceso, en lo posible, los diez Criterios del Análisis de la Operación:

1. Propósito de la Operación.
2. Diseño de las Partes.
3. Tolerancia y Especificaciones.
4. Materiales.
5. Proceso de Manufactura.
6. Equipos, Herramientas y Tiempo de Preparación.
7. Condiciones de Trabajo.
8. Manejo de Materiales.
9. Distribución en Planta.
10. Principios de Economías de Movimientos.

### ***II.6.2. Aplicación de los Pasos para Realizar un Estudio de Muestreo de Trabajo.***

Burgos (1995), señala que “Es una técnica en la cual se realiza un gran número de observaciones a un grupo de máquinas, procesos u operarios durante un período de tiempo. Cada observación registra lo que está ocurriendo en ese instante, y el porcentaje de observaciones registradas para una actividad particular o demora es una medida del porcentaje de tiempo durante el cual esa actividad o demora ocurren” (pág. 233).



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



El Muestreo de Trabajo no representa un fin por sí mismo; es solamente una técnica que nos permitirá lograr ciertas conclusiones. Si la misma resulta ser la más adecuada para medir el trabajo propuesto, deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Definir el Problema; es importante especificar claramente los objetivos del estudio.
2. Obtener la Aprobación del Supervisor del Departamento en donde se va a realizar el Estudio.
3. Establecer el Nivel de Confianza deseado y la Precisión que deberán tener los resultados finales.
4. Hacer una estimación preliminar del porcentaje de ocurrencia del evento que se va a medir.
5. Diseñar el Estudio.
6. Hacer las observaciones de acuerdo con el plan y el programa y resumir los datos.

### II.6.3. *Diagrama Causa –Efecto:*

Un diagrama causa – efecto es una representación gráfica de varios elementos (causas) de un sistema que puede contribuir a un problema (efecto). Es una herramienta que permite identificar, clasificar y organizar las posibles causas de un problema. Se utiliza en las fases de diagnóstico con el fin de identificar las posibles causas de un problema específico. Este tipo de diagrama permite que los grupos de trabajo organicen gran cantidad de información sobre el problema y determinen exactamente las posibles causas



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



---

debido a que hace posible reunir diversas ideas para su estudio desde diferentes puntos de vista.

El diagrama causa – efecto también pueden ser usados para el análisis de un evento exitoso con el fin producir una lista de cosas para hacer e incluir en cualquier otro evento.

### II.6.3.1. Ventajas del Diagrama Causa-Efecto:

- 1 Ayuda a determinar las causas principales de un problema o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- 2 Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene del proceso.
- 3 Incrementa el grado de conocimiento sobre el proceso, ya que permite visualizar con claridad las relaciones existentes entre los efectos y sus causas.
- 4 Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.
- 5 Cuando se está realizando un control de calidad a un producto, los Diagramas de Causa – Efecto sirven para identificar las causas que originan problemas de calidad en el producto.



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



### II.6.4. Sistema de mejora continua: Kaizen

Kaizen es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva.

El sistema al cual hacemos referencia se denomina kaizen, lo cual significa “mejora continua que involucra a todos”.

Es pues un sistema integral y sistémico destinado a mejorar tanto a las empresas, como a los procesos y actividades que las conforman, y a los individuos que son los que las hacen realidad. El objetivo primero y fundamental es mejorar para dar al cliente o consumidor el mayor valor agregado, mediante una mejora continua y sistemática de la calidad, los costes, los tiempos de respuestas, la variedad, y mayores niveles de satisfacción.

Entre características específicas del Kaizen tenemos:

- Trata de involucrar a los empleados a través de las sugerencias. El objetivo es que los trabajadores utilicen tanto sus cerebros como sus manos.
- Cada uno de nosotros tiene sólo una parte de la información o la experiencia necesaria para cumplir con su tarea. Dado este hecho, cada vez tiene más importancia la red de trabajo. La inteligencia social tiene una importancia inmensa para triunfar en un mundo donde el trabajo se hace en equipo.



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



- 
- Genera el pensamiento orientado al proceso, ya que los procesos deben ser mejorados antes de que se obtengan resultados mejorados.
  - Kaizen no requiere necesariamente de técnicas sofisticadas o tecnologías avanzadas. Para implantarlo sólo se necesitan técnicas sencillas como las siete herramientas del control de calidad.
  - La resolución de problemas apunta a la causa-raíz y no a los síntomas o causas más visibles.
  - Construir la calidad en el producto, desarrollando y diseñando productos que satisfagan las necesidades del cliente.
  - En el enfoque Kaizen se trata de “Entrada al mercado” en oposición a “Salida del producto”.



## CAPÍTULO II: DESCRIPCION DEL PROBLEMA



---

### II.7. MARCO METODOLÓGICO

El grado de profundidad que aborda el estudio se sustenta bajo las investigaciones de tipo factible, ya que se realizaron propuestas con miras a ser implantadas por la empresa, a través del cumplimiento de los objetivos planeados; e investigaciones Descriptivas y de Campo. Al respecto la Universidad Experimental Libertador (1998) manifiesta que “El proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. La propuesta debe tener apoyo, bien sea en una investigación de tipo documental y debe referirse a la formulación de políticas, programas, métodos y procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.

#### II.7.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la obtención de la información se utilizaron dos fuentes:

- Primaria, basadas en las técnicas de observación directa simple del sistema en estudio y encuestas dirigidas al personal que labora en las distintas áreas de la planta, a través de entrevistas con la finalidad de percibir el enfoque, orientación, desarrollo, oportunidades e inquietudes del mismo hacia su labor.
- Secundaria, basadas en registros y datos históricos tomados y procesados por la empresa.

#### II.7.2. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



La información recopilada que sirvió para el desarrollo de la investigación fué sometida a metodologías y técnicas de análisis, que comprimirá los datos en tablas, diagramas, cuadros, gráficos, entre otros, teniendo de ellos un registro y clasificación útil que ayudó en la toma de decisiones para la reducción del material reciclable en el proceso de producción de la empresa CVG\_ALUCASA.

### II.8. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

En lo referente al diseño de la investigación se desglosaron en 4 Fases, en las cuales se observaron el desarrollo del estudio antes mencionado de las fuentes técnicas de recolección de la información.

FASE I: Diagnosticar la Situación Actual.

- Análisis de las fuentes primarias y secundarias.
- Revisión de las técnicas de procesamiento y análisis de la información.
- Recopilación de reseña histórica y estructura organizacional.
- Mapeo del proceso.
- Lista de equipos y herramientas necesarios.
- Definición de las variables involucradas en el estudio.
- Descripción del proceso de laminación.
- Descripción del área de trabajo.
- Descripción de la situación actual de los equipos.
- Análisis de los equipos involucrados.

FASE II: Análisis Crítico de la Situación Actual.



## *CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA*



- Aplicación de los criterios del análisis de la operación.

FASE III: Propuestas de Mejoras.

FASE IV: Justificación de las Mejoras Planteadas.

FASE V: Conclusiones y recomendaciones.



---

## **CAPÍTULO III**

### **DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **III.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

En el área de laminación fina, se destacan dos productos (los más demandados), con las siguientes características:

##### **III.1.1 Jumbo 23 MICRAS:**

Lamina de aluminio de aleación 8011 con 23 micras de espesor, proveniente del equipo Laminador 11, con un ancho de 1284 mm., embobinada en cores de aluminio de 12 pulgadas de diámetro y 1,5 centímetros de espesor. Estas bobinas tienen un peso aproximado de 3000 kilogramos (incluido el peso del core de 250 Kg.), y son posteriormente dobladas en el equipo Dobladora.

##### **III.1.2. Techo 55 MICRAS:**

Una lamina de aluminio de aleación 8011 con 55 micras de espesor, proveniente del equipo Laminador Intermedio, con un ancho de 1284 mm., embobinada en cores de aluminio de 12 pulgadas de diámetro y 1,5 centímetros de espesor, con un peso aproximado de 3000 kilogramos (incluye peso del core de 250 Kg.). Esta bobina proviene del equipo Laminador Intermedio e igualmente es doblada en el Equipo Dobladora.



### III.1.3. Jumbo 12 MICRAS:

Dos laminas de aluminio dobladas, de aleación 8011 con 12 micras de espesor cada una, con ancho de 1254mm., embobinadas en cores de aluminio de 12 pulgadas de diámetro y 1,5 centímetros de espesor, con un peso aproximado de 3000 kilogramos (incluyendo el peso del core que es igual a 250 Kg.). Este producto Jumbo 12 Micras proviene del equipo Laminador 08 y es procesado en el equipo Separadora.

## III.2. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

### III.2.1. DESCRIPCIÓN DEL LAMINADOR INTERMEDIO:

- Fabricante: COSIN
- País de Origen: Alemania.
- Año de Instalación: 1.989.

#### Características:

**TABLA N° 2:** Características del LAMINADOR INTERMEDIO

Dimensiones de la Banda (mm.)	
▪ Espesor Máximo de Entrada	150
▪ Espesor Mínimo de Entrada	0.03
▪ Espesor Mínimo de Salida	0.03
Dimensiones de Bobina (mm.)	
▪ Diámetro Externo Máximo Entrada	1830(1) - 1350(2)
▪ Diámetro Externo Mínimo Entrada	527(1) - 321(3)
▪ Diámetro Externo Máximo Salida	11839(1) - 1250(2)
▪ Diámetro Externo Mínimo Salida	527(1) – 321(3)
▪ Ancho Máximo Entrada	1524
▪ Ancho Mínimo Entrada	900
▪ Ancho Máximo Salida	1524
▪ Ancho Mínimo Salida	900

FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.



### CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



#### CONTINUACIÓN TABLA N° 2: Características del LAMINADOR INTERMEDIO

<b>Dimensiones del Core (mm.)</b>	
▪ Diámetro Externo Entrada	527(1) - 534(2) - 321(3)
▪ Diámetro Interno Entrada	483(1) - 508(2) - 281(3)
▪ Diámetro Externo Salida	527(1) - 534(2) - 281(3)
▪ Diámetro Interno Salida	483(1) - 1580(2) - 281(3)
▪ Largo	1676(1) - 1580(2) - 1676(3)
<b>Velocidad Máxima (m/min.)</b>	1750
<b>Peso Máximo (TM)</b>	10.4
<b>Motor Principal</b>	
▪ Potencia (KW)	2 x 600
▪ Voltaje (volts.)	500
▪ Revoluciones (RPM)	0 - 2100
<b>Bobinador</b>	
▪ Diámetro Máximo (mm.)	1830
▪ Potencia (KW)	2 x 150
▪ Voltaje (volts.)	500
▪ Revoluciones (RPM)	463 - 1790
▪ Velocidad Máxima (m/min.)	1800
<b>Desbobinador</b>	
▪ Diámetro Máximo (mm.)	1830
▪ Potencia (KW)	2 x 150
▪ Voltaje (volts.)	500
▪ Revoluciones (RPM)	604 - 678
▪ Velocidad Máxima (m/min.)	604(1) - 678(2)

FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.

- (1) CON CORES DE 20'' PARED GUESA
- (2) CON CORES DE 30'' PARED DELGADA
- (3) CON CORES DE 12''

#### III.2.2 Descripción del LAMINADOR 08:



### CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



- Fabricante: HUNTER
- País de Origen: Francia.
- Año de Instalación: 1.986.

#### Características:

**TABLA N° 3:** Características del LAMINADOR 8

<b>Dimensiones de la Banda (mm.)</b>	
▪ Espesor Máximo de Entrada	0.050
▪ Espesor Mínimo de Entrada	2 x 0.012
▪ Espesor Mínimo de Salida	2 x 0.007
<b>Dimensiones de Bobina (mm.)</b>	
▪ Diámetro Externo Máximo Entrada	1524
▪ Diámetro Externo Mínimo Entrada	321
▪ Diámetro Externo Máximo Salida	1524
▪ Diámetro Externo Mínimo Salida	321
▪ Ancho Máximo Entrada	1524
▪ Ancho Mínimo Entrada	914
▪ Ancho Máximo Salida	1524
▪ Ancho Mínimo Salida	914
<b>Dimensiones del Core (mm.)</b>	
▪ Diámetro Externo Entrada	321(3)
▪ Diámetro Interno Entrada	281(3)
▪ Diámetro Externo Salida	321(3)
▪ Diámetro Interno Salida	281(3)
▪ Largo	1676 (3)
<b>Velocidad Máxima (m/min.)</b>	
	1150
<b>Peso Máximo (TM)</b>	
	7
<b>Motor Principal</b>	
▪ Potencia (KW)	522
▪ Voltaje (volts.)	500
▪ Revoluciones (RPM)	600/1200

FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.

**CONTINUACIÓN TABLA N° 3:** Características del LAMINADOR 8



### CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



<b>Bobinador</b>	
▪ Diámetro Máximo (mm.)	1524
▪ Potencia (KW)	74.6
▪ Voltaje (volts.)	500
▪ Revoluciones (RPM)	1149
▪ Velocidad Máxima (m/min.)	1200
<b>Desbobinador</b>	
▪ Diámetro Máximo (mm.)	1524
▪ Potencia (KW)	74.6
▪ Voltaje (volts.)	500
▪ Revoluciones (RPM)	300/1500
▪ Velocidad Máxima (m/min.)	1200

FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.

- (1) CON CORES DE 20'' PARED GUESA
- (2) CON CORES DE 30'' PARED DELGADA
- (3) CON CORES DE 12''

#### III.2.3. Descripción del LAMINADOR 11:

- Fabricante: COSIN
- País de Origen: Alemania.
- Año de Instalación: 1.992.

#### Características:

**TABLA N° 4:** Características del LAMINADOR 11

<b>Dimensiones de la Banda (mm.)</b>	
▪ Espesor Máximo de Entrada	0.15
▪ Espesor Mínimo de Entrada	2 x 0.012
▪ Espesor Mínimo de Salida	2 x 0.006

FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.

#### CONTINUACIÓN TABLA N° 4: Características del LAMINADOR 11



### CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



<b>Dimensiones de Bobina (mm.)</b>	
▪ Diámetro Externo Máximo Entrada	1600
▪ Diámetro Externo Mínimo Entrada	321
▪ Diámetro Externo Máximo Salida	1600
▪ Diámetro Externo Mínimo Salida	321
▪ Ancho Máximo Entrada	1524
▪ Ancho Mínimo Entrada	800
▪ Ancho Máximo Salida	1524
▪ Ancho Mínimo Salida	800
<b>Dimensiones del Core (mm.)</b>	
▪ Diámetro Externo Entrada	321(3)
▪ Diámetro Interno Entrada	281(3)
▪ Diámetro Externo Salida	321(3)
▪ Diámetro Interno Salida	281(3)
▪ Largo	1676 (3)
<b>Velocidad Máxima (m/min.)</b>	
	1200
<b>Peso Máximo (TM)</b>	
	8
<b>Motor Principal</b>	
▪ Potencia (KW)	2 x 462
▪ Voltaje (volts.)	(DC) 365
▪ Revoluciones (RPM)	0 - 770 – 1660
<b>Bobinador</b>	
▪ Diámetro Máximo (mm.)	1600
▪ Potencia (KW)	2 X 84
▪ Voltaje (volts.)	530
▪ Revoluciones (RPM)	0 – 440 – 3200
▪ Velocidad Máxima (m/min.)	1620
<b>Desbobinador</b>	
▪ Diámetro Máximo (mm.)	1600
▪ Potencia (KW)	2 X 84
▪ Voltaje (volts.)	530
▪ Revoluciones (RPM)	0 – 440 – 2200
▪ Velocidad Máxima (m/min.)	920

FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.

(1) CON CORES DE 20'' PARED GUESA



### CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



- (2) CON CORES DE 30'' PARED DELGADA
- (3) CON CORES DE 12''

#### III2.4. Descripción de la **DOBLADORA DE BANDA:**

- Fabricante: COSIN
- País de Origen: Alemania.
- Año de Instalación: 1.991.

#### Características:

**TABLA N° 5:** Características de la DOBLADORA DE BANDA

<b>Material a Doblar</b>	<b>Aleaciones de Aluminio en General:</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se alimentan dos (02) bobinas de iguales características a la entrada para obtener una bobina a la salida con dos (02) bandas dobladas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se realiza doblaje solo al material a nivel de predoblaje para que el laminador de foil haga el último pase de laminación.</li> </ul>
<b>Espesor de la Banda a Doblar (mm.)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Máximo (dos bandas c/u)</li> </ul>	0.075
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mínimo (dos bandas de c/u)</li> </ul>	0.012
<b>Peso Máximo de Bobina (Kg.)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrada (dos bobinas máx. c/u)</li> </ul>	6000
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salida (una bobina doblada máx.)</li> </ul>	6000
<b>Diámetros de las Bobinas (mm.)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Máximo Externo a la entrada</li> </ul>	1300
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mínimo Interno de Entrada</li> </ul>	320.67

FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.



**CONTINUACIÓN TABLA N° 5: Características de la DOBLADORA DE BANDA**

<b>Tipos de Cores Usados</b>	Cores de 12'' en los desbobinadores como en el embobinador
<b>Velocidad Máxima Rebobinado (m/min.)</b>	0 - 800
<b>Potencia (KW)</b>	90
<b>Velocidad Máxima de los Desbobinadores (m/min.)</b>	800
<b>Potencia Máxima de los Desbobinadores (KW)</b>	59

FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.

**III.2.5. Descripción de la SEPARADORA N° 4:**

- Fabricante: CHMUTE
- País de Origen: Francia.
- Año de Instalación: 1.986.

**Características:**

**TABLA N° 6: Características de la SEPARADORA N° 4**

<b>Dimensiones de la Banda (mm.)</b>	
▪ Espesor Máximo	2 x 0.040 (0.080)
▪ Espesor Mínimo	2 x 0.007 (0.014)
▪ Ancho Máximo	1524
▪ Ancho Mínimo	890
<b>Dimensiones de la Bobina (mm.)</b>	
▪ Diámetro Externo Máximo Entrada	1524
▪ Diámetro Interno Entrada	305
▪ Diámetro Externo Máximo Salida	760
▪ Diámetro Interno Salida	76.2
▪ Ancho Máximo	1524
▪ Ancho Mínimo	300

FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.



**CONTINUACIÓN TABLA N° 6: Características de la SEPARADORA N° 4**

<b>Peso Máximo (Kg.)</b>	5000
<b>Dimensiones del Core (mm.)</b>	
▪ Diámetro Externo Entrada	323
▪ Longitud Máxima	1676.4
<b>Equipo Electrónico</b>	
▪ Voltios	480
▪ Frecuencia (Hz)	60
▪ Velocidad Máxima (RPM)	800

**FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.**

**III.2.6. Descripción de las SEPARADORAS N° 5 Y 6:**

- Fabricante: CHMUTE
- País de Origen: Francia.
- Año de Instalación: 1.979.

**Características:**

**TABLA N° 7: Características de las SEPARADORAS N° 5 Y 6**

<b>Dimensiones de la Banda (mm.)</b>	
▪ Espesor Máximo	2 x 0.040
▪ Espesor Mínimo	2 x 0.006 - 1% 0.008
▪ Ancho Máximo	1524
▪ Ancho Mínimo	800
<b>Dimensiones de la Bobina (mm.)</b>	
▪ Diámetro Externo Máximo Entrada	1524
▪ Diámetro Interno Entrada	305
▪ Diámetro Externo Máximo Salida	800
▪ Diámetro Interno Salida	76.2 – 152.4
▪ Ancho Máximo	1524
▪ Ancho Mínimo	800

**FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.**



**CONTINUACIÓN TABLA N° 7:** Características de las SEPARADORAS  
N° 5 Y 6

<b>Peso Máximo (Kg.)</b>	7500
<b>Dimensiones del Core (mm.)</b>	
▪ Diámetro Externo Entrada	305
▪ Longitud Máxima	1676
<b>Equipo Electrónico</b>	
▪ Voltios	480
▪ Frecuencia (Hz)	60
▪ Velocidad Máxima (RPM)	800

FUENTE: Manual de Equipos CVG\_ALUCASA.

**III.2.7. Descripción de PUENTE GRÚA:**

- Fabricante: DEMAG
- País de Origen: España.
- Año de Instalación: 1.979.

**Características de PUENTE GRÚA:**

- Puente grúa birriel.
- Utiliza perfil en V, mantiene la alineación entre cabezales y carro.
- Posee ruedas poliamídicas de gran diámetro que giran con facilidad.
- Tiene rodillos guía de acero que evitan problemas de deformación y adherencia.
- Impulsado por motor auto freno por desplazamiento de rotor.



---

### **III.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**

El proceso de laminación se lleva a cabo en tres áreas: el área de colada, laminación gruesa y laminación fina.

- Colada ocupa un galpón de 1200 m<sup>2</sup> con altura de 12 metros a la cumbrera aproximadamente, en ella se ubican cuatro equipos de laminación con sus respectivos hornos de retención y de fundición, un laminador, una niveladora de tensión y cuatro hornos de recocido, en esta también se encuentran dos pequeñas áreas de producto en proceso de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> cada una, además se ubican dos puente grúas a una altura de 10 metros, separados a una distancia de dos metros del tope del techo que recorren toda el área, también cuenta con dos contenedores para el material de desecho de 1x1,5x1,2 metros. La temperatura máxima es de 33°C y mínima de 29°C.
- Laminación gruesa es un galpón que ocupa 900 m<sup>2</sup> de área y 12 metros de altura, en los cuales se encuentran: un equipo laminador, tres hornos de recocido, un puente grúa a una altura de 10 metros separado del tope del techo a una distancia de dos metros, también cuenta con un área de producto en proceso de 50 m<sup>2</sup> y un contenedor para el material reciclable de 1x1,5x1,2 metros. Con una temperatura máxima de 31°C y una mínima de 29°C.
- El galpón de laminación fina cuenta 900 m<sup>2</sup> y 12 metros de altura, en ella se ubican un puente grúa suspendido a una



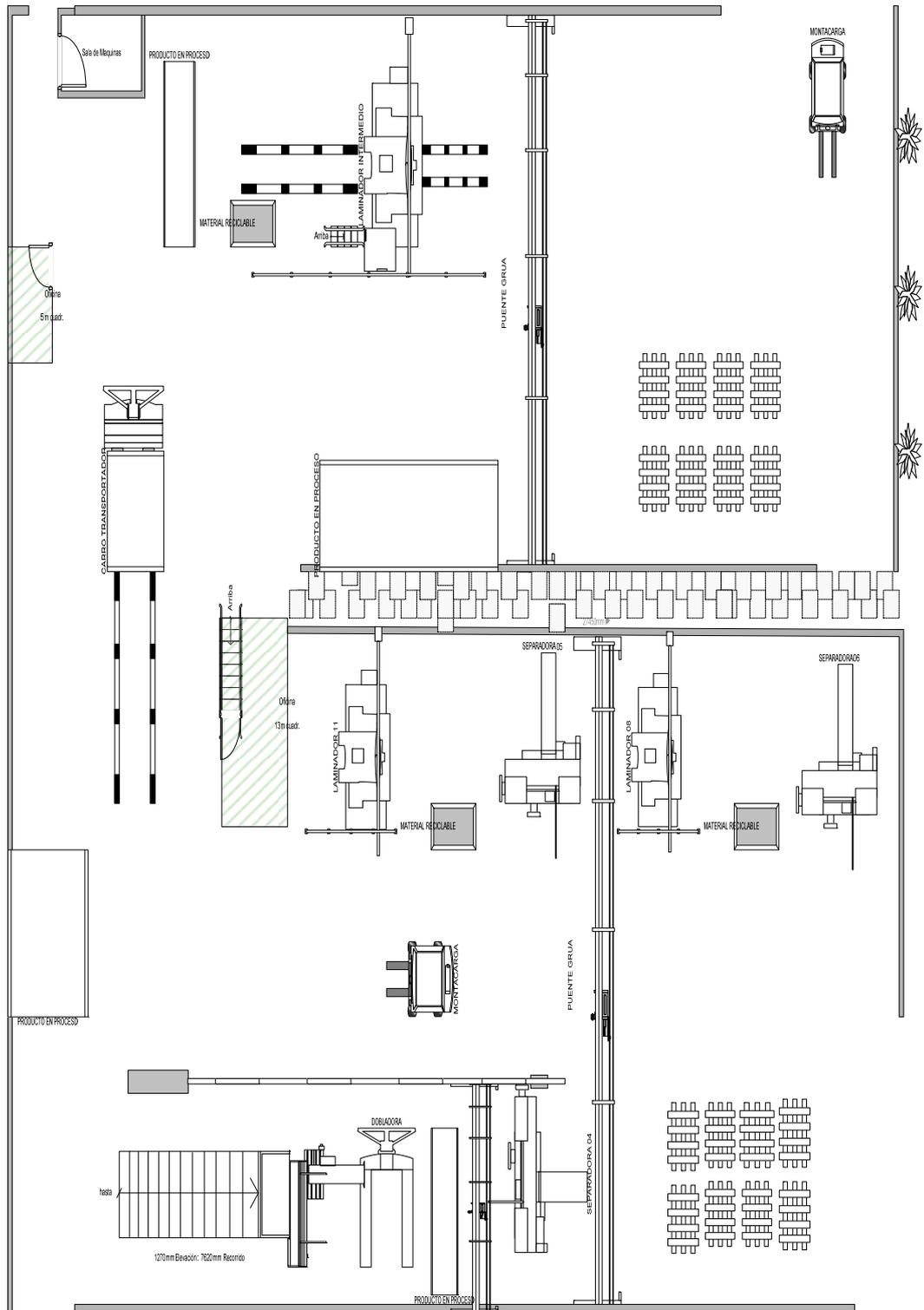
### CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



altura de 10 metros que igualmente recorre toda el área, dos equipos laminadores, dos equipos separadores, una cortadora, cuatro hornos de recocido y una dobladora de banda con un puente grúa suspendido a unos 5 metros de altura, este recorre 25 metros; esta área también cuenta con cuatro áreas de producto en proceso de aproximadamente 25 m<sup>2</sup> y dos contenedores para el desperdicio de aluminio de 1x1,5x1,2 metros. La temperatura máxima es de 31°C y mínima de 29°C.

La iluminación en los galpones proviene de luz natural y artificial, la natural se origina por láminas traslucidas de fibra de vidrio ubicadas en el techo de los galpones, y la artificial, de lámparas con pantalla dispersiva de aluminio de 45cm., con rosca E27, 230V y 65W equivalente a 325W. La ventilación es fluida de aire natural en todas las áreas. En la figura 4 se muestra el Lay-out del área en estudio.

**Figura 4: Lay-out Área de Laminación Fina.**



Fuente: Elaboración Propia.

## III.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO



### **III.4.1 LAMINADORES**

Los Laminadores de foil (8 y 11), reducen el espesor de rollos doblados en rangos que van desde 0.040 mm (40 micras) hasta 0.008 mm. (8 micras). El Laminador Primario, mediante varios pases de laminación en frío reduce el espesor del material según las exigencias de los clientes desde 6 mm. (6000 micras) hasta 0.18 mm. (180 micras) y en el Laminador Intermedio, al igual que en el Laminador Primario, reduce el espesor del material por medio de varios pases de laminación en frío, hasta llegar a espesores que oscilan entre 0,250mm. (250 micras) y 0,060 mm. (60 micras). La forma de realizar la actividad en cada uno de estos laminadores es prácticamente la misma y consiste de la siguiente manera:

Una vez que las bobinas de aluminios llegan a cada uno de los laminadores a través de los puentes grúas que se encuentran en el área, son colocadas y ajustadas en los ejes desbobinadores de los equipos, los operadores de los laminadores 11 y 08 proceden a desprender varias espiras de las bobinas de aluminio para garantizar que el material no posea ninguna variable que provoque la ruptura del mismo al comienzo del arranque del proceso de laminación; a diferencia del laminador primario e intermedio no se desprende espiras al comienzo del proceso debido a que el espesor del material es de mayor micraje y no sufre fácilmente ningún cambio que altere en ese momento el proceso.



**Figura 5.** Desprendimientos de espiras de aluminios al comienzo del proceso en los laminadores 11 y 08.

El operador encargado del equipo procede a introducir los parámetros como radio de la bobina, espesor actual, espesor deseado y densidad de compactado para obtener la velocidad media a la cual será laminado el material. Seguidamente se pasa la lámina del aluminio de forma manual a través de los rodillos del equipo y se ajusta al core (una vez instalado en el eje) donde será embobinado el rollo de salida.

Antes de finalizar por completo el laminado del rollo el operador tiende a bajar la velocidad del equipo para así de esta manera evitar que pase por completo el material, ya que la última parte representa el comienzo del laminado anterior, y debido al funcionamiento, el cierre de los rodillos internos para la reducción del espesor en las láminas de aluminio y el proceso de estabilización del equipo; existe una fracción de material que al momento de que se alcance el espesor deseado ya ha sido embobinado y representara la cola en el laminado siguiente; esta cola es la que representa la parte final del rollo que se está laminando y que el operador no deja que sea procesado por completo (a excepción del material que es procesado en el laminador primario).



## CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



Una vez finalizado este proceso de laminación, se procede a trasladar mediante el puente grúa el rollo de salida al equipo siguiente, se verifica a través de la balanza el peso que indica para luego restar el peso del core y la diferencia reflejarla como peso del rollo del aluminio en la tarjeta viajera del producto. Cabe resaltar que existe en toda el área unas tablas que indican el peso de la bobina dependiendo el radio de la misma y que es tomado de allí cuando la balanza sufre algún desperfecto o por decisión del operario.

Mientras el operador traslada la bobina al equipo siguiente, el otro operario desmonta el core que contiene la cola, procede a desprenderla para luego trasladarla a los contenedores de material reciclable. Luego se instala un core en el eje de salida del equipo, y se fija la siguiente bobina a laminar en el eje correspondiente para iniciar nuevamente el proceso.

### III.4.2. DOBLADORA

La Dobladora es un equipo cuya función es, el de tomar dos rollos de aluminio y enrollarlos en uno solo, creando de esta manera un rollo con dos bandas de aluminio, este proceso tiene la finalidad de dar diferente acabado al material cuando sea procesado por los laminadores de foil, quedando las caras de las bandas de aluminio que entran en contacto con los rodillos de laminación, con un acabado brillante, mientras que las caras internas presentaran un acabado mate.

Las laminas de aluminio que allí se procesan, provienen de los laminadores intermedio y 11. Una vez que las bobinas son mandadas por estos laminadores, el operador de turno que esta en la dobladora procede



### CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL



a tomarlas mediante el puente grúa principal o con el puente grúa que pertenece solo al área de la dobladora y separadora 4.

Si la bobina de aluminio es tomada mediante el puente grúa principal, el operario puede chequear el peso de llegada de dicha bobina con respecto a lo que está establecido en la tarjeta viajera (sin embargo en su mayoría este paso es omitido por el operario); a diferencia del otro puente grúa que no posee balanza.

Una vez sujeta la bobina al puente grúa es trasladada a la base de los ejes (desbobinador) de la dobladora para ser fijada por otro operario mientras el primero se traslada con la balanza en búsqueda de la segunda bobina. Cuando las dos bobinas se encuentran sujetas a los ejes, el operario procede a desprender de cada rollo varias láminas de aluminio para asegurar que el material que va a ser procesado esté en las especificaciones deseadas y sin ninguna característica como grieta, arruga u otra que provoque la ruptura del mismo durante el proceso. Mientras el operario se encuentra realizando esta actividad, el otro operario está sujetando el core que poseerá el rollo de salida a los ejes del embobinador.

Luego se procede a fijar la separación de las cuchillas según sea el ancho de salida de la bobina. Normalmente llegan bobinas de ancho 1284cm de aproximadamente pesos iguales y salen de ancho 1254cm.

La lámina de aluminio que se encuentra sujeta al eje principal del desbobinador de la separadora es sujeta directamente por medio del operario al core; mientras que la segunda lámina proveniente de la otra bobina es fijada a la primera utilizando cinta plástica, este proceso también se realiza de forma manual.



### *CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL*



Finalizado estas actividades el operario principal encargado del manejo del equipo procede a introducir a la maquina los parámetros como densidad de compactado, ancho y espesor; las cuales permitirán obtener la velocidad media del equipo durante el proceso. Dependiendo de las condiciones del aluminio el operario puede aumentar o disminuir las revoluciones por minutos de dicha velocidad.

Si al inicio o durante el proceso ocurre una ruptura del material, el equipo es detenido y el operador procede a remover aluminio de cada una de la bobinas, para nuevamente dar inicio al proceso.

Cuando los rollos de aluminio que están siendo procesados les quedan poco materiales, el operario procede a disminuir la velocidad del equipo hasta detenerlo. El operador no permite que los rollos sean consumidos en su totalidad y se asegura de dejar cierta cantidad de aluminio, el cual es considerado chatarra y se le denomina cola. Una vez que es detenido el equipo, se procede a desmontar y colocar en el piso cada uno de los cores con su respectiva cola mediante el puente grúa para ser desprendida de forma manual y luego depositarla en los contenedores de material reciclable. La bobina que se a formado de la unión de los dos rollos es tomada por el puente grúa, se observa el peso que determina la balanza y se le resta el del core para determinar cual es el peso del rollo y anotarlo en su respectiva tarjeta (al igual que en los laminadores en este equipo también existen las tablas con pesos señalados según el radio de la bobina y que en algunos casos son tomados de aquí por el operador); luego se traslada a su respectivo cliente que son las separadoras.



Cuando en algunos casos las bobinas que van hacer unidas no son de pesos aproximadamente iguales, tiende a consumirse una primera y luego la otra, el procedimiento es el mismo, el operador detiene el equipo desmonta el core con su respectiva cola de la bobina que fue consumida y procede a montar una nuevamente. Esto ocurre cuando quedan algunos excedentes de aluminio en los cores y son pasado con otras bobinas que llegan para aprovechar al máximo dicho material.

Normalmente las bobinas de aluminios procesadas en la dobladora son de aproximadamente pesos iguales provenientes del mismo rollo madre, las cuales son divididas en los laminadores antes de llegar. De esta manera se asegura una mayor calidad de la bobina que se generara en la dobladora ya que las características de ambas láminas dobladas son exactamente iguales.

### **III.4.3. SEPARADORAS**

De los Laminadores de foil, el material pasa a las Separadoras, donde el rollo es separado y rebobinado, efectuándose los cortes en los anchos comerciales requeridos. La etapa de separación la realiza la Separadora Cuatro, Cinco y Seis. El proceso de esta actividad es realizada de la siguiente forma:

Primeramente es recibido por parte de los operadores el producto proveniente de la dobladora a través del puente grúa primario y colocado en el eje desbobinador del equipo. Una vez fijado el producto los operarios proceden de forma manual a separar la punta de la lámina que fue doblada previamente y colocar una en el rodillo bobinador superior del equipo y la otra en el rodillo bobinador inferior siendo ambas puntas sujetadas con cinta plástica.



### *CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL*



---

El operador encargado del equipo procede a verificar el requerimiento del corte a lo cual saldrá el producto que ya esta montado para fijar las hojillas a la distancia adecuada para cumplir con tal requerimiento.

Una vez realizado los pasos anteriormente descritos, el operario procede a introducir los parámetros en el equipo para definir las revoluciones por minutos a la cual el producto será rebobinado. Cuando se obtiene el peso deseado en cada uno de los cortes que salen en los diferentes ejes, superior como inferior, el equipo es detenido y el operador procede a desmontar los ejes con los diferentes cortes para ser trasladados luego al área de acabado y empaque.

Finalizado el desmonte de los diferentes productos, se procede nuevamente a fijar ambas puntas en el eje superior como inferior para continuar con el corte y rebobinado del rollo proveniente de la dobladora que ya se montado en el equipo, ya que aproximadamente de un rollo salen como cuatros flechas de productos.

Cabe destacar que a la hora del arranque del equipo si el material sufre alguna rotura es detenido y el operador procede a retirar todo el material en condiciones no deseadas tal sea el caso de arruga causadas debido al impacto de dicha rotura para luego nuevamente dar inicio al proceso de la actividad que allí se desarrolla.



---

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Después de realizar la descripción del proceso de laminación de las bobinas de aluminio en la empresa CVG-ALUCASA, se procede al análisis de la situación actual, estudiando el comportamiento en cada uno de los equipos para identificar las actividades que no agregan valor en dicho proceso, buscando la eliminación o reducción de todas forma de desperdicios específicamente aquellas que incrementan el material reciclable por proceso. También se realiza el análisis a una serie de muestras de chatarra provenientes de cada uno de los equipos para la comparación con los estándares permitidos por el Departamento de Planificación y Control de la Producción con respecto al porcentaje de chatarra por proceso, para así de esta manera atacar el equipo que presente material reciclable por encima de lo establecido y proponer acciones de mejoras.

A continuación se presenta de manera dividida el Análisis de Operación correspondiente a cada uno de los equipos (laminadores con dobladora y separadoras), y los diferentes porcentajes de muestras recolectadas en los mismos.



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



### IV.1. ANALISIS DE LA OPERACIÓN EN LOS LAMINADORES Y DOBLADORA.

Debido a que se busca la eliminación o disminución de actividades que generan el desperdicio, en este caso particular las que tengan que ver con la generación de material reciclable por proceso; se presenta a continuación el Análisis de la Operación aplicado de forma general a todos los laminadores y dobladora, ya que estas actividades se realizan de igual forma en cada uno de ellos.

#### IV.1.1. Propósito de la Operación.

Todas las actividades son necesarias para el proceso de laminación y doblado de los rollos.

#### IV.1.2. Tolerancia y Especificaciones.

Cada vez que el operador remueve material reciclable por punta y cola al inicio y al final del proceso de laminación, no posee un indicador que señale hasta donde debe remover el material, sino que se efectúa a criterio propio. Después que la bobina de aluminio es laminada, se procede a tomar su respectivo peso para ser trasladada a la estación siguiente, en donde el operador emplea la balanza del puente grúa, o en ocasiones utiliza tablas para aproximar el peso. Estas tablas están en cada uno de los equipos e indican un peso aproximado de la bobina con respecto al radio; es decir que el operador toma el radio de la bobina y busca el peso que indica dicho radio. Este peso es un aproximado y no es el peso real.



## *CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL*



---

Cabe destacar que a la hora de que el Departamento de Planificación y Control de la Producción reporta el consumo de material de cada uno de los productos durante la etapa del proceso, se encuentra con una serie de reportes por parte de los operadores que no coinciden y varían en gran manera con lo ocurrido realmente. Esto se debe al uso de las tablas a la hora de reportar el peso, así como también que el operador en ocasiones reporta un peso distinto al que la balanza indica; lo que da a pensar que esto se debe a que el operador lo hace con intención de que se reporte una menor cantidad de chatarra por proceso en su equipo y por ende ocurra incremento de material reciclable por proceso en los reportes de los equipos situados aguas abajo. En la tabla N°8 puede observarse un tipo de reporte efectuado por el operador.



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



Tabla N° 8. Reporte de peso de material reciclable producto punta y cola

Nº	Rollo	Peso entrada (Kg.)	Peso salida (Kg.)	Peso punta (Kg.)	Peso Cola (Kg.)	% peso punta y cola	Operadores	Observaciones
1	2152103072007	6520	6480	18	22	0.00613	Virgilio Veloz; Jorge Rodríguez	
2	1521203073001	6530	6500	25	31	0.00857	José M; José Ramos	Dos empates y una rotura
		La diferencia en Kg. Es de 30		Mientras que solo en punta y cola es 61 Kg.				
3	1521603072002	6580	3290 3170	34	21	0.00835	Stalin Borges; Euclide Colina	Dos roturas, por recalentamiento y grietas. El rollo fue dividido en dos.

FUENTE: Elaboración Propia

En la tabla anterior muestra N° 2 se puede observar que, el operador reporta un peso de salida de 6500 Kg. indicando perdida de material de 30Kg. quedando demostrado que ese peso de salida no es el real ya que solo se reportó en punta y cola una perdida de material de 61Kg. sin anotar la cantidad de material removido debido a la rotura y los empates realizados durante el proceso de laminación.

Como todos los productos que ingresan en cada uno de los equipos es aluminio que difiere solo en las especificaciones con respecto a otro producto; se puede notar que en las operaciones descritas anteriormente



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



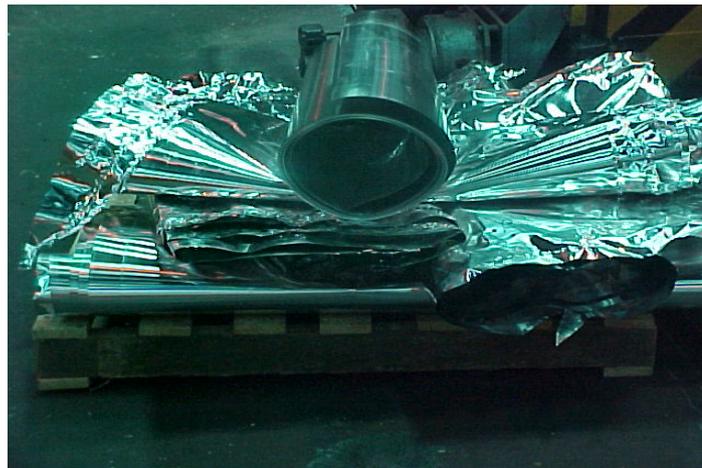
ocurre pérdida del material y la actividad que se repite es la remoción de punta y cola cada vez que un rollo ingresa y sale del equipo respectivamente. A través de los Departamentos de Ingeniería Industrial y Control Planificación de la Producción, CVG-ALUCASA estableció estándares permisibles de la cantidad de chatarra a obtener por punta y cola. Sin embargo se realizó un muestreo del peso obtenido por punta y cola que los operadores dejan en cada uno de los laminadores, arrojando como resultado alrededor del 1% con respecto al peso de entrada de cada rollo, verificando de esta manera que, a pesar de que los operadores usan su propio criterio para considerar que es punta y que es cola, no se exceden del estándar establecido. Las muestras recolectadas en el laminador intermedio pueden observarse en la tabla A.1, las del laminador once en la tabla A.2 y las del laminador ocho en la tabla A.3; todas anexas al final.

La dobladora a diferencia de los laminadores, durante su actividad realiza corte en los bordes del rollo para asegurarse de eliminar cualquier grieta que produzca más adelante la rotura del material; en la tabla A.4 se reflejan las muestras recolectadas en este equipo. En este equipo se obtuvo como resultado 2.97% de material generado por punta y cola con respecto al peso de entrada lo que refleja un incremento de chatarra del 0.97% sobre el estándar establecido, incurriendo en una serie mayor de costos no recuperables como energía, mano de obra, maquinaria entre otros, siendo esta una problemática a ser resuelta por la empresa de tal manera que logre obtener lo más pronto una cadena de valor óptimo.



### **IV.1.3. Principio de Economía de Movimientos**

Una vez que el operador desprende al inicio material considerado punta, es colocada a un lado sobre una paleta para esperar acumular toda la chatarra que se produce durante el proceso de laminación.



**Figura N° 6.** Material Reciclable.

Cuando el proceso se da como finalizado, el operador procede a desmontar del equipo el core que contiene material reciclable producto de la cola y colocarlo en el suelo para separar dicho material del core. Después que logra agrupar toda la chatarra, procede a trasladarla de forma manual hasta los contenedores situados a una distancia de 8 m. cargando con su cuerpo en varias oportunidades hasta 30 Kg. de chatarra, causando a los



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



operadores dolores en el cuerpo y fatiga, en donde a veces estas consecuencias se ven reflejadas como retardo en el tiempo de la producción, ya que el operador después de trasladar toda la chatarra a veces se detiene alrededor de 7 minutos para descansar.



**Figura N° 7.** Traslado de Material Reciclable por parte de los operadores hacia los contenedores.

### IV.1.4. Equipos, Herramientas y Tiempo de Preparación.

Cuando el proceso de unión de los rollos está por finalizar, el operador procede de forma manual a reducir en el equipo las revoluciones por minutos hasta lograr detenerlo.



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



La dobladora no posee un sistema de aviso que le indique al operador el momento mas adecuado para reducir la velocidad cuando los rollos están por terminar, sino que el operador utiliza su propio criterio; lo que ocasiona en algunos casos que se procese material fuera de especificaciones o que no se aproveche al máximo el material que cumple con los estándares permisibles y sea considerado chatarra, incrementando de esta manera la cantidad de material reciclable por proceso.

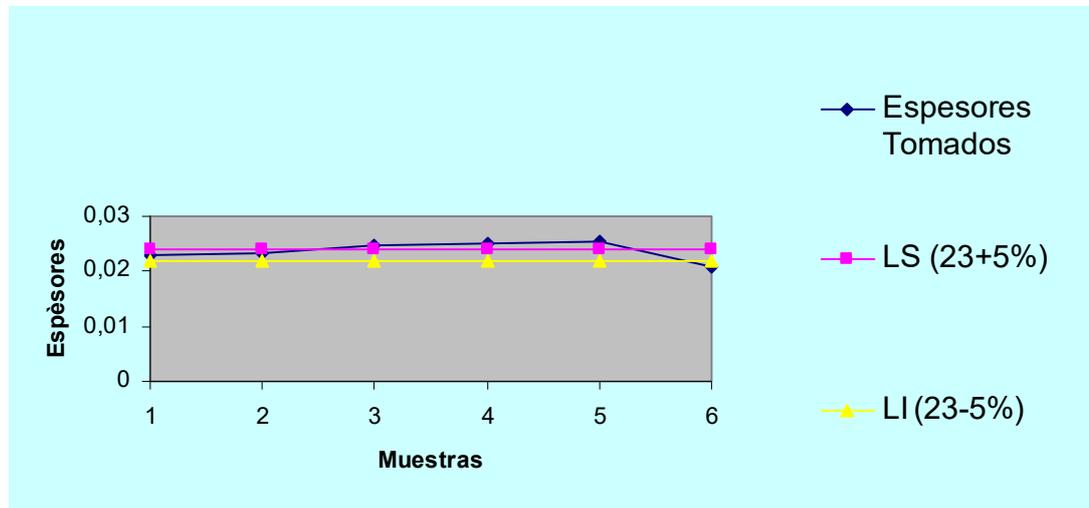
### IV.2. ANALISIS DE ESPESORES EN DOBLADORA

Debido a los resultados obtenidos en el muestreo para verificar la cantidad de chatarra producto por punta y cola, donde el equipo dobladora presenta un excedente del 0.9% con respecto a lo permitido, se presenta a continuación, un análisis de espesores en las muestras tomadas en este equipo, con la finalidad de dar respuestas a dos interrogantes que surgen a raíz de la problemática existente.

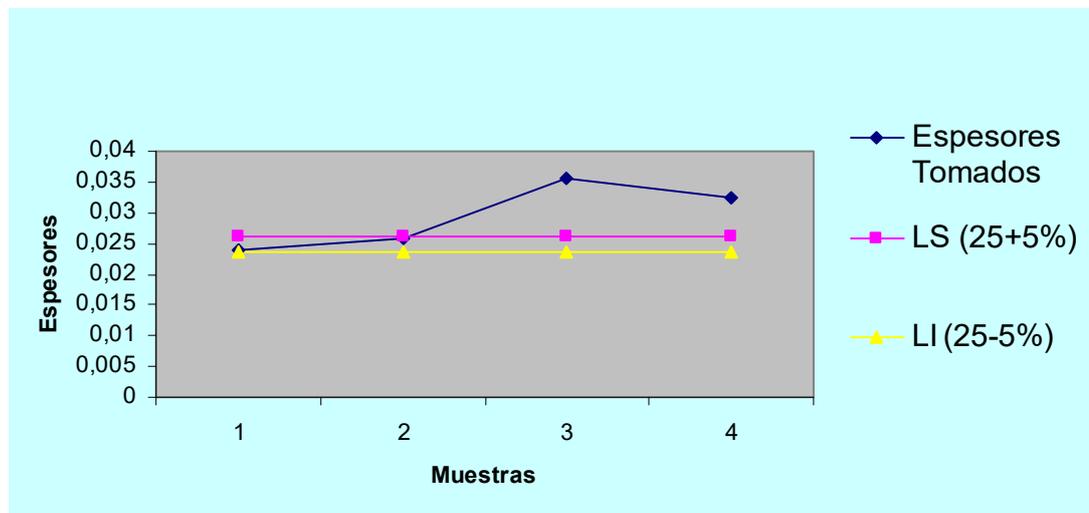
Cuando se tomaron las muestras, se realizó una medición de los espesores en el rollo justo después de removida la punta, arrojando que aproximadamente un 40% del material al comienzo ya estaba en el espesor deseado. Es decir que el operador no se excedió en un 60% a la hora de desprender del rollo el material fuera de especificaciones el cual es considerado punta. Sin embargo pudiera surgir la siguiente interrogante: ¿Cuánto material fue removido estando en las condiciones deseadas?



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



**GRAFICO N° 1.** Espesor justo después de removida la punta  
Para aluminio de 23 micras



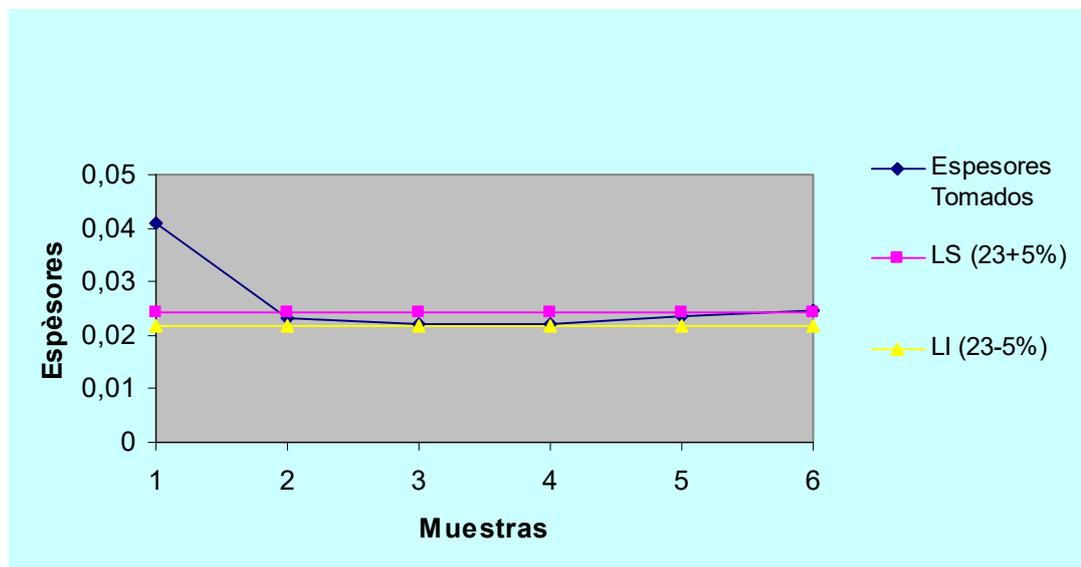
**GRAFICO N° 2.** Espesor justo después de removida la punta  
Para aluminio de 25 micras



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



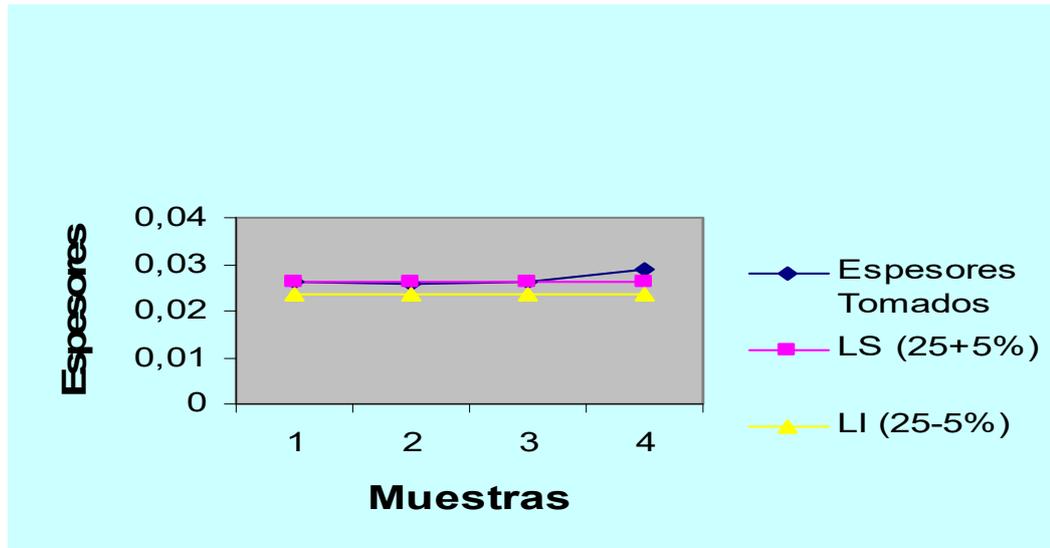
Cuando se tomaron las muestras, se realizó una medición de los espesores en el rollo justo al inicio de la cola, arrojando que aproximadamente un 80% del material todavía se encontraba dentro de las especificaciones deseadas. Lo que da a demostrar que el operador detiene el equipo antes de lo determinado, por no poseer un indicador de cuando sea el momento mas adecuado. En este caso surge también las siguientes interrogantes: ¿Cuánto material es considerado cola estando en las condiciones deseadas?, ¿Cómo podría saber el operador el momento mas apropiado para detener el equipo?



**GRAFICO N° 3.** Espesor justo al comienzo de la cola  
Para aluminio de 23 micras



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



**GRAFICO N° 4.** Espesor justo al comienzo de la cola  
Para aluminio de 25 micras

### IV.3. Otras Observaciones en dobladora.

\_ Variabilidad en el peso debido a que en la mayoría de los cores para los operadores pesan 250Kg; es decir, no verifican el peso actual del core. Cada core posee un peso específico y con el transcurrir del tiempo sufre desgates que hacen que su peso disminuya.



## *CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL*



---

\_ Variabilidad en el peso establecido en las tarjetas de cada rollo con respecto al obtenido en la balanza, debido a que algunos operadores obtienen dicho peso por las tablas que tienen relación con el radio, en donde algunos caso el radio es tomado visualmente.

Ambas situaciones originan pérdida de material reportadas según lo que indican las tarjetas y en la realidad en algunos casos no es así, sino que a la hora de reportar el material procesado, el Departamento de Planificación y Control de la Producción lo realiza a través de la información que reflejan dichas tarjetas y por ende existe aumento en el porcentaje de material reciclable por proceso.

### **IV. 4. ANALISIS DE LA OPERACIÓN EN LAS SEPARADORAS**

#### **IV.4.1. Propósito de la Operación.**

Todas las actividades son necesarias para el proceso de separación de las láminas de aluminio en los rollos procedentes de dobladora.

#### **IV.4.2. Materiales**

En las separadoras la causa que mas resalta en el incremento de material reciclable son los excedentes de cortes en cada rollo. El producto que arroja una mayor cantidad de sobrante es techo, el cual es considerado chatarra y reprocesado nuevamente. A continuación se presenta en



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



porcentaje la excedente este material que se obtiene a la hora de realizar el corte para el producto techo.

**TABLA N° 9.** Porcentaje de Chatarra por Excedente de Corte

Ancho Colada (mm)	Ancho Entrada Separadora 4 (mm)	Ancho Salida Separadora 4 (mm)	Chatarra por Trimel (mm)	Chatarra por Excedente de Corte (mm)	Porcentaje de chatarra por excedente de corte (%)
1370	1254	912	16	326	25,99
1370	1254	927	16	311	24,80
1370	1254	1000	16	238	18,97

FUENTE: Datos suministrados por la Empresa CVG\_ALUCASA

Estos excedentes de chatarra que resulta de los cortes de cada rollo aumentan el porcentaje de material reciclable en el área y por ende los costos al reprocesar nuevamente el producto, ya que a medida que el material en su proceso de producción sigue mas aguas abajo posee mayor valor agregado y la fase donde termina la producción del techo es justamente cuando llegan a las separadoras.

Actualmente, el equipo Separadora también presenta desperdicio de material por rupturas en el momento en que es separado, esto se debe a que las dos caras del material que están en contacto para dar el efecto Brillo-Mate se encuentran con falta de hidratación, para esto se emplean aceites hidratados de bajo contenido aromáticos, usados en todos los equipos de



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL

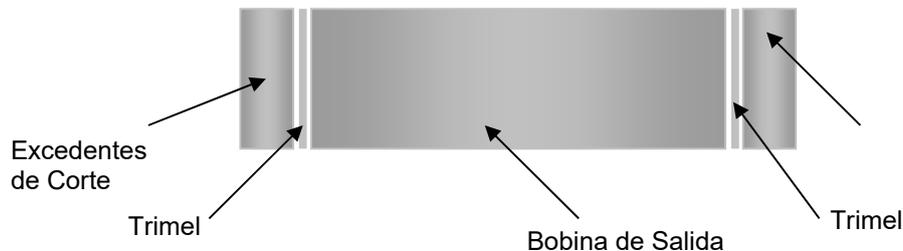


laminado en la empresa, que permite la disminución de la tendencia de manchado y residuos sobre las láminas, un rendimiento estable, alta resistencia a la oxidación y eliminación de sabores creados por las cetonas y aldehídos. Los rollos de aluminios que pasan por la dobladora y van directos a las separadoras carecen de aceites hidratantes debido a que la dobladora no posee un dispensador de aceite que rocíe los rollos mientras son procesados en este equipo. Las pérdidas de material reflejadas debido a esta causa son de 22.496 kg/mes.

### IV.4.3. Procesos de Manufactura.

El corte del material se realiza de la manera siguiente:

Procesando un rollo de chatarra a cada lado de la bobina de salida (corte simétrico), como excedentes de corte, además de las dos cintas de trimel.



**Corte Simétrico**

El operador debe estar muy atento a la inspección del procesamiento, porque no sólo es realizada en la bobina de salida, sino también de ambos lados de las cintas que como excedentes de corte se generan; ya que si en un lado de estas cintas presenta problemas de arrugas, la lámina a cortar presenta ondulaciones que generan mal corte y consiguientes roturas y



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



paradas. Además los excedentes de corte en ambos lados de la bobina resultan ser de ancho muy pequeños y por su tamaño son propensos con mayor facilidad a presentar problemas de arrugas a la hora de ser procesados; otra consecuencia debido al tamaño que resultan ser los excedentes, es que no pueden ser aprovechados para cualquier otro producto, ya que tienen como ventaja que el proceso de producción del techo ha sido completado.

### **IV.4.4. Equipos, Herramientas y Tiempo de Preparación.**

El tiempo que tarda un operador en el enhebrado de una cinta es de aproximadamente un minuto con 20 segundos. Una vez colocado en el producto en el eje desbobinador de las separadoras, el tiempo total consumido por el operador en el enhebrado es de aproximadamente cuatro minutos, ya que tiene que preparar las cintas (excedentes de corte) más la lámina del rollo de salida; este tiempo es repetido cada vez que sale una flecha de producto terminado; normalmente de un rollo de entrada salen 4 flechas de productos y en total por cada rollo de entrada a las separadoras el operador se tarda 16 minutos solo preparando la lámina de aluminio en las flechas de salida; ocasionando aumento en el tiempo de producción.



#### **IV.4.5. Condiciones de Trabajo.**

Luego de bajar las flechas de salida los operadores deben separar los excedentes de corte de la bobina de salida, para esto empujan los rollos excedentes los cuales caen golpeando el suelo la mayoría de las veces, esta situación encierra peligros de lesiones para los operadores y cualquier persona que se encuentre cerca en ese momento.



**FIGURA N° 8.** Algunos de los rollos de chatarra que se generan en el proceso.



## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACION ACTUAL



**FIGURA N° 9.** Problemas al cortar el material con dos cintas laterales de chatarra (excedentes de corte)



---

## CAPÍTULO V

### PROPUESTAS DE MEJORAS

Este capítulo presenta propuestas de mejoras para la solución de los problemas descritos en el análisis crítico del capítulo anterior. Las mejoras están referidas a las principales causas que originan desperdicios y a los movimientos de cuarto y quinto orden que ejercen los operadores que laboran en el área de estudio.

#### V.1 PROPUESTA DE MEJORA PARA EL EQUIPO DOBLADORA

La propuesta va dirigida a la disminución de chatarra originada como consecuencia del tiempo que tarda el equipo en estabilizarse y no a la causa de la misma, debido a que si se disminuye el tiempo en estabilizar el equipo, aumentaría la velocidad de arranque y tratándose de equipos de laminación en la que se implica la utilización de mezcla de combustible para facilitar el proceso, un aumento del impacto de los rodillos con la lamina puede provocar el incendio del laminador, que traería como consecuencia parada en la producción hasta de mes y medio. <sup>(1)</sup>

Se propone un sistema PLC (Programable logic controller) o un API (Autómata Programable Industrial). Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

---

1. Según registros de la empresa, los laminadores cuando se encienden en promedio tardan mes y medio parados.



De tal manera, se considera dos nuevas variables para documentar en las tarjetas viajeras de cada rollo en los equipos Laminador 11 y Laminador Intermedio, parámetro a introducir en el equipo Dobladora, que se utilizan para calcular el radio de material fuera de especificación; estas variables son: Tiempo (seg.), es el tiempo que tarda el equipo en alcanzar el espesor deseado, y Vf (mpm.), es la velocidad final en la que el equipo alcanza el espesor.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

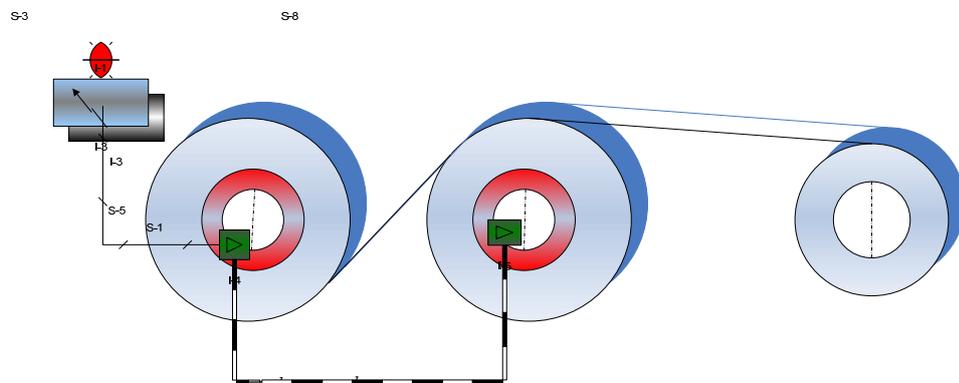
La empresa cuenta con un sistema interno llamado Messury conectado a todos los equipos del sistema de producción, quien recibe información de las velocidades a la que se procesa material en cada equipo, los datos introducidos por los operadores de los equipo en cuanto a espesor a reducir, velocidad media a procesar el material, fuerza a aplicar en los rodillos reductores, peso y radio del rollo, tiempo en que se alcanza el espesor, etc.

En este caso, el PLC funciona de la siguiente manera: detiene el equipo en el momento en que se acerca material a doblar fuera de espesor, el sistema Messury asigna una tolerancia de tiempo al parámetro (tiempo) introducido como dato en el equipo Dobladora, que es el tiempo que tarda el equipo en detenerse según la velocidad que mantenga el equipo en ese instante, y precisamente se desecha la cantidad mas cercana de material reciclable llamado cola. A continuación se muestra en la figura N°9. un dispositivo PLC, y en la figura N° 10. se observa el sistema PLC instalado en el equipo Dobladora.



Figura 9. Sistema PLC

Figura N°10. Dispositivo instalado en Dobladora.



Comenzando el doblar de los rolos





**Tabla N° 10.** Situación Actual vs. Situación Propuesta

	Situación Actual	Situación Propuesta
Peso Promedio de Entrada	2944,911 Kg.	2944,911 Kg.
Peso Promedio de Punta	25,970 Kg.	25,970 Kg.
Peso Promedio de Cola	61,529 Kg.	22,605 Kg.

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla A.5 de resultados anexas al final en la situación propuesta, la cola se encuentra en un rango aproximado de 18.1 - 19.4 Kilogramos/rollo para el producto Techo enviado del Laminador 11 a Dobladora, y de 21.3 - 28.3 Kilogramos/rollo para el producto Jumbo enviado del Laminador Intermedio a Dobladora; cantidad que actualmente se encuentra en promedio 61,529 Kg./rollo reduciéndose en un 63,26% una vez implementando el dispositivo PLC.

La mejora propuesta en este equipo logra reducir la cantidad de chatarra producto de la cola, ya que no se hará de forma manual ni a consideración del operador, sino que el sistema PLC logrará detener el equipo lo más próximo a la cantidad real fuera de especificación.

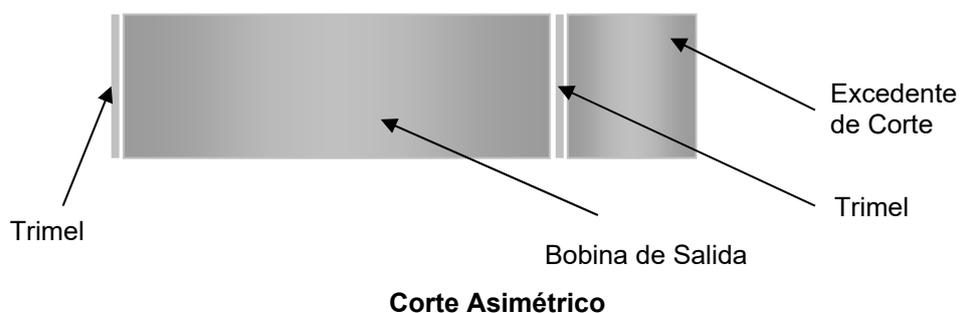
El estándar establecido por el Departamento de Planificación y Control de la producción para la chatarra producto de la punta y cola actualmente es de 2% del total del peso en Kg. del rollo de entrada; sin embargo ese porcentaje se encuentra en la realidad en un 2.97%, es decir un 0.97% por encima del estándar, aumentando de esta manera el material reciclable y por ende los costos de reproceso.

La propuesta presentada, además de reducir la cantidad de chatarra producto de la cola, también reduce el estándar permisible de 2% a 1,65%.

Los cálculos de la tabla A.5 que se muestran en los anexos se obtienen de una hoja de cálculo en Excel, empleando fórmulas para calcular el volumen de un cilindro hueco, aceleración y recorrido de un movimiento uniformemente acelerado.

### V.2 PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIO EN LA SEPARADORA.

Realizar el corte de forma asimétrica, es decir, que todo el excedente de material sea producido en un solo core como se muestra en la figura, de tal manera que se aproveche el excedente de corte del producto techo, para la generación de un producto de consumo masivo.





### ➤ JUSTIFICACIÓN:

La realización de esta forma de corte permite reducir en un 50% la probabilidad de que el proceso sea detenido por presentar arrugas un lado de las cintas y por falta de cores, ya que aquí solo se emplea una cinta de excedente y no dos. Disminuye de igual manera los peligros de lesiones para los operadores y cualquier persona que se encuentre cerca en ese momento a la hora de bajar las flechas.

Facilita la inspección durante el proceso por parte de los operadores.

El material obtenido debido al excedente puede aprovecharse como otro producto comercializador, debido a que su nuevo ancho es más práctico en comparación con el actual. El nombre propuesto de este nuevo producto será llamado Súper Resistente, el cual tendrá la siguiente caracterización:

**Foil:** AA: 8011 – Espesor: De 28 a 30 micras – Temple: “o” - Ancho: 300 mm – L: 50 mts.

**Estuche:** Largo: 323 mm – Alto: 70 mm – Ancho: 72 mm – Espesor: 2mm.

**Core de cartón:** L: 317 mm – Diámetro: 39 mm – Espesor: 2 mm.



---

### **CUADRO OPERATIVO Y DE COSTOS:**

- Excedente de corte (kg./mes): 23.278,94

Nota: Se está considerando el rango de espesores de 28 a 30 micras, por arrojar un excedente con un ancho mayor a 300 mm., que corresponde a un 64,88 % de la producción de techo.

- Valor agregado del excedente de corte que se desecha actualmente (Bs.F/mes): 15.009,57

### **BENEFICIOS Y VENTAJAS:**

#### **Operativas:**

- Aprovechamiento del excedente de corte del producto techo.
- No se requiere desarrollar un estuche, ya que las dimensiones del estuche, serían las mismas del estuche del Súper rendidor.
- Disminución de la chatarra.
- Existen equipos y personal calificado.
- Se elimina el proceso de mecanizado de cores de aluminio.

#### **Imagen:**

- Será un producto con marca Alucasa.
- Por su espesor es SUPER RESISTENTE.
- Puede estar dirigido al sector doméstico (Amas de casa) y comercial (Hoteles, restaurantes, entre otros).



---

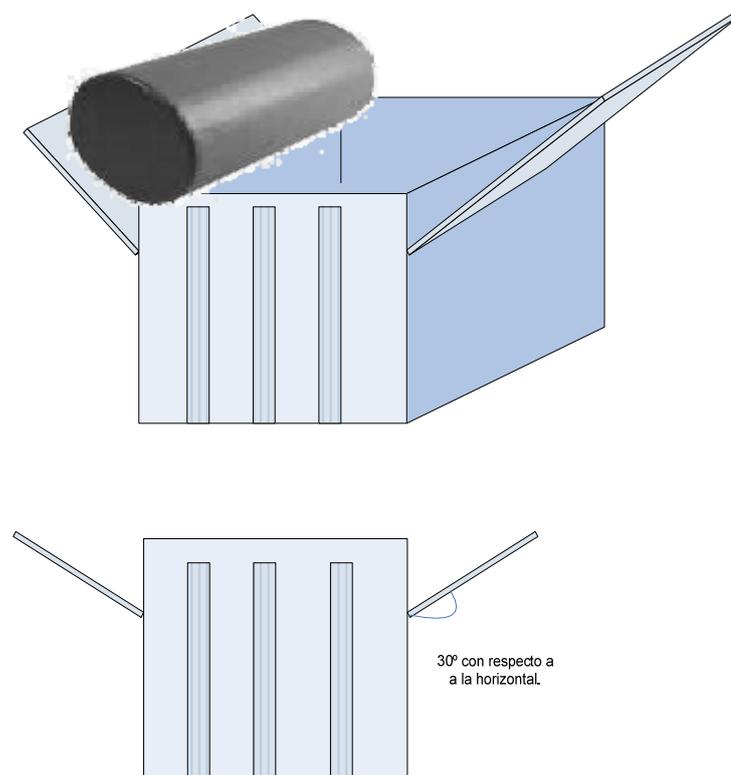
**Costo:**

- La ruta de fabricación es más corta, lo cual implica un costo menor y un mayor margen de ganancia.
- **No se requiere inversión.**

**V.3 PROPUESTA DE MEJORA EN LOS CONTENEDORES DE CHATARRA PARA LA ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS EN LOS OPERADORES.**

Colocar alrededor de los contenedores unas aristas de 30cm de ancho, 60cm de largo y una inclinación de aproximadamente 30°, como se indica en la figura N°10, con la finalidad de que el operador traslade a través del puente grúa el core que contiene el material reciclable hasta dichas aristas y pueda ser desprendido una vez situado allí.

FIGURA N° 10: Aristas en Contenedores de Material Reciclable.



➤ JUSTIFICACIÓN:

Disminuye los movimientos de orden superior en los operadores a la hora de separar el material reciclable del core, ya que lo realizará de pie sin tenerse que agacharse. También eliminará la fatiga a causa del recorrido que realizan los operadores cargando con su cuerpo el material hasta depositarlo en los contenedores, debido a que el material será trasladado mediante el puente grúa con el core hasta las arista y es allí donde el operador procederá a separarlos, dejando caer libremente todo



---

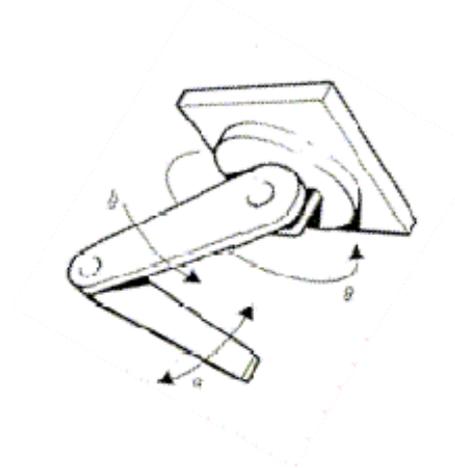
el material en dichos contenedores; eliminando el retardo en la producción que en algunos casos se veía reflejado a causa de esta problemática.

La inversión que requiere es mínima y puede verse reflejada en las tablas de costos N° 12 y 13, ya que solo se realiza esta mejora en los tres contenedores que contiene el área en estudio.

#### **V.4 PROPUESTA DE MEJORA EN LA SEPARADORA PARA EVITAR LOS RIESGOS DE ACCIDENTES AL MOMENTO DE SEPARAR EL ROLLO DE CHATARRA DEL ROLLO DE SALIDA.**

Se propone un brazo hidráulico para cada flecha, con sistema de sujeción neumática de core para los excedentes de cortes, el cual será accionado con un interruptor por el operador una vez expuesta la flecha del equipo. En este caso, una vez accionado el brazo posicionado automáticamente justo a un extremo izquierdo, en el sentido longitudinal de la flecha, el operador procederá a separar el excedente de corte de la flecha, y al separarlo quedara sobre el brazo, acciona el sistema neumático para la sujeción del core, y automáticamente se ubica el brazo en la posición original, para luego, emplear el puente grúa y desmontar los rollos sin riesgo alguno. A continuación se muestra en la figura V.4 el dispositivo propuesto.

**FIGURA N° 11:** Brazo Hidráulico con Sistema Neumático de Sujeción de Core.



➤ **JUSTIFICACIÓN:**

La propuesta eliminará todo tipo de riegos y lesiones que puedan afectar la salud del operador que realiza la actividad de separar los rollos de la flecha.

### **V.5 PROPUESTA DE MEJORA PARA CONTROLAR LA VARIABILIDAD DEL PESO DE LOS ROLLOS CON RESPECTO A LO QUE MARCAN LAS TARJETAS**

Se plantea que por requerimiento del Departamento de Planificación y Control de la Producción se le asigne a cada equipo una balanza para que estos puedan verificar el peso de entrada en cada rollo antes de ser montado en los ejes del equipo y no quedarse solo con la información que refleja las tarjetas. Esta balanza estaría ubicada en las grúas que posee



cada equipo, para que de esta manera no tengan que esperar que la única balanza que posee el puente grúa este desocupada.

También se propone que regularmente en un periodo mensual sean verificados los pesos de cada core y marcados a través de cintas visibles de diferentes colores según sea el peso, para que los operadores utilicen el peso más exacto.

Una vez implementando estas propuestas se sugiere la eliminación del área de trabajo de las tablas que reflejan el peso a través del radio, ya que sólo indican un aproximado del peso y no es tomado el radio de la bobina por parte de los operadores como debe ser.

### ➤ JUSTIFICACIÓN:

- Se tiene un mayor acercamiento por parte del Departamento de Planificación y Control de la Producción al porcentaje de material reciclable originado durante el proceso de laminación.
- El personal que labora en el Departamento antes mencionado a la hora de realizar los reportes trabajaría sin menos estrés ya que no perderá más tiempo tratando de deducir que pasaría en un reporte cuando este tenga una significativa variabilidad de peso desde que nace el rollo de colada hasta que es entregado al cliente.
- Para estudios a futuro, se tendría con mayor precisión cuál es o cuáles son los equipos que arrojan un mayor porcentaje de chatarra realmente y no por lo que se reporta en las tarjetas.



---

## V.6. PROPUESTA DE MEJORA PARA EL EQUIPO DOBLADORA

Para evitar la ruptura del material procesado en Separadora, se propone un Dispositivo Rociador para el equipo Dobladora, este nuevo sistema hidrata las dos caras de aluminio que están siendo procesadas con aceites de bajo contenido en aromáticos, usados en todos los equipos y en diferentes concentraciones, el dispensador se ubicará en el espacio existente entre las dos bobinas de entrada en Dobladora para lubricar y refrigerar las laminas para evitar futuras paradas por rupturas.

### ➤ JUSTIFICACIÓN:

La alternativa de mejora planteada, elimina la ruptura por adherencia de las láminas a nivel de separadora, el dispositivo rociador utilizará la misma mezcla de aceites que se emplea actualmente en el Laminador 08, y se puede aprovechar el espacio físico disponible entre las dos bobinas de entrada para incorporar el dispositivo y eliminar el desperdicio de material debido a la adherencia de laminas por falta de lubricación. A continuación, en la tabla V.2 se muestra la cantidad de desperdicio que se logra reducir con la aplicación de la mejora.



**TABLA N° 11:** Cantidad de Material Reducido con la Implementación de la Propuesta.

Propuesta de Mejora	Cantidad Reducida (Kg/mes)
Dispositivo Rociador de Aceites para la Dobladora	22.496,0

FUENTE: Añez O, Ponce E, y Dpto. de PCP.

Además de reducir en su totalidad los 22.496 Kg/mes del desperdicio de material generado por la adherencia, y generar un ahorro mensual de 148.093,85 Bs.F, se reduce el tiempo de producción en un 26,7%, es decir, de 45 min/flecha a 33min/flecha.



Las tablas que a continuación se presentan reflejan los costos de las diferentes propuestas con sus respectivos ahorros justificando económicamente la aceptación de dichas propuestas.

### V.7. COSTO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

**TABLA N° 12:** Costos de Mano de Obra y de Ingeniería Requeridos para la Implementación de las Propuestas.

Descripción	Costo (Bs.F)
<b>Dispositivo PLC</b>	
• Costo de Ingeniería	11.475,50
• Costo de Mano de Obra	3.780,00
<b>Mejora en Contenedores de Material Reciclable</b>	
• Costo de Mano de Obra	840,00
<b>Brazo Hidráulico con Sistema de Sujeción Neumático para la Separadora</b>	
• Costo de Mano de Obra	5.040,00
• Costo de Ingeniería	10.867,50
<b>Balanzas</b>	
• Costo de Mano de Obra	2.135,00
<b>Dispositivo Rociador en Dobladora</b>	
• Costo de Mano de Obra	6.300,00
• Costo de Ingeniería	11.947,25
<b>TOTAL COSTO DE MANO DE OBRA Y DE INGENIERÍA</b>	<b>52.385,25</b>

FUENTE: Añez O, Ponce E, y Dpto. de Finanzas.



**TABLA N° 13:** Costos en Materiales y Equipos Requeridos para la Implementación de las Propuestas.

Descripción	Costo (Bs.F)
<b>Dispositivo PLC</b>	
• Sistema PLC.	5.475,00
• Costo de Materiales	3.874,50
<b>Mejora en Contenedores de Material Reciclable</b>	
• Costo de Materiales	2.765,00
<b>Balanzas</b>	
• Costo de Materiales	39.550,00
<b>Dispositivo Rociador en Dobladora</b>	
• Costo de Materiales	9.748,56
<b>TOTAL COSTO DE MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>61.413,06</b>

FUENTE: Añez O, Ponce E, y Dpto. de Finanzas.

**TABLA N° 14:** Ahorros Obtenidos con la Implementación de las Propuestas Planteadas.

Descripción	Ahorro (Bs.F/mes)
<b>Dispositivo PLC</b>	70.056,00
<b>Mejora en el corte del producto techo</b>	15.009,57
<b>Dispositivo Rociador en Dobladora</b>	148.093,85
<b>TOTAL AHORROS</b>	<b>233.159,42</b>

FUENTE: Añez O, Ponce E, y Dpto. de Finanzas.



La inversión inicial en la que se incurrirá para lograr reducir el desperdicio o material reciclable generado con la implementación de las propuestas, será el resultado de la sumatoria de la totalidad de los costos asociados, como el costo de mano de obra, costo de ingeniería y costos de materiales, estos se muestran en la tabla V.6.

**TABLA N° 15: Inversión Inicial (II).**

Descripción	(Bs.F)
TOTAL COSTOS DE MANO DE OBRA Y DE INGENIERÍA	52.385,25
TOTAL COSTO DE MATERIALES Y EQUIPOS	61.413,06
<b>TOTAL INVERSION INICIAL</b>	<b>113.798,31</b>

FUENTE: Añez O, Ponce E, y Dpto. de Finanzas.

## V.8 TIEMPO DE PAGO

El tiempo de pago es empleado para evaluar y medir el tiempo requerido para que los flujos monetarios netos recuperen la inversión inicial a una tasa mínima de rendimiento igual a cero.

Se selecciona este modelo para evaluar las mejoras propuestas, considerando que implantar las propuestas los resultados son inmediatos, es decir a corto plazo.



---

El tiempo de pago se calcula mediante la siguiente relación:

$$\text{TP} = \text{Inversión Inicial} / \text{Ahorros Obtenidos}$$

**TP = 15 días**

Con una inversión inicial de 113.798,31 Bs.F, el tiempo de recuperación de la dicha es de 15 días, por lo tanto las propuestas de mejoras planteadas en este trabajo de investigación son aceptables por la empresa, ya que se logra recuperar la inversión en un tiempo menor al límite establecido que es igual a 5 meses.



---

## CONCLUSIONES:

El presente Trabajo Especial de Grado contribuye con la empresa CVG-ALUCASA, en el planteamiento de alternativas de mejoras que permitan la solución de los problemas planteados, relacionados con el material reciclable generado en el proceso de producción. A continuación se muestran los resultados obtenidos con esta investigación en los siguientes aspectos:

1. Las herramientas aportadas por la Ingeniería de Métodos puestas en práctica permitieron el logro del objetivo general de este Trabajo Especial de Grado tal como se enuncia “Proponer mejoras en la empresa CVG-ALUCASA con el objeto de minimizar el material reciclable en el proceso de producción y cumplir con los compromisos internos enfocados al mejoramiento continuo”.
2. Se alcanza lograr los objetivos específicos tales como, definir las causas por las cuales se genera el material reciclable en el proceso de producción de la empresa, y de evaluar el grado de cumplimiento de los criterios considerados por cada uno de los operadores para la estimación del material fuera de especificación, esto se obtiene con el estudio efectuado en cada uno de los equipos donde existe desprendimiento de material, por encontrarse fuera de los parámetros deseados.



## CONCLUSIONES



3. Con la propuesta de mejora planteada en el equipo Dobladora se logra reducir el estándar de material reciclable de punta y cola de 2% a 1,65%, de acuerdo a los resultados obtenidos en el cálculo de la cantidad de material tipo cola reflejados en el gráfico V.5 ; controlando de esta manera el exceso material considerado fuera de especificación, generando un ahorro de 70.056,00 Bs.F/mes, resultado que además contribuye con la planificación estratégica de la empresa.
  
4. La nueva alternativa de corte para el producto Techo, reduce en un 50% la probabilidad de que el proceso sea detenido por presentar arrugas el material a un lado de las cintas, y permite aprovechar el excedente de corte para comercializar un nuevo producto de consumo masivo llamado Súper Resistente, con un espesor de 28 a 30 micras, ancho de 300 mm. y largo de 50 mts., en core de cartón; además se reduce el riesgo de lesiones por manipulación al momento de desmontar las flechas.
  
5. Con el brazo de hidráulico de sujeción neumática y el empleo de la nueva alternativa de corte para el producto Techo, se eliminan los peligros de lesiones para los operadores de la separadora, cuidando de esta forma la salud ocupacional de cada individuo que labora en el área y una vez mas se contribuye con la planificación de la Gerencia de Planta.



## CONCLUSIONES



- 
6. Se logra reducir en su totalidad el desperdicio mensual de material generado por la adherencia de láminas en el equipo separadora, con la implementación del dispositivo rociador de aceites hidratados, y además se reduce el tiempo de producción en un 26,7%.
  
  7. La inversión inicial de las mejoras planteadas tienen un valor aproximado de 113.798,31Bs.F, ahorros esperados de 233.159,42Bs.F/mes, recuperando la inversión en 15 días, lo que hace un proyecto aceptable y viable para la empresa; de luego recuperar la inversión inicial el ahorro se convertirá en beneficio para CVG-ALUCASA.



## CONCLUSIONES





---

## RECOMENDACIONES:

En función a las conclusiones derivadas de este estudio se hacen las siguientes recomendaciones, dirigidas al personal encargado de llevar a cabo las mejoras propuestas en este trabajo.

- ✓ Recolectar información acerca de los parámetros como tensión trasera, tensión delantera, carga del laminador, tracción, temperatura y el tiempo que tarda el aluminio en alcanzar el espesor meta una vez que comienza el proceso de laminado para los demás productos que a pesar de no tener una demanda mayor en la dobladora igual pasan por este equipo y así de ésta manera el dispositivo PLC también pueda ser aplicado a estos productos y obtener mayores resultados en cuanto a la reducción del material reciclable.
- ✓ Estudiar la alternativa de maximizar los cortes que se efectúan en los equipos Laminador Primario, Niveladora de Tensión y Dobladora, y/o realizar cortes en los Laminadores 11 y 8 todos ellos previos a la Separadora 4, para distribuir mejor la cantidad de chatarra que se genera en la secuencia de fabricación de los productos que pasan por este equipo y minimizar la situación problemática que genera la alta cantidad de chatarra que se generaría en la Separadora, esto por supuesto, enmarcado dentro de un estudio global que cuantifique el efecto de esta propuesta en las secuencias de fabricación de los demás productos.



## RECOMENDACIONES



- 
- ✓ Hacer una revisión periódica a los parámetros que los operadores de los laminadores intermedio y once establecen a la hora de comenzar el laminado de un rollo que luego tendrá como equipo cliente a la dobladora, ya que una alta variación de estos parámetros pueden afectar el buen funcionamiento del dispositivo PLC a la hora de detener el equipo.
  
  - ✓ Informar a los operadores las problemáticas que se generan en el Departamento de Planificación y Control de la Producción a la hora de levantar los reportes mal elaborados por parte de ellos y concientizarles a disminuir estos errores.



### Bibliografía

- Ibarra, G: (2002). *Reducción del desperdicio de material en el proceso de elaboración de mangueras automotrices*. Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- Burgos, F. *“Ingeniería de Métodos, Calidad y Productividad”*. Publicaciones de la Universidad de Carabobo, III Edición. Valencia-Venezuela, 2002.
- Avilez, J. (2004). *Técnicas de Recolección de Datos*. Recuperado el día 08-03-2004 en [www.monografias.com](http://www.monografias.com).
- Eco, U. (1983). *Cómo se hace una Tesis. Técnicas y procedimientos de investigación, estudio y escritura*. (5º Edición). España: Editorial Gedisa, S.A.
- Green, L. (2000). *El Proyecto Factible. Técnicas para la Elaboración de Trabajos de Grado*. Facultad de ingeniería, Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- *Recogida de Datos*. Recuperado el día 09-03-2004 en [www.perso.wanadoo.es/](http://www.perso.wanadoo.es/)
- James, C y Méndez, C. *“Metodología. Diseño y Desarrollo del proceso de investigación”*. Editorial Mc Graw-Hill. Colombia, 2001.
- Tesis chilenas en línea, [www.cybertesisenlínea.com](http://www.cybertesisenlínea.com).

## ANEXOS

### MUESTRAS RECOLECTADAS DE MATERIAL RECICLABLE POR PROCESO EN LOS EQUIPOS.

TABLA N° A.1. Muestras Laminador 08.

N	Rollo	Peso entrada Kg.	Peso salida Kg.	Peso punta Kg.	Peso cola Kg.	% Punta y cola
1	1522202072002	3120	3100	6	12	1
2	1522202071001	2150	2050	9	11	1
3	1521602073001	1140	1015	0.45	55	5
4	1542802073001	2400	2280	2.8	28	1
5	1540503071002	3300	3230	9	2	0
6	1540503011002	2580	2570	1.78	11	0
7	1510303072002	2990	2915	24,630	3,600	1
8	1521203072001	780	735	7	11	2
9	1541203071001	2140	2130	2	8	0
10	1511203073002	775	725	5	10	2
11	1540402071001	1530	1350	7	4	1
12	15402020732002	1830	1790	6	2	0
13	1541103073002	6400	3540 2840	10	10	0

FUENTE: Añez O. y Ponce E.



**CONTINUACIÓN TABLA N° A.1. Muestras Laminador 08.**

<b>N</b>	<b>Rollo</b>	<b>Peso entrada Kg.</b>	<b>Peso salida Kg.</b>	<b>Peso punta Kg.</b>	<b>Peso cola Kg.</b>	<b>% Punta y cola</b>
14	1520104072002	2020	1940	3	10	1
15	1520104071002	2420	2345	12	14	1
16	1520404073001	3230	3005	4	39	1
17	1540804073001	1900	1780	1	17	1
18	1541004071002	1480	1410	19	9	2
19	1541504011002	2130	2070	4	13	1
20	1532204073001	3420	3210	18	47	2

FUENTE: Añez O. y Ponce E.



TABLA N° A.2. Muestras Laminador 11.

N	Rollo	Peso entrada Kg.	Peso salida Kg.	Peso punta Kg.	Peso cola Kg.	% Punta y cola
1	1512102071002	3240	3150	14	62	2
2	1540402072002	3980	3070	15	8	1
3	1530503073001	3050	2965	10	60	2
4	1510903072001	6550	3210 3206	2	13	0
5	2152103072007	6520	6480	18	22	1
6	1521203073001	6530	6500	25	31	1
7	1521603072002	6580	3290 3170	34	21	1
8	1541303073001	6643	3310 3298	8	9	0
9	1542203071002	4250	4125	12	16	1
10	1532903071002	5820	5735	7	23	1
11	1540204042001	2900	2810	10	40	2
12	1530504072003	6210	6185	5	11	0
13	1520504073001	6485	6390	7	18	0
14	1530804072001	5445	5280	15	28	1
15	1511004071001	3630	3540	11	30	1
16	1511004071002	4760	4580	8	12	0
17	1511404073002	1220	1170	5	22	2

FUENTE:  
E: Añez  
O. y

Ponce E.



---

**TABLA N° A.3. Muestras Laminador Intermedio.**

**FUENTE: Añez O. y Ponce E.**

N	Rollo	Peso entrada Kg.	Peso salida Kg.	Peso punta Kg.	Peso cola Kg.	% Punta y cola
1	1541403071001	6100	6037	10	15	0
2	1511203071002	6750	6690	0	40	1
3	1540703071002	2890	2865	0	22	1
4	1541503073002	6385	6385	20	54	1
5	1511003071001	6520	6520	0	35	1
6	1511103071002	6640	6640	0	40	1
7	1511203073001	6110	6110	0	39	1
8	1541103073002	6660	6660	0	35	1
9	1521203071001	6680	6650	0	35	1
10	1511203073002	6110	6060	0	35	1
11	1541703073001	6520	6455	3	46	1
12	1541503071001	6640	6635	4	5	0
13	1541303073001	6690	6643	0	43	1
14	1521603073001	6375	6315	0	56	1
15	1532103072002	6190	6110	0	47	1
16	1522403071001	6485	6395	0	39	1
17	1543003071002	6665	6610	0	40	1
18	1520404073002	6550	6490	0	45	1
19	1530804072001	6200	6145	0	40	1

TABLA N° A.4. Muestras Dobladora



ANEXOS



N	Rollo	P. entrada Kg.	Ancho entrada	Ancho salida	P. punta Kg.	P. cola Kg.
1	1532503071002 1532403073002 1521903071002	3150	1254 1284 1284	1234 1234 1234	10	97
2	1532403073002 1542703071002	3200	1284 1284	1244 1244	28	69
3	1532503071001	2200	1284	1244	26	45
4	1542703071002 1512903071001	2150	1284 1284	1244 1244	45	57
5	1510504072002	2815	1284	1254	18	90
6	1530504071002 1530504071002	3008	1284 1284	1254 1254	14	75
7	1510604072002	2290	1284	1254	4	23
8	1511204071001	3150	1284 1284	1254 1254	29	89
9	1531304072002 1531304072002 1531404071001 1531404071002	3000	1284 1284 1284 1284	1254 1254 1254 1254	84	62

FUENTE: Añez O. y Ponce E.

CONTINUACIÓN TABLA N° A.4 Muestras Dobladora.



## ANEXOS



<b>N</b>	<b>Rollo</b>	<b>P. entrada Kg.</b>	<b>Ancho entrada</b>	<b>Ancho salida</b>	<b>P. punta Kg.</b>	<b>P. cola Kg.</b>
10	1511204071003	2900	1284	1254	67	42
11	1511404072003	3190	1284	1254	45	87
12	1530405072002 1530405072002 1530405071001	2450	1254 1284 1284	1254 1254 1254	41	88
13	1511005071001	3050	1284	1254	86	81
14	1511005071002	2760	1284	1254	21	19
15	1511205071001	3178	1284	1254	18	74
16	1511805071001	3550	1284	1254	7	98
17	1531905073002 1542205071002	3720	1284 1284	1254 1254	22	35
18	1532405073002 1542405071002	3110	1284 1284	1254 1254	11	47
19	1512805071002	3130	1284	1254	18	80
20	1512905071003	3200	1284	1254	15	62

FUENTE: Añez O. y Ponce E.

**GRÁFICO V.5: Cálculo cantidad de material tipo Cola implementando Dispositivo PLC**

Material	Equipo	Reducción	Espesor(mm)	Ancho(mm)	Tiempo(Seg)	Tiempo(min)	Vf(mpm)	Vo(mpm)	Aceleración(m/min <sup>2</sup> )	Longitud(metro)
Jumbo	Lam-11	55-23	0,023	1254	39,5	0,658333333	727	0	1104,303797	239,3041667
Techo	Lam-Int	110-55	0,055	1254	40,03	0,667166667	347	0	520,1099176	115,7534167
Techo	Lam-Int	110-55	0,055	1254	48,81	0,8135	380,2	0	467,3632452	154,64635
Jumbo	Lam-11	55-23	0,023	1254	43,92	0,732	698	0	953,5519126	255,468
Techo	Lam-Int	110-55	0,055	1254	50,06	0,834333333	365	0	437,47503	152,2658333
Jumbo	Lam-11	55-23	0,023	1254	40,32	0,672	712,3	0	1059,970238	239,3328
Jumbo	Lam-11	55-23	0,023	1254	40,01	0,666833333	736,2	0	1104,023994	245,46135
Jumbo	Lam-11	55-23	0,023	1254	39,98	0,666333333	725	0	1088,044022	241,5458333
Jumbo	Lam-11	55-23	0,023	1254	42,63	0,7105	722	0	1016,185785	256,4905
Jumbo	Lam-11	55-23	0,023	1254	41,27	0,687833333	729	0	1059,84977	250,71525
Techo	Lam-Int	110-55	0,055	1254	47,63	0,793833333	361	0	454,7554063	143,2869167
Techo	Lam-Int	110-55	0,055	1254	46,01	0,766833333	376	0	490,3281895	144,1646667
Techo	Lam-Int	110-55	0,055	1254	48,36	0,806	373	0	462,7791563	150,319
Techo	Lam-Int	110-55	0,055	1254	49,12	0,818666667	369,4	0	451,2214984	151,2077333

**PARAMETROS**

Tension trasera 4,4kg.  
 Tension delantera 5,4 kg.  
 carga del laminador 260 ton.

Tension 8 kg/mm2  
 Traccion 6 kg/mm2  
 Temperatura 45 grados centigrados

Vf Velocidad a la cual el equipo alcanza el espesor establecido  
 Vo Velocidad de arranque del equipo  
 Longitud Longitud del material embobinado justo cuando se alcanza el espesor  
 Volumen Volumen que ocupa el material embobinado justo cuando se alcanza el espesor  
 Diámetro\_Core Diámetro externo del core  
 Diametro\_Mat\_Rec Diámetro externo que alcanza el material reciclable  
 Tolerancias Holgura que se adiciona para considerar el material embobinado mientras se inserta lamina en core  
 Diámetro F Diámetro externo que alcanza el material reciclable incluyendo tolerancias  
 Volumen\_Tolerancias Volumen que ocupa el material embobinado justo cuando se alcanza el espesor incluyendo tolerancias  
 Kg. Cola Kilogramos que representa el material reciclable llamado cola

**CONTINUACIÓN GRÁFICO V.5: Cálculo cantidad de material tipo Cola implementando Dispositivo PLC**

Volumen(m3)	Diametro	Diametro_Mat_Rec(metro)	Diametro(cm)	Tolerancias(cm)	Diametro F(cm)	Volumen _Tolerancias	Kg. Cola
0,006902011	0,31	0,321104171	32,11041712	0,0138	32,12421712	0,006989315	18,17221979
0,007983513	0,31	0,322809513	32,28095128	0,033	32,31395128	0,008193456	21,30298501
0,010665959	0,31	0,327000881	32,70008812	0,033	32,73308812	0,010878626	28,28442732
0,007368208	0,31	0,321840391	32,18403915	0,0138	32,19783915	0,007455713	19,38485305
0,010501775	0,31	0,326745885	32,67458852	0,033	32,70758852	0,010714276	27,85711735
0,006902837	0,31	0,321105477	32,11054769	0,0138	32,12434769	0,006990142	18,1743679
0,007079596	0,31	0,321384814	32,13848136	0,0138	32,15228136	0,007166977	18,63414039
0,006966665	0,31	0,321206374	32,1206374	0,0138	32,1344374	0,007053997	18,34039281
0,007397699	0,31	0,321886907	32,1886907	0,0138	32,2024907	0,007485216	19,46156238
0,007231129	0,31	0,321624091	32,16240911	0,0138	32,17620911	0,007318575	19,02829526
0,009882499	0,31	0,325782286	32,57822859	0,033	32,61122859	0,010094374	26,2453715
0,009943037	0,31	0,32587661	32,58766099	0,033	32,62066099	0,010154973	26,4029308
0,010367501	0,31	0,326537196	32,65371964	0,033	32,68671964	0,010579867	27,5076546
0,010428797	0,31	0,32663248	32,66324798	0,033	32,69624798	0,010641225	27,66718508